

**Werte – Wege – Wirkungen:  
Biolandbau im Spannungsfeld zwischen  
Ernährungssicherung, Markt und  
Klimawandel**

**Beiträge zur  
10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau  
Zürich, 11.-13. Februar 2009**

Herausgegeben von Jochen Mayer, Thomas Alföldi, Florian Leiber,  
David Dubois, Padruot Fried, Felix Heckendorn, Edna Hillmann, Peter Klocke, Andreas  
Lüscher, Susanne Riedel, Matthias Stolze,  
Fredri Strasser, Marcel van der Heijden und Helga Willer

**Band 1: Boden, Pflanzenbau, Agrartechnik,  
Umwelt- und Naturschutz, Biolandbau international,  
Wissensmanagement**

Alle in diesem Buch enthaltenen Angaben, Ergebnisse usw. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und von ihnen sowie den Herausgebern mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind Fehler nicht völlig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung des Verlags, der Autoren und Herausgeber. Sie übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Haftungsausschluss gilt insbesondere für Entscheidungen und deren Folgen, die auf Basis der Angaben in diesem Tagungsband getroffen werden. Die Autoren sind für ihre Beiträge selbst verantwortlich, ihre Meinung entspricht nicht immer der Ansicht der Herausgeber.

Die 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau fand vom 11. bis 13. Februar 2009 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich statt. Ausgerichtet wurde sie von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART), dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) sowie der Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL). Die Tagung wurde maßgeblich von den Schweizer Bundesämtern für Landwirtschaft und Umwelt und vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit sowie von zahlreichen Firmen und Institutionen unterstützt.

Allfällige Korrigenda werden unter [www.orgprints.org/15160](http://www.orgprints.org/15160) veröffentlicht.

© 2009 Verlag Dr. Köster, Berlin

Jochen Mayer, Thomas Alföldi, Florian Leiber, David Dubois, Padruot Fried, Felix Heckendorn, Edna Hillmann, Peter Klocke, Andreas Lüscher, Susanne Riedel, Matthias Stolze, Fredi Strasser, Marcel van der Heijden und Helga Willer (Hrsg.) (2009): Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 11.-13. Februar 2009. Band 1: Boden, Pflanzenbau, Agrartechnik, Umwelt- und Naturschutz, Biolandbau international, Wissensmanagement. Verlag Dr. Köster, Berlin

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bezug: Verlag Dr. Köster, Rungestr. 22-24, 10179 Berlin, Deutschland, Tel. +49 30 76403224, Fax +49 30 76403227, E-Mail [info@verlag-koester.de](mailto:info@verlag-koester.de), Internet [www.verlag-koester.de](http://www.verlag-koester.de)

Bezug Schweiz: Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, Tel. +41 62 865 7272, Fax +41 62 865 7273, E-Mail [info.suisse@fibl.org](mailto:info.suisse@fibl.org), Internet [www.fibl.org](http://www.fibl.org). Die Beiträge stehen auch im Archiv Organic Eprints zur Verfügung unter [http://orgprints.org/view/projects/int\\_conf\\_2009\\_wita.html](http://orgprints.org/view/projects/int_conf_2009_wita.html).

Layout: Natalie Kleine-Herzbruch, FiBL, D-Frankfurt, Susanne Riedel, Agroscope ART, CH-Reckenholz, Helga Willer, FiBL, CH-Frick

Cover: Claudia Kirchgraber, FiBL, CH-Frick, Bild: Gabriela Brändle, ART, CH-Zürich

ISBN Verlag Dr. Köster 978-3-89574-700-7

ISBN FiBL 978-3-03736-033-0

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>15</b>
<b>Unterstützer und Sponsoren</b> .....	<b>19</b>
<b>Boden und Düngung</b> .....	<b>21</b>

### Boden

Effekte unterschiedlicher Systeme der Grundbodenbearbeitung auf Erträge und Beikraut im Dauerfeldversuch Gladbacherhof.....	22
<i>Schulz, F., Brock, C. und Leithold, G.</i>	
Einfluss von Kompost und Gärgut auf Pflanzenwachstum und –gesundheit: Potential und Grenzen.....	26
<i>Fuchs, J.G., Mayer, J. und Berner, A.</i>	
Stickstoffausnutzung, Beikrautregulierung und Erträge unterschiedlicher Bestellverfahren .....	30
<i>Anken, T., Richner, W., Mäder, P. und Schmid, O.</i>	
Ertrag und Wurzelkolonisation mit arbuskulären Mykorrhiza-Pilzen von organisch oder mineralisch gedüngtem Weizen auf trockenem, sandigen Boden .....	34
<i>Raupp, J., Oltmanns, M., Jarosch, A.-M. und Neumann, E.</i>	

### Bodenbearbeitung

Erhöhte Trockenstresstoleranz von Klee gras nach reduzierter Bodenbearbeitung ...	39
<i>Berner, A., Nietlisbach, B., Frei, R., Niggli, U. und Mäder, P.</i>	
Entwicklung des Unkraut aufkommens bei unterschiedlicher Stoppelbearbeitung im Ausschnitt einer ökologischen Fruchtfolge.....	41
<i>Gruber, S. und Claupein, W.</i>	
Humusmenge in der Ackerkrume nach langjährig differenzierter Intensität der Grundbodenbearbeitung .....	45
<i>Krawutschke, M., Brock, C. und Leithold, G.</i>	
Konservierende Bodenbearbeitung im Ökolandbau – mit qualitativer Sozialforschung erfolgreiche Systeme wissenschaftlich erfassen und naturwissenschaftliche Ergebnisse ergänzen .....	49
<i>Wilhelm, B., Baars, T. und Kaufmann, B.</i>	

### Bodenfruchtbarkeit

Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion.....	53
<i>Kainz, M., Siebrecht, N., Reents, H.-J.</i>	
Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion – Beitrag 2: Einfluss des Leguminosenmangements auf Merkmale der Bodenerodibilität .....	57
<i>Müller, C., Siebrecht, N., Reents, H.-J., Brandhuber, R., Kainz, M.</i>	
Die Wirkung von Düngerart und Düngermenge auf die Partitionierung von Kohlenstoff und Stickstoff in Pools mit unterschiedlichem Umsatz .....	61
<i>Ludwig, B., Raupp, J. und Heitkamp, F.</i>	

Einfluss der Leguminosen Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen auf die Fruchfolge ..... 65  
*Paffrath, A.*

**Bodenfruchtbarkeit und -biodiversität: Poster**

Bioabfallkompost im biologischen Landbau – Auswirkungen auf die Gehalte von bioverfügbaren Schwermetallen im Boden..... 69  
*Erhart, E., Hartl, W., Bartl, B., Putz, B. und Horak, O.*

Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsverfahren auf P-Formen und P-Dynamik im Boden ..... 73  
*Keller, M., Oberson, A., Frossard, E., Mäder, P., Mayer, J. und Bünemann, E. K.*

Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion – Beitrag 3: Eignung bestehender Methoden, Defizite und Anpassungsbedarf ..... 75  
*Siebrecht, N. und Kainz, M.*

Einfluss von *Pseudomonas fluorescens* auf Ertrag von Weizen und mikrobielle Biomasse des Bodens ..... 79  
*Fließbach, A., und Mäder, P.*

Entwicklung der Humusgehalte in Abhängigkeit von Fruchtart/Anbausystem in einem Dauerfeldversuch ..... 81  
*Brock, C., Leithold, G. und Schulz, F.*

Ergebnisse der Anwendung einer neuen Humusbilanzmethode in Dauerfeldversuchen ..... 85  
*Brock, C., Hoyer, U., Leithold, G. und Hülsbergen, K.-J.*

Saisonale Dynamik von C<sub>i</sub> und N<sub>i</sub> im Boden unter Winterweizen mit nachfolgender Zwischenfrucht ..... 89  
*Hillebrecht, B., Brock, C. und Leithold, G..*

**Düngung, symbiotische Stickstofffixierung**

Organische Düngung intensiv genutzten Dauergrünlandes im Vergleich mit Mineraldüngung - Ergebnisse eines 22 jährigen Versuches auf Wiese und Mähweide. .... 93  
*Elsaesser, M. und Kunz, H.G.*

Symbiotische Stickstofffixierung in biologisch und konventionell bewirtschafteten Wiesen ..... 97  
*Oberson, A., Frossard, E., Mayer, J., Flura, T., Mäder, P., und Lüscher, A.*

Bestimmung der N-Fixierung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen im Vergleich zu einer Sommererbse in Rein- und Gemengesaat ..... 99  
*Urbatzka, P., Graß, R., Schüler, C., Trautz, D., Heß, J.*

Stickstoffausnutzungseffizienz von <sup>15</sup>N-markierter Schafsgülle und <sup>15</sup>N-markiertem Mineraldünger in biologisch und konventionell bewirtschafteten Anbausystemen ... 103  
*Bosshard, C., Sørensen, P., Frossard, E., Mayer, J., Mäder, P., Nanzer, S. und Oberson, A.*

**Düngung, symbiotische Stickstofffixierung: Poster**

Inkubationsversuche zum Einfluss von Sorte und Textur auf den Umsatz von Lupinenkörnerschroten im Boden bei unterschiedlichen Temperaturen ..... 107  
*Li, Z., Sabahi H., Schulz, R. und Müller, T.*

Symbiotic N<sub>2</sub> fixation by soybean in organic and conventional cropping systems .... 109  
*Nanzer, S., Frossard, E., Bosshard, C., Dubois, D., Mäder, P. und Oberson, A.*

**Pflanzenbau ..... 111****Anbausysteme**

Einfluss von biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf biologische Bodenqualitätsparameter: Entwicklungen im DOK Langzeitversuch nach pH-Regulierung .....	112
<i>Oberholzer, H.R., Fließbach, A., Mäder, P. and Mayer, J..</i>	
Erträge und Nährstoffgehalte von alten, biologisch und konventionell gezüchteten Winterweizensorten in verschiedenen landwirtschaftlichen Systemen .....	117
<i>Hildermann, I., Thommen A., Dubois, D., Boller, Th., Wiemken, A. und Mäder, P.</i>	
Tiefenverteilung von Wurzeln bei Winterweizen .....	119
<i>Schweiger, P., Petrasek, R., Ableidinger, Ch., Hartl, W.</i>	
Mögliche Wirkungswege der biologisch-dynamischen Hornpräparate aus naturwissenschaftlicher Perspektive .....	123
<i>Scheper, C., Raupp, J. und Baars, T.</i>	

**Anbausysteme: Poster**

Anbau der Blauen Lupine ( <i>Lupinus angustifolius</i> ) mit unterschiedlichen Reihenabständen und Bewertung der Futterqualität mittels NIRS.....	127
<i>Böhm, H. und Aulrich, K.</i>	
Verschiedene Gründüngerpflanzen – Anbaueignung und Unkrautunterdrückung im Direktsaatsystem vor Winterweizen .....	131
<i>Stadler, M., Zihlmann, U., Scherrer, C., Jossi, W., und Streit, B.</i>	

**Gemüsebau und Sonderkulturen**

Fruchtresistenz von Tomaten gegen <i>P. infestans</i> .....	133
<i>Butz, A. F. und Finckh, M.R.</i>	
Desinfektion von Gemüsesamen mit belüftetem Dampf .....	137
<i>Heller, W.E.</i>	
Ausdünnung von Äpfeln durch Beschattung .....	141
<i>Widmer, A., Kockerols, K. und Göllles, M.</i>	
Entwicklung einer modernen Bio-Tafelkirschenproduktion Erhebungsergebnisse 2004 - 2007 .....	145
<i>Häseli, A. und Weibel, F.</i>	

**Gemüsebau und Sonderkulturen: Poster**

Stärke und Malto-Oligosaccharide in Möhrensorten aus ökologischer Züchtung .....	149
<i>Bufler, G.</i>	
Anbauerfahrungen mit Artischocken im Organischen Landbau .....	151
<i>Kautz, T. und Köpke, U.</i>	
Vergleich verschiedener direkten Regulierungsmöglichkeiten der Trauermücken in der biologischen Topfkräuterproduktion .....	153
<i>Koller, M.</i>	

**Graslandssysteme**

Futterqualität, Vorfruchtleistung und Nitratauswaschung von über Winter beweideten Klee grasbeständen ..... 155  
*Loges, R., Westphal, D. und Taube, F.*

Positive Mischungseffekte auf Ertrag und Stickstoffversorgung in Klee-Gras-Mischungen ..... 159  
*Huguenin-Elie, O., Nyfeler, D., Suter, M., Frossard, E., und Lüscher, A.*

Ergebnisse zur Ampferbekämpfung mittels Mikrowellentechnologie ..... 163  
*Latsch, R. und Sauter, J.*

Erhalt ökologisch wertvoller Grünlandstandorte durch eine Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB-Verfahren)..... 167  
*Richter, F., Kuschnereit, S., Graß, R., Fricke, T. und Wachendorf, M.*

**Graslandssysteme: Poster**

Untersuchungen zur Niederschlagsabhängigkeit der Verbreitung des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula*) ..... 171  
*Hann, P. und Kromp, B.*

Eigenschaften von Mischungen mit perennierenden Leguminosen und Gräsern aus dem Anbau in alternierenden Reihen unter Einbeziehung einer Hochzuckergras-Sorte ..... 175  
*Laser, H., Köhnke, S. und Leithold, G.*

Bewertung von Pflanzenbeständen und Milchleistung in Ökobetrieben Nordwestdeutschlands ..... 179  
*Vormann, M., von Borstel, U. und Leisen, E.*

**Pflanzenbau I**

Versuche zum Falschen Saatbett bei Winterweizen ..... 183  
*Verschwele, A.*

Bicropping-Verfahren von Winterungen (Getreide und Raps) mit Beisaaten abfrierender Körnerleguminosen ..... 187  
*Bachinger, J. und Fischer, H.*

Wirkung eines Mischanbaues von Weizensorten auf Anbaueigenschaften, Krankheiten, Ertrag und Qualität unter den Bedingungen des Biolandbaues ..... 189  
*Flamm, C.*

Anbau und Düngung von Winterraps (*Brassica napus* L.) im Ökologischen Landbau ..... 193  
*Stumm, C., Berg, M. und Köpke, U.*

**Pflanzenbau II**

Qualitative und quantitative Analyse der Biosaatgutproduktion bei Getreide in Österreich ..... 197  
*Weinhappel, M., Leonhardt, C., Hartl, W. und Diethardt, I.*

Untersuchung der Qualität von Saatgut sowie der Wurzel- und Sprossentwicklung von Getreidekeimlingen ..... 201  
*Diethart, I., Weinhappel, M. und Hartl, W.*

Einfluss der Bodenbearbeitung zur Saat auf Ertragsbildung, N-Aufnahme und $N_{\min}$ -Vorrat im Boden bei Rispenhirse ( <i>Panicum miliaceum</i> L.) nach Winterzwischenfrucht Erbse ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	205
<i>Lux, G. und Schmidtke, K.</i>	
On-Farm Risikoanalysen zur Entwicklung von Kontrollmaßnahmen bei Kreuzkraut-Arten .....	209
<i>Suter, M. und Lüscher, A.</i>	
<b>Pflanzenbau: Poster</b>	
Winterraps in der Fruchtfolge des Ökologischen Landbaus.....	213
<i>Becker, K. und Leithold, G.</i>	
Ertragsleistung und Rutingehalte verschiedener Buchweizensorten unter ökologischen Anbaubedingungen .....	215
<i>Goeritz, M., Kawiani, R., Loges, R., Schwarz, K., Kämper, M., Ehmsen, T. und Taube, F.</i>	
Eignung von neuen Sommerölsorten für den Ökolandbau im Schweizer Mittelland.....	219
<i>Hiltbrunner, J., Hebeisen, T., Hunziker, H.R. und Herzog, C.</i>	
Beitrag einer termingerech durchgeführten Kainit-Düngung zur Beikrautregulierung in Winterweizen.....	221
<i>Loges, R., Häussler, R. und Taube, F.</i>	
Erträge und Qualitäten von Saflor ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.) im ökologischen Landbau.....	223
<i>Paulsen, H.M. und Matthäus B.</i>	
Aufbau und Qualitätssicherung für Jungpflanzen für den biologischen Obst- und Rebbau.....	225
<i>Suter, F., Weibel, F., Tschabold, J.L. und Léville, D.</i>	
<b>Pflanzenzüchtung .....</b>	<b>229</b>
<b>Pflanzenzüchtung I</b>	
Sind Ökotypen von Welschem Weidelgras für den Ökolandbau besser geeignet als Zuchtsorten? .....	230
<i>Boller, B., Schubiger, F.X. und Tanner, P.</i>	
Züchterische Verbesserung der sensorischen Qualität der Pastinake ( <i>Pastinaca sativa</i> L.) im Praxisbetrieb .....	232
<i>Horneburg, B., Bauer, D. und Bufler, G.</i>	
Züchtung krankheitsresistenter Apfelsorten.....	236
<i>Kellerhals, M., Patocchi, A., Szalatnay, D., Hunziker, K., Frey, J. und Duffy, B.</i>	
Genetische Variation in der Resistenzinduktion gegenüber <i>Phytophthora infestans</i> bei Tomaten .....	240
<i>Sharma, K., Butz, A. F. und Finckh, M.R.</i>	
<b>Pflanzenzüchtung II</b>	
Die Bedeutung der Saatgutqualität für Sortenvergleiche mit Sommergerste im ökologischen Landbau .....	244
<i>Müller, K.-J.</i>	

Ertrag und Qualität von Winterweizengenotypen unter integrierten und ökologischen Anbaubedingungen ..... 248  
*Leithold, B., Weber, W.E., Schulz, F. und Leithold, G.*

Produktivität verschiedener Sojasorten im ostösterreichischen Anbaugesbiet..... 252  
*Hofer, M., Schweiger, P., Putz, B., Hartl, W.*

Diversität in der F<sub>5</sub> von dynamisch evolvierenden Weizen Composite Cross Populationen ..... 256  
*Finckh, M.R., Steffan, P. Brumlop, S. und Goldringer, I.*

**Pflanzenzüchtung: Poster**

Österreichisches Projekt Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau: Ergebnisübersicht..... 259  
*Hartl, W., Berger, S., Birschtzky, J., Bistrich, H., Bürstmayr, H., Diethart, H., Flamm, C., Fleck, A., Friedel, J.K., Fuchs, F., Girsch, L., Grausgruber, H., Gollner, M., Hofer, M., Hrbek, R., Jakupaj, S., Huber, K., Kinastberger, A., Lafferty, J., Leonhardt, C., Löschenberger, F., Luftensteiner, H., Mechtler, K., Oberforster, M., Petrasek, R., Ratzenböck, A., Schulmeister, K., Schweiger, P., Vollmann, J., Weinhappel, M., Winkler, J., Zechner, E.*

Kriterien zur Stickstoffeffizienz moderner Winterweizensorten und deren Eignung für low-input Anbausysteme ..... 263  
*Schneider, D., Charles, R. und Mascher, F.*

**Pflanzengesundheit ..... 267**

**Pflanzengesundheit allgemein**

Schädlingsprognose mit SOPRA als Entscheidungshilfe im Bioobstbau..... 268  
*Samietz, J., Graf, B., Höhn, H., Schaub, L. und Höpli, H.U.*

Zikadenschäden im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau: Interaktive Lösungsansätze von Wissenschaft, Beratung und Bauern ..... 272  
*Nickel, H., Blum, H., Jung, K., Dercks, W., Neuber, M., Planer, J., Pude, R.*

Möglichkeiten der Bekämpfung des Falschen Mehltaus an Gurke (Pseudoperonospora cubensis) mit alternativen Präparaten ..... 276  
*Nowak, A., Konstantinidou-Doltsinis, S., Seddon, B. und Schmitt, A.*

Kontrolle von *Rumex spp.* mit Citronella-Öl im Organischen Landbau ..... 280  
*Massucati, L.F.P., Windisch, E., Täufer, F., Köpke, U.*

**Pflanzengesundheit: Insektenregulierung**

Feldversuche zur Wirkung von Spinosad-, Neem- und *B.t.t.*-Präparaten auf die Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) ..... 284  
*Kühne, S. Priegnitz, U., Ellmer, F., Moll, E., Kowalska, J.*

Einfluss von Habitatmanagement auf die Reduktion von Schadlepidopteren im Kohl..... 288  
*Luka, H., Leimgruber, A., Willareth, M., Nagel, P., Pfiffner, L., Wyss, E., Schlatter, C., Schied, J., Traugott, M.*

Vermeidung und Reduktion von Möhrenfliegenschäden im Ökolandbau ..... 292  
*Herrmann, F., Buck, H., Liebig, N., Hommes, M., Saucke, H.*



Regulierung der Weißen Fliege im Kohlanbau durch den kombinierten Einsatz von Kulturschutznetzen und Nützlingen – Erste Ergebnisse des BÖL-Projekts .....	296
<i>Schultz, B., Wedemeyer, R., Saucke, H., Leopold, J. und Zimmermann, O.</i>	

#### **Pflanzengesundheit: Insektenregulierung: Poster**

Migration und Ausbreitung der Kirschfruchtfliege innerhalb von Obstanlagen – Möglichkeit der biologischen Bodenbehandlung .....	300
<i>Daniel, C. und Wyss, E.</i>	
Biofumigation auch gegen pflanzenparasitische Nematoden? .....	302
<i>Eder, R., Roth, I., Zinsstag, C. und Koch, W.</i>	
Ausbreitung des Rapsglanzkäfers innerhalb eines Feldes und in der Landschaft....	304
<i>Géneau, C., Schlatter, C. und Daniel, C.</i>	
Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau.....	308
<i>Hein, D.F., Leithold, G., Hummel, H.E., Vilcinskas, A., Greiner, A., Wendorff, J.H., Dersch, R., Hellmann, C., Breuer, M., Beer, H., Schroer, S., Kratt, A., Kleeberg, H., Schulze, C. und Wahl, F.</i>	
Control of pollen beetle in organic farming with plant protecting agents .....	312
<i>Humphrys, C. und Jossi, W.</i>	
Gebrauch biologischer Insektizide im Kampf gegen den <i>Scaphoideus titanus</i> , den Vektor von Flavescence dorée.....	314
<i>Jermini, M., Gusberti, M., Trivellone, V., Wyss, E. und Linder, Ch.</i>	
Potenzial entomopathogener Pilze zur Kontrolle des Rapsglanzkäfers.....	318
<i>Kuske, S., Pilz, C. und Kölliker, U.</i>	

#### **Pflanzengesundheit: Pilzkrankheiten**

Bekämpfung von Fusarien mit antifungalen Pflanzenprodukten und deren Effekte auf den Mykotoxin-Gehalt von Weizen.....	320
<i>Forrer, H.R., Hecker, A., Jenny, E., Schwab, F., Wettstein, F. und Vogelgsang, S.</i>	
Kraut- und Knollenfäule im Kartoffelanbau - ist im ökologischen Anbau eine wirksame Bekämpfung ohne Kupfer möglich? .....	322
<i>Dorn, B., Musa, T., Krebs, H., Fried, P.M. und Forrer, H.R.</i>	
Kaliumbicarbonat als möglicher Schwefelersatz im geschützten Gemüsebau .....	324
<i>Koller, M.</i>	
Einfluss von ligninhaltigen Komposten und Pflanzgutgesundheit auf den Befall mit <i>Rhizoctonia solani</i> bei Kartoffeln .....	328
<i>Schulte-Geldermann, E., Bruns, C., Heß, J. und Finckh, M.R.</i>	

#### **Pflanzengesundheit: Pilzkrankheiten: Poster**

Erarbeitung von Schwellenwerten zur gezielten Bekämpfung von Zwergsteinbrand ( <i>Tilletia controversa</i> ) und Steinbrand ( <i>Tilletia caries</i> ) sowie deren praktische Umsetzung im Öko-Landbau.....	332
<i>Dressler, M., Sedlmeier, M., Voit, B., Büttner, B., Killermann, B.</i>	
Kartoffelsorten mit verbesserter Krautfäuleresistenz und geringem Rhizoctoniabefall – entscheidend für die Ertrags- und Qualitätssicherung im biologischen Anbau .....	336
<i>Dupuis, B., Hebeisen, T., Reust, W., Schwärzel, R., Ballmer, Th., Musa, T.</i>	
Untersuchung von Salatsorten/-linien auf Feldresistenz gegenüber Falschem Mehltau .....	340
<i>Gärber, U., Idczak, E., Behrendt, U. und Marx, P.</i>	

Einsatz von Chitin als Bodenverbesserungsmittel gegen *Pyrenochaeta lycopersici* 342  
*Heller, W.E.*

Feldversuche mit Biofumigation zur Reduktion des *Chalara*-Befalls auf Karotten .... 344  
*Koller, M., Total, R. und Michel, V.*

Einfluss des Anbausystems auf Ertrag und Gesundheit von Winterweizen..... 348  
*Krebs, H., Zanetti, S., Jenny, E., Forrer, H.R., Zihlmann, U. und Tschachtli, R.*

Falscher Mehltau an Gurke - Regulierung durch gezielte Klimaführung und Sortenwahl im Unterglasanbau ..... 352  
*Marx, P. und Gärber, U.*

Saatgut-Testmethoden für Falschen Mehltau an Feldsalat..... 356  
*Schaerer, H.J., Penzkofer, M., Reents, H.-J. und Braendle, F.*

Prüfung von Saatgutbehandlungen an Karotten ..... 358  
*Schaerer, H.J., Mahlberg, N., Tamm, L. und Koller, M.*

Resistenzinduktion bei Tomaten gegen *Phytophthora infestans* durch Biodüngemittel und Pflanzenstärkungsmittel ..... 360  
*Sharma, K., Schulte-Geldermann, E., Bruns, C. und Finckh, M.R.*

Bekämpfung von *Microdochium nivale* (Schneeschnitzschimmel) auf Weizen mit Präparaten auf Pflanzenbasis ..... 364  
*Vogelgsang, S., Bänziger, I., Krebs, H., Legro, R.J. und Forrer, H.R.*

**Pflanzengesundheit und Fruchtfolge**

Chancen und Grenzen der Biofumigation für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden..... 366  
*Hallmann, J., Buck, H., Rau, F., Daub, M., Schütze, W., Grosch, R. und Schlathöfer, M.*

Die gute alte Fruchtfolge als Bekämpfungsmethode gegen den Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)..... 370  
*Bertossa, M., Schaub, L., Colombi, L.*

Biofumigation zur Bekämpfung von *Verticillium dahliae*..... 374  
*Michel, V.*

Anfälligkeit von Leguminosen gegenüber *Meloidogyne hapla* ..... 378  
*Reents, H.-J., Egerer, J. und Hermann, A.*

**Agrartechnik und Bioenergie ..... 383**

**Agrartechnik und Bioenergie**

Förderung der Mulchsaat im Ökolandbau - das Auflaufverhalten von Zwischenfrüchten..... 384  
*Wilhelm, B. und Hensel, O.*

Mechanische Unkrautregulierung in der Saatreihe von Soja ..... 388  
*Hiltbrunner J., Herzog, C., Hunziker, H.R. und Scherrer, C.*

Konzepte und Strategien der Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Ergebnisse des Bio-Biogas-Monitoring 2007 ..... 390  
*Anspach, V. und Möller, D.*

Kraftstoffverbrauch und Reduktionspotenziale..... 394  
*Moitzi, G. und Boxberger, J.*

**Bioenergie: Poster**

Energiepflanzenanbau für die Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau.....	398
<i>Graß, R., Stülpnagel, R., Kuschnereit, S. und Wachendorf, M.</i>	
Ertragsbildung von unterschiedlichen Kulturarten für die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau .....	402
<i>Lyson, D. F., Rinnofer, T., Hrbek, R., Leonhartsberger, C., Amon, T., Friedel J.K.</i>	

**Umwelt- und Naturschutz..... 405****Multifunktionale Leistungen**

Umweltwirkung von Bio-Betrieben: Ursachen und Optimierungsmöglichkeiten .....	406
<i>Alig, M. und Baumgartner, D.U.</i>	
Das Biodiversitätspotential - ein Ansatz zur Analyse potenzieller biotischer Effekte landwirtschaftlicher Betriebe .....	410
<i>Siebrecht, N., Hülsbergen, K.-J.</i>	
Klimaschutz mit pilzresistenten Rebsorten - Fallstudie eines langjährigen Bioweinbaubetriebes .....	414
<i>Strasser, F. und Coray, M.</i>	
Landschaftsseminare in der Sozialen Landwirtschaft - Neue Impulse zur Kulturlandschaftsentwicklung durch Ökolandbau.....	418
<i>van Elsen, T.</i>	
Mit Vielfalt punkten - Bauern beleben die Natur .....	422
<i>Balmer, O., Birrer, S., Pfiffner, L. und Jenny, M.</i>	

**Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau**

Ackerwildkraut-Blühstreifen zur Integration autochthoner Ackerwildkräuter in ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen .....	426
<i>Hotze, C., van Elsen, T., Haase, T., Heß, J. und Otto, M.</i>	
Futterwirtschaftliche Konsequenzen adaptierter Nutzungs- und Bestandesoptionen im Klee gras zur Förderung des Bruterfolges von Feldlerchen.....	430
<i>Fricke, T., Wolf, U., O'Halloran-Wietholtz, Z. und Wachendorf, M.</i>	
Profitiert der Feldhase vom ökologischen Landbau? .....	434
<i>Lang J. und Godt, J.</i>	
Ökonomische Bewertung der Integration temporärer Naturschutzmaßnahmen im Ökologischen Landbau - Beispiel Blühstreifen .....	438
<i>Behrens, M., Möller, D., Haase, T., Heß, J.</i>	
Fallstudie über die partizipative Zusammenarbeit von Landwirten und Wissenschaftlern in einem Naturschutzprojekt – am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen .....	442
<i>Baumgart, L. und van Elsen, T.</i>	

**Umwelt- und Naturschutz: Poster**

Umsetzung von Agrarumweltmassnahmen auf Bio- und konventionellen Betrieben der Schweiz .....	446
<i>Schader, C., Pfiffner, L., Schlatter, C., Stolze, M.</i>	

Brutplatzqualität unterschiedlich ökologisch bewirtschafteter Ackerfrüchte für die Feldlerche ( <i>Alauda arvensis</i> ).....	450
<i>Neumann, H., Loges, R. und Taube, F.</i>	
Nachhaltige Landschaftsgestaltung auf Gut Adolphshof.....	454
<i>Debbert, K. und van Elsen, T.</i>	
Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs .....	456
<i>Frauenschuh, E. M., Kromp, B.</i>	

**Biolandbau international ..... 461**

**Biolandbau international**

Entwicklung von Strategien zur Ausdehnung des Ökologischen Landbaus in Luxemburg .....	462
<i>Szerencsits, M., Ruppert, J., Dahlmann, C. und Heß, J.</i>	
Ausstieg aus der zertifiziert ökologischen Landwirtschaft in Norwegen – Motivation und anschließende Wirtschaftsweise .....	466
<i>Koesling, M. und Løes, A.-K.</i>	
Langzeit-Systemvergleiche in Kenia und Indien: Konventionelle und biologische Erträge aus dem ersten Umstellungsjahr .....	470
<i>Zundel, C., Musyoka, M., Baruah, R., Kilcher, L., Muriuki, A., Vanlauwe, B., Chabi-Olaye, A., Mucheru, M. und Mäder, P.</i>	
ENOAT – European Network of Organic Agriculture Teachers .....	474
<i>Fragstein und Niemsdorff, P. von</i>	

**Biolandbau Osteuropa: Poster**

Ökologische Landwirtschaft in der Russischen Föderation: Entwicklung und aktuelle Situation .....	476
<i>Bryzinski, T., Brock, C. und Leithold, G.</i>	
Sales on organic farms in Poland.....	478
<i>Łuczka-Bakuła, W. and Smoluk-Sikorska, J.</i>	
Ökolandbau in Bulgarien–vor allem Arznei- und Aromapflanzen sowie Waldfrüchte, Obst und Bio-Honig für den Export .....	482
<i>Todorova, R., Stanev, St., Staneva Zh., Stoyanov, G.</i>	

**Wissensmanagement..... 485**

**Wissensmanagement und Forschung**

Weiterbildung von Managern und Führungskräften auf ökologisch wirtschaftenden Bauernhöfen.....	486
<i>May, C. und van Elsen, T.</i>	
Gestaltung einer partizipativen Forschung und Beratung innerhalb eines Projektes in der ökologischen Milchviehhaltung .....	490
<i>Baars, T., Van Eekeren, N. und Pinxterhuis, I.</i>	

Was die Praxis von der Forschung will: Ausgewählte Ergebnisse aus 600 Wissenstransferveranstaltungen für Öko-Praktiker in Deutschland .....	494
<i>Röhrig, P.</i>	
Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau: Bisherige Entwicklung und Perspektiven.....	498
<i>Saggau, E. und Baranek, E.</i>	
<b>Leitbilder Biolandbau</b>	
Lehr- und Lernformen in der Hochschulbildung für das Berufsfeld Ökolandbau .....	502
<i>Mayer, E., Häring, A., Bloch, R.</i>	
Bestehende und mögliche denkbare Ansätze für eine Faire Preisgestaltung im Domestic Fair Trade .....	506
<i>Eichert, C. und Mayer, E.</i>	
Identifikationsbildung des organisch-biologischen Landbaus .....	510
<i>Bross-Burkhardt, B. und Hoffmann, H.</i>	
Konventionalisierung: Notwendigkeit einer Bewertung mittels Indikatorensystem, basierend auf den IFOAM-Prinzipien .....	514
<i>Darnhofer, I., Lindenthal, T., Zollitsch, W. und Bartel-Kratochvil, R.</i>	
<b>Wissensmanagement: Poster</b>	
Koproduktion von Wissen in der Entwicklung des Biolandbaus - Einflüsse von Marginalisierung, Anerkennung und Markt.....	518
<i>Aeberhard, A. und Rist, S.</i>	
Organic Eprints: Ein wichtiges Kommunikationstool für die Forschung zum ökologischen Landbau weltweit.....	520
<i>Willer, H. und Meier, J.</i>	
<b>Index.....</b>	<b>525</b>



## Vorwort

Zum 10. Jubiläum kommt die Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau erstmals in die Schweiz, das Mutterland des biologischen Landbaus. Hier wirkten Rudolf Steiner, der Begründer der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise sowie Hans Müller und Hans-Peter Rusch, die Begründer des organisch-biologischen Landbaus. So entwickelte sich der biologische Landbau in der Schweiz im europäischen Vergleich schon sehr früh und galt als Schrittmacher der Entwicklungen im deutschsprachigen und europäischen Umfeld. Dazu beigetragen hat auch die frühe Fokussierung der Forschung auf Herausforderungen des biologischen Landbaus durch das Forschungsinstitut für biologischen Landbau und später durch die Agroscope Forschungsanstalten des Bundesamtes für Landwirtschaft und das Departement für Agrar- und Lebensmittelwissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Diesen drei Institutionen ist es eine besondere Ehre, die 10. Wissenschaftstagung gemeinsam ausrichten zu dürfen.

Die Tagung steht unter dem Motto „Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel“. Während in der Vergangenheit die umweltschonende und schadstofffreie Lebensmittelproduktion im Vordergrund stand und die Agrarmärkte unter Überschüssen litten, stellen sich dem biologischen Landbau heute neue Herausforderungen. Die aufstrebenden Gesellschaften Asiens und der enorme Bedarf an Energierohstoffen haben zu einer Verknappung an Nahrungsmitteln und zu steigenden Preisen geführt, wie die Entwicklungen im Jahr 2008 eindrücklich gezeigt haben. Gleichzeitig gewinnt die Klimaproblematik, von der die Landwirtschaft sowohl als Mitverursacherin als auch als Betroffene berührt wird, immer mehr Relevanz. Auch die biologische Vielfalt innerhalb der Landwirtschaft ist nach wie vor ein grosses Thema. Und immer noch weit oben auf der Agenda steht zudem die Frage, wie die Qualität ökologischer Produkte bewertet werden kann.

In dieser Zeit der drängenden ökologischen, sozialen und vor allem auch ökonomischen Probleme kann der biologische Landbau Lösungsansätze bieten: Welche Rolle kommt ihm dabei zu? Für welche Problemfelder bietet er die besten Lösungen? Wo besteht Nachholbedarf? Kann die landwirtschaftliche Produktivität mit biologischen Anbaumethoden gesteigert werden? Ist dies im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, die sich an ethischen Kriterien orientiert, überhaupt wünschenswert und möglich? Rückblickend auf die Wurzeln und Leitgedanken des biologischen Landbaus werden sich die Tagungsteilnehmenden den drängenden Zukunftsfragen stellen und nach Lösungsansätzen suchen.

Auf der Tagung werden rund 175 Vorträge, 100 Poster und 21 Workshops präsentiert. Damit ist die Tagung gegenüber ihrer Vorgängertagung in Hohenheim 2007 noch einmal grösser geworden. Wir haben versucht, den Vorträgen und Postern ausreichend Raum zu geben und gleichzeitig genügend Zeit für den fachlichen und persönlichen Austausch freizuhalten.

Neu hinzugekommen sind von Praktikern und Beraterinnen für Praktikerinnen und Berater organisierte Workshops. Damit soll der Dialog zwischen Praxis und Forschung gestärkt werden. Einige der Teilnehmenden haben themenspezifisch „organisierte Sessions“ zusammengestellt. Auch die zahlreichen thematischen Workshops sind dem Engagement von Teilnehmenden zu verdanken.

Eine Tagung dieser Grössenordnung lässt sich nur mit der Unterstützung externer Sponsoren, dem Einsatz und den guten Ideen vieler engagierter Leute und den Eigenleistungen der veranstaltenden Institutionen realisieren.

Für die grosszügige finanzielle Unterstützung seien dem Bundesamt für Landwirtschaft, dem Coop Fonds für Nachhaltigkeit, dem Bundesamt für Umwelt, dem Kanton und der Stadt Zürich sowie zahlreichen weiteren Sponsoren ganz herzlich gedankt. Der ETH Zürich danken wir für die Bereitstellung ihrer Räumlichkeiten und Infrastruktur. Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE ermöglichte im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau zahlreichen Wissenschaftlern aus Deutschland die Tagungsteilnahme.

Den Direktoren der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon und des Forschungsinstituts für biologischen Landbau, Dr. Paul Steffen und Dr. Urs Niggli sowie Professor Dr. Michael Kreuzer von der ETH Zürich danken wir für die Freistellung ihrer Mitarbeitenden und die Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Tagung. Unser Dank geht an Dr. Andreas Lüscher, Dr. Marcel van der Heijden, Mareike Jäger, Dr. David Dubois, Dr. Padruot Fried, Susanne Riedel, Dr. Peter Klocke, Dr. Matthias Stolze, Dr. Felix Heckendorn, Dr. Edna Hillmann, Fredi Strasser, Dr. Helga Willer, Tiziana Lanzini, Anne Merz, Elisa Lucia, Stefan Williner, Natalie Kleine-Herzbruch, Claudia Kirchgraber, Alfred Schädeli und Dr. Denise Tschamper.

Allen am Begutachtungsprozess beteiligten Gutachterinnen und Gutachtern sei ganz herzlich für die wertvolle Arbeit gedankt, die wesentlich zur Qualität der vorliegenden beiden Tagungsbände beigetragen hat.

Besonders erwähnen möchten wir im Jubiläumsjahr die Stiftung Ökologie und Landbau als Mitveranstalterin und zuverlässige Begleiterin der Tagung. Dem Engagement von Dr. Uli Zerger verdanken die Akteure des Biolandbaus heute ein Forum, das Vernetzung und Austausch im deutschsprachigen Raum gewährleistet.

Zürich und Frick im Januar 2009

Für die Herausgeber: Jochen Mayer, Thomas Alföldi, Florian Leiber



## Begutachtungsverfahren der Tagungsbeiträge

Als Grundlage für die Auswahl der Tagungsbeiträge und zur Sicherstellung deren wissenschaftlichen Qualität wurden alle Beiträge in der Regel von zwei anonymen Gutachtern geprüft. Aufgrund dieser Einschätzungen entschied sich die Programmgruppe zur Annahme als Vortrag oder Poster – oder zur Ablehnung des Beitrags.

Im Grundsatz folgte das Verfahren demjenigen der Wissenschaftstagungen in Kassel 2005 und Hohenheim 2007. In der Diskussion um das effizienteste und angemessenste Begutachtungsverfahren sind wir jedoch zum Schluss gekommen, den mit sehr hohem Aufwand verbundenen Begutachtungsprozess gegenüber den Vorjahren zu straffen und Beiträge mit einem Umfang von vier wie auch zwei Seiten zuzulassen. Damit schafften wir die Möglichkeit der Kurzpublikation, welche eine anschließende ‚peer reviewte‘ Publikation nicht gefährdet.

Die Gutachter hatten für die Zürcher Tagung wesentlich mehr Einzelbeiträge zu bearbeiten als in der Vergangenheit, da der Kreis der Gutachter verkleinert wurde. Der Aufwand der einzelnen Beteiligten stieg, der Gesamtaufwand des Begutachtungsprozesses war jedoch deutlich kleiner. Verbessert wurde dadurch die Vergleichbarkeit der Gutachten in einem Themengebiet.

Die von den Gutachtern geforderten Überarbeitungen wurden von den Mitgliedern der Programmgruppe nach Rücklauf der Beiträge überprüft. Die endgültige Annahme der Beiträge erfolgte nach dieser abschliessenden Qualitätskontrolle.

### Mitglieder der Programmgruppe:

- Jochen **Mayer**, ART, Zürich
- Thomas **Alföldi**, FiBL, Frick
- Florian **Leiber**, ETH, Zürich
- Andreas **Lüscher**, ART, Zürich
- Marcel **Van der Heijden**, ART, Zürich

### Folgende Gutachterinnen und Gutachter waren am Begutachtungsverfahren beteiligt:

Thomas **Alföldi**, FiBL, Frick; Thomas **Anken**, ART, Zürich; Beat **Boller**, ART, Zürich; Benjamin **Bucher**, ETHZ, Zürich; Brigitte **Dorn**, ART, Zürich; Maria **Finckh**, Uni Kassel, Witzenhausen; Hansruedi **Forrer**, ART, Zürich; Padruot **Fried**, ART, Zürich; Jürgen **Friedel**, BOKU, Wien; Jürgen **Fritz**, IOL, Bonn; Alexander **Gerber**, BOELW, Berlin; Jose **Granado**, FiBL, Frick; Ulrich **Hamm**, Uni Kassel, Witzenhausen; Christina **Härdi-Landerer**, ETHZ, Zürich; Anna Maria **Häring**, FH Eberswalde, Eberswalde; Felix **Heckendorn**, FiBL, Frick; Oliver **Hensel**, Uni Kassel, Witzenhausen; Isabell **Hildermann**, FiBL, Frick; Edna **Hillmann**, ETHZ, Zürich; Jürg **Hiltbrunner**, ART, Zürich; Johannes **Kahl**, Uni Kassel, Witzenhausen; Peter **Klocke**, FiBL, Frick; Ursula **Kretzschmar**, FiBL, Frick; Michael **Kreuzer**, ETHZ, Zürich; Daniel **Kusche**, Uni Kassel, Witzenhausen; Florian **Leiber**, ETHZ, Zürich; Thomas **Lindenthal**, FiBL, Frick; Markus **Lips**, ART, Ettenhausen; Immo **Lünzer**, AÖA, Rossdorf; Andreas **Lüscher**, ART, Zürich; Paul **Mäder**, FiBL, Frick; Stefan **Mann**, ART, Ettenhausen; Jochen **Mayer**, ART, Zürich; Kurt **Möller**, Uni Hohenheim, Stuttgart; Heidrun **Moschitz**, FiBL, Frick; Torsten **Müller**, Uni Hohenheim, Stuttgart; Daniel **Neuhoff**, Uni Bonn, Bonn; Jan **Niessen**, Uni Hohenheim, Stuttgart; Astrid **Oberson**, ETHZ, Lindau; Bernadette **Oehen**, FiBL, Frick; Frank **Offermann**, Thünen-Institut, Braunschweig;

Lukas **Pfiffner**, FiBL, Frick; Toralf **Richter**, Bio Plus AG, Seon; Christian **Schader**, FiBL, Frick; Otto **Schmid**, FiBL, Frick; Kathrin **Seidel**, FiBL, Frick; Bernhard **Speiser**, FiBL, Frick; Anet **Spengler**, FiBL, Frick; Achim **Spiller**, Uni Göttingen, Göttingen; Hanna **Stolz**, FiBL, Frick; Mathias **Stolze**, FiBL, Frick; Wolfgang **Sturny**, Amt für Landwirtschaft Kanton BE, Zollikofen; Friedhelm **Taube**, Uni Kiel, Kiel; Thomas **van Elsen**, Petrarca e.V., Witzenhausen; Marcel **Van der Heijden**, ART, Zürich; Markus **Van der Meer**, FiBL, Frick; Christian **Vogl**, BOKU, Wien; Peter **von Fragstein und Niemsdorff**, Uni Kassel, Witzenhausen; Michael **Wachendorf**, Uni Kassel, Witzenhausen; Franco **Weibel**, FiBL, Frick; Helga **Willer**, FiBL, Frick; Eric **Wyss**, FiBL, Frick; Katrin **Zander**, Uni Kassel, Witzenhausen; Christine **Zundel**, FiBL, Frick.

## Unterstützer und Sponsoren

Die Veranstalter der 10. Wissenschaftstagung danken den Unterstützern und Sponsoren herzlich.

### Hauptponsoren

Bundesamt für  
Landwirtschaft  
CH-3003 Bern  
www.blw.admin.ch

Coop Fonds für  
Nachhaltigkeit  
CH-4002 Basel  
www.coop.ch

Bundesamt für Umwelt  
BAFU  
CH-3003 Bern  
www.bafu.admin.ch

### Weitere Unterstützer und Sponsoren

Stadt Zürich  
Grün Stadt Zürich  
Stadthaus  
CH-8022 Zürich  
www.stadt-zuerich.ch

Baudirektion Kanton  
Zürich  
ALN Amt für  
Landschaft und Natur  
CH-8090 Zürich  
www.aln.zh.ch

agridea  
CH-8315 Lindau  
www.agridea-  
lindau.ch

Strickhof  
CH-8315 Lindau  
www.strickhof.ch

Bio Suisse  
CH-4053 Basel  
www.bio-suisse.ch

Bundesanstalt für  
Landwirtschaft und  
Ernährung  
Deichmanns Aue 29,  
D-53179 Bonn  
www.bundesprogram  
m-oekolandbau.de/

Baer AG  
CH-6403 Küssnacht am  
Rigi  
www.baer.ch

bio direct AG  
CH-4665 Oftringen  
www.bio-direct.ch

Bio Partner Schweiz AG  
CH-5703 Seon  
www.biopartner.ch

bio.inspecta AG  
CH-5070 Frick  
www.bio-inspecta.ch

Biofarm Genossenschaft  
Kleindietwil  
CH-4936 Kleindietwil  
www.biofarm.ch

Bioterra  
CH-8003 Zürich  
www.bioterra.ch

Brauerei Locher AG  
CH-9050 Appenzell  
www.appenzellerbier.ch

Cultiva  
CH-8476  
Unterstammheim  
www.cultiva.ch

Delinat AG  
CH-9326 Horn  
www.delinat.com

Demeter Schweiz  
CH-4144 Arlesheim  
www.demeter.ch

Hauert HBG Dünger AG  
Schweiz  
CH-3257 Grossaffoltern  
www.hauert.com

Hosberg AG  
CH-8630 Rüti  
www.hosberg.ch

Molkerei Davos  
CH-7270 Davos Platz  
www.molkereidavos.ch

Ricola AG  
CH-4242 Laufen  
www.ricola.ch

Sonnenrotor  
KräuterhandelsgmbH  
AT-3910 Zwettl  
www.sonnentor.at

Vier Linden  
CH-8032 Zürich  
www.vierlinden.ch

Weingut FiBL  
CH-5070 Frick  
www.weingut.fibl.org



# **Boden und Düngung**

## Effekte unterschiedlicher Systeme der Grundbodenbearbeitung auf Erträge und Beikraut im Dauerfeldversuch Gladbacherhof

Schulz, F.<sup>1</sup>, Brock, C.<sup>2</sup> und Leithold, G.<sup>2</sup>

*Keywords: soil tillage, weeds, reduced tillage intensity, competition by weeds*

### Abstract

*An organic long-term-field experiment with two factors has been carried out since 1998 at the experimental station Gladbacherhof, University of Giessen. Effects of different crop rotations combined with tillage treatments (mouldboard plough, two-layer-plough and tillage without plough) on plants, soil and weeds have been investigated. This article presents results on cash crop yields and weeds according to soil tillage. It can be concluded that, as for the yields, reduced tillage systems could cope with the regularly ploughed reference system if at least a shallow soil inversion was carried out. Concerning the lower yields in the soil tillage system without ploughing the impact of nutrient availability seems to be more important than the competition by weeds.*

### Einleitung

Die Vorteile der reduzierten oder pfluglosen Grundbodenbearbeitung wie z.B. ein hohes pedoökologisches Potential (Emmerling 2007) oder eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs sind weitgehend bekannt. Während jedoch in der konventionellen Landwirtschaft bereits seit Ende der sechziger Jahre nach der Einführung von Totalherbiziden rege Forschungsaktivitäten zum pfluglosen Ackerbau stattfanden (Köller 1993), bestehen im Ökologischen Landbau noch immer große Vorbehalte gegen eine reduzierte Intensität der Grundbodenbearbeitung. Ein Grund ist der erhöhte Beikrautdruck wie ihn u. a. Pekrun et al. (2003) feststellten. Um Lösungen zu diesen Problemen der reduzierten Bodenbearbeitung zu finden, gilt es zu klären, welche Effekte eine reduzierte Bodenbearbeitung auf Erträge und Beikraut ausübt. Dazu wurde 1998 ein zweifaktorieller Dauerfeldversuch mit 3 verschiedenen Fruchtfolgen und 4 unterschiedlichen Systemen der Grundbodenbearbeitung auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof der Universität Gießen angelegt.

### Methoden

Der Versuchsstandort befindet sich in Villmar an der Lahn zwischen Limburg und Weilburg an den nordwestlichen Ausläufern des Taunus auf 170 m ü. NN (mittlere Lufttemperatur: 9,5°C, durchschnittlicher Niederschlag p.a.: 649 mm, Bodentyp: Pararendzina bis erodierte Parabraunerde, Bodenart: schluffiger Lehm bis lehmiger Schluff, Ackerzahl: 66). Auf die 3 sechsfeldrigen Fruchtfolgen, die verschiedenen landwirtschaftlichen Betriebstypen zugeordnet werden können: 1) GM-V=Gemischtbetrieb mit Viehhaltung, 2) VL-GB=viehloser Marktfruchtbetrieb mit Grünbrache und 3) VL-KL=viehloser Marktfruchtbetrieb mit Körnerleguminosen, soll in diesem Beitrag nur am Rande eingegangen werden, da in der Regel keine signifikanten Wechselwirkungen Fruchtfolge x Bodenbearbeitung auftraten. Einzelheiten zur

---

<sup>1</sup> Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof, 65606 Villmar, Deutschland, Franz.Schulz@agr.uni-giessen.de, <http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/tbe/llvb/GH>

<sup>2</sup> Professur für Ökologischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21C, 35394, Gießen, Deutschland <http://www.uni-giessen.de/orglandbau/>

Methodik sind in Schmidt et al. (2006) aufgeführt. In Tab. 1 sind die verschiedenen Systeme der Grundbodenbearbeitung näher beschrieben:

**Tabelle 1: Beschreibung der Grundbodenbearbeitungssysteme**

	P 30	ZP 30/15	P 15	FR 30/15
	Krumentiefe Bearbeitung mit Pflug	Regelmäßig Zweischichtenpflug	Max. Bearbeitungstiefe 15 cm mit dem Pflug	Regelmäßig Flügelschargrubber + Rotoregge
Stoppelbearbeitung	Grubber 15 cm	Zweischichtenpflug 30/15 cm	Grubber oder Pflug 15 cm	Flügelschargrubber + Rotoregge 30/15 cm
Herbstbearbeitung	Pflug 30 cm	Pflug 15 cm	Pflug 15 cm	Rotoregge 15 cm

Jährlich werden folgende Parameter erfasst:  $N_{\min}$ -Gehalte in verschiedenen Bodenschichten im Herbst und im Frühjahr, Gehalte an verfügbaren Nährstoffen,  $C_r$ - und  $N_r$ -Gehalte. In diesem Beitrag sollen besonders die Auswirkungen der Bodenbearbeitungssysteme auf die Segetalflora und die Erträge in der 2. Rotation der Jahre 2004 bis 2008 vorgestellt werden. Die statistische Auswertung wurde mit dem Softwarepaket SAS 9.1 durchgeführt.

## Ergebnisse

Die Erträge der angebauten Kulturen sind in Tab. 2 dargestellt:

**Tabelle 2: Einfluss der Bodenbearbeitungssysteme auf die Erträge in dt ha<sup>-1</sup>**

Jahr	Fruchtart	Bodenbearbeitungssysteme			
		P 30	ZP 30/15	P15	FR 30/15
2004	Luzernekleegrass in GM-V in dt TM ha <sup>-1</sup>	128 a	133 a	129 a	132 a
	Hafer in VL-GB und VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	36,5 a	37,5 a	41,8 a	28,8 b
2005	Luzernekleegrass in GM-V und VL-GB in dt TM ha <sup>-1</sup>	99,9 a	104 a	103 a	104 a
	Ackerbohnen in VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	38,1 a	35,3 a	35,6 a	31,2 a
2006	Winterweizen in GM-V, VL-GB, VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	37,5 a	36,2 a	38,3 a	30,0 b
2007	Kartoffeln in GM-V, VL-GB, VL-KL in dt FM ha <sup>-1</sup>	216 a	202 a	195 a	212 a
2008	Winterweizen in GM-V in dt TM ha <sup>-1</sup>	60,6 a	58,2 a	58,5 a	59,6 a
	Erbsen in VL-GB und VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	34,4 a	36,6 a	34,8 a	32,6 a

GM-V = Gemischtbetrieb mit Viehhaltung; VL-GB = viehloser Marktfruchtbetrieb mit Grünbrache  
VL-KL = viehloser Marktfruchtbetrieb mit Körnerleguminosen  
Innerh. der Umrandungen unterscheiden sich Mittelwerte mit ungleichen Buchstaben sig. ( $P < 0.05$ )

Lediglich im Jahr 2004 konnte bei Hafer in den beiden viehlosen Betriebssystemen VL-GB und VL-KL und in 2006 bei Winterweizen in allen Betriebssystemen ein signifikant geringerer Ertrag der pfluglosen Bodenbearbeitung FR 30/15 im Vergleich zu allen anderen Bodenbearbeitungsvarianten festgestellt werden. Der Minderertrag des Hafers kann nicht durch einen erhöhten Beikrautdruck, verdeutlicht als Beikraut im Haferstroh, erklärt werden (Tab. 3). Bei den Ergebnissen des Beikrauts im Winterweizenstroh 2006 traten signifikante Wechselwirkungen Fruchtfolge x

Bodenbearbeitung auf. In den beiden Fruchtfolgen mit Luzernekleegras (GM-V und VL-GB) wurden bei pflugloser Bodenbearbeitung höhere Beikrautanteile im Weizenstroh ermittelt als in allen anderen Bodenbearbeitungssystemen.

**Tabelle 3: Beikraut in Luzernekleegras und im Getreide- bzw. Erbsenstroh in dt TM ha<sup>-1</sup> und Spätverunkrautung in Kartoffeln (in cm) in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung**

Jahr	Fruchtart	Bodenbearbeitungssysteme			
		P 30	ZP 30/15	P15	FR 30/15
2004	Beikraut im Luzernekleegras in GM-V in dt TM ha <sup>-1</sup>	1,53 a	2,28 a	2,69 a	1,83 a
	Beikraut im Haferstroh in VL-GB und VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	0,20 a	0,49 a	0,14 a	0,44 a
2005	Beikraut im Luzernekleegras in GM-V und VL-GB in dt TM ha <sup>-1</sup>	2,11 a	2,06 a	1,85 a	1,77 a
	Beikraut im Ackerbohlenstroh in VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	0,42 a	1,28 a	0,33 a	0,44 a
2006	Beikraut im Winterweizenstroh in dt TM ha <sup>-1</sup> GM-V	0,05 b	0,62 b	0,26 b	1,51 a
	signifikante Wechselwirk. Fruchtfolge x Bodenbearbeitung VL-GB	0,09 b	0,54 b	0,21 b	1,51 a
	VL-KL	0,49 a	1,32 a	0,12 a	0,32 a
2007	Beikrauthöhe als Maß der Spätverunkrautung in Kartoffeln in cm	24,8 a	24,7 a	24,4 a	24,1 a
2008	Beikraut im Winterweizenstroh in GM-V in dt TM ha <sup>-1</sup>	0,09 a	0,11 a	0,18 a	0,24 a
	Beikraut im Erbsenstroh in VL-GB und VL-KL in dt TM ha <sup>-1</sup>	6,20 b	9,45 a	8,66 ab	10,5 a

GM-V = Gemischtbetrieb mit Viehhaltung; VL-GB = viehloser Marktfruchtbetrieb mit Grünbrache  
VL-KL = viehloser Marktfruchtbetrieb mit Körnerleguminosen

Innerh. der Umrandungen unterscheiden sich Mittelwerte mit ungleichen Buchstaben sig. ( $P < 0.05$ )

In 2008 wies die Variante tief wendender Pflug P 30 signifikant weniger Beikraut im Erbsenstroh auf als die Varianten Zweischichtenpflug ZP 30/15 und die pfluglose Variante FR 30/15.

## Diskussion

Der Beikrautanteil im Getreide- und Körnerleguminosenstroh kann als sehr präziser Indikator für die Konkurrenzwirkung, die das Beikraut auf die Kulturpflanzen ausübt, angesehen werden, weil besonders die hochwachsenden Beikräuter mit großem Massenwachstum erfasst werden. Der Beikrautanteil im Luzernekleegras 2004 und 2005 war mit 1-2 % so gering, dass er keinen Einfluss auf den Ertrag hatte. Im Juni 2007 verursachten überdurchschnittlich hohe Niederschläge und Lufttemperaturen ein sehr frühes Auftreten von *Phytophthora infestans*, so dass der Kartoffelbestand bereits am 10.07.2007 vollständig zusammengebrochen war. Somit übte die Spätverunkrautung keinen Einfluss auf die Ertragshöhe aus. Außerdem gelten die beiden Kulturen Luzernekleegras und Kartoffeln als sehr konkurrenzstark gegenüber Beikraut. Das hohe Ertragsniveau des Winterweizens 2008 wurde durch eine hohe Anzahl ährentragender Halme pro m<sup>2</sup> erreicht, was für eine sehr effektive Unterdrückung des Beikrauts in allen Bodenbearbeitungsvarianten spricht. In 2006 war das Ertragsniveau des Winterweizens dagegen relativ gering und der Beikrautanteil höher. Zumi dest für die beiden Fruchtfolgen GM-V und VL-GB kann der Minderertrag der pfluglosen Bodenbearbeitung FR 30/15 z. T. durch eine größere



Beikrautkonkurrenz erklärt werden. Von den drei Ertragsparametern stellte sich allerdings nur die Kenngröße „Körner pro Ähre“ als Ursache für den Winterweizen-Minderertrag heraus. Die Tatsache, dass dieser Parameter in einem physiologisch frühen Wachstumsstadium festgelegt wird, weist auf eine geringere Nährstoffverfügbarkeit in den Wintermonaten der pfluglosen Bodenbearbeitung hin. Bei den drei als konkurrenzschwach geltenden Sommerungen Hafer, Ackerbohnen und Erbsen konnte lediglich bei den Erbsen 2008 eine starke Verunkrautung festgestellt werden, die im Bodenbearbeitungssystem FR 30/15 signifikant höher war als in P 30. Gerade hier konnten aber keine ertraglichen Auswirkungen festgestellt werden. Eine bedeutende Ertragswirksamkeit durch Beikrautkonkurrenz wie sie Kainz et al. (2003) feststellten, kann demnach im Dauerfeldversuch Gladbacherhof nicht bestätigt werden. In der 1. Fruchtfolgerotation der Jahre 1998 bis 2003 wurden fast identische Ertragsrelationen mit geringeren Erträgen der pfluglosen Bodenbearbeitungsvariante FR 30/15 bei Ackerbohnen 1999 und Winterweizen 2000 gefunden (Schmidt et al. 2006).

### Schlussfolgerungen

Unter den klimatischen und pedologischen Bedingungen des Ökologischen Lehr- und Versuchsbetriebes Gladbacherhof scheint es möglich, in geeigneten Fruchtfolgen die übliche Bodenbearbeitung des 30 cm tief wendenden Pfluges zu reduzieren. Bei völligem Verzicht auf die wendende Pflugarbeit muss bei einigen Kulturen mit Mindererträgen und höherem Beikrautdruck gerechnet werden. Die ermittelten Ergebnisse deuten aber darauf hin, dass die geringeren Erträge bei Hafer und Winterweizen in der pfluglosen Variante FR 30/15 eher auf eine geringere Nährstoffverfügbarkeit zurückzuführen sind als auf eine starke Konkurrenzwirkung durch Beikraut.

### Literatur

- Emmerling C. (2007): Reduced and Conservation Tillage Effects on Soil Ecological Properties in an Organic Farming System. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol. 24, pp. 363-377
- Kainz M., Kimmelman S., Reents H.-J. (2003): Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau – Ergebnisse und Erfahrungen aus einem langjährigen Feldversuch. In Freyer B., (Ed.) Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, S. 33-36.
- Köller K. (1993): Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 120 S.
- Pekrun C., Schneider N., Wüst C., Jauss F., Claupein W. (2003): Einfluss reduzierter Bodenbearbeitung auf Ertragsbildung, Unkrautdynamik und Regenwurmpopulation im Ökologischen Landbau. In Freyer B., (Ed.) Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, S. 21-24.
- Schmidt H., Schulz F., Leithold G. (2006): Organic Farming Trial Gladbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. In Raupp J. et al.: Long-term Field Experiments in Organic Farming. Verlag Dr. Köster, Berlin, pp. 165-182.

## **Einfluss von Kompost und Gärgut auf Pflanzenwachstum und -gesundheit: Potential und Grenzen**

Fuchs, J.G.<sup>1</sup>, Mayer, J.<sup>2</sup> und Berner, A.<sup>3</sup>

*Keywords: compost quality, plant disease suppression, nitrogen immobilisation.*

### **Abstract**

*One hundred Swiss composts and digestates were investigated in order to evaluate their influence on plant growth and health. Important differences in biological compost quality and on the impact on soil fertility and on plant health were observed. The most important limiting factor of compost quality is the possible immobilization of mineralized nitrogen by some composts. However, quality composts have a good potential to protect plants against diseases. More attention should be paid to the control of the composting process in order to improve the biological quality of composts with more beneficial effects on crops.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Auch in Biolandbau werden immer mehr Betriebe viehlos bewirtschaftet. Dadurch gewinnt das Humusmanagement des Bodens an Bedeutung. Komposte können diesbezüglich eine zentrale Rolle spielen. Komposte beeinflussen je nach ihrer Qualität die Bodeneigenschaften, das Pflanzenwachstum und die -gesundheit unterschiedlich. Diese Einflüsse erfolgen indirekt über die Bodenstruktur, die Durchlüftung und den Wasserhaushalt (Tejada & Gonzales, 2007; Taban & Movahedi-Naeini, 2006). Direkt wirken die Komposte auf das Pflanzenwachstum und -gesundheit durch das Hinzufügen von Nährstoffen und durch ihre mikrobiologische Aktivität. Die Nährstoffgehalte der Komposte sind abhängig vom Ausgangsmaterial, die biologischen Eigenschaften werden vom Kompostprozess und der Reife der Komposte beeinflusst (Fuchs et al., 2006). Um das Potential und die Grenzen der Kompostanwendung abschätzen zu können, untersuchten wir das Mineralisierungs- und das antiphytopathogene Potential von einhundert Grünabfallkomposten aus der Schweiz.

### **Methoden**

Einhundert Kompost- und Gärgutproben wurden auf repräsentativen Kompost- und Vergärungsanlagen der Schweiz nach den Weisungen der FAC für Abfalldünger gezogen (FAC 1995).

Die Stickstoffmineralisierung der Komposte wurde bestimmt nach den Schweizerischen Referenzmethoden (2005). Fünf Prozent Kompost Trockensubstanz wurden in einen Referenzboden gemischt und bei 50% Wasserhaltekapazität bei 25°C in Plastikdosen (12 x 10 x 5 cm, mit Belüftungslöchern) bebrütet. Der mineralisierte Stickstoff ( $N_{\min} = \text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) wurde nach 0, 2, 4, 6 and 8 Wochen analysiert.

---

<sup>1</sup> Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Ackerstrasse, 5070 Frick, Switzerland, jacques.fuchs@fibl.org, www.fibl.org

<sup>2</sup> Agroscope FAL Reckenholz, Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, CH-8046 Zurich, Switzerland, jochen.mayer@art.admin.ch

<sup>3</sup> Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Ackerstrasse, 5070 Frick, Switzerland, alfred.berner@fibl.org, www.fibl.org

Zwei Krankheitsunterdrückungstests mit Gurken (*Cucumis sativus*)-*Pythium ultimum* und Basilikum (*Ocimum basilicum*)-*Rhizoctonia solani* wurden nach Fuchs et al. (2006) durchgeführt.

Bei den Feldversuchen wurden im Frühjahr auf Parzellen von 10m<sup>2</sup> Grösse, umgerechnet 100 m<sup>3</sup> verschiedenen Komposten pro Hektar gegeben. Danach wurde Mais gesät. Nach der Maisernte im Herbst wurden Bodenproben entnommen und untersucht. Vier Wiederholungen pro Verfahren wurden angelegt.

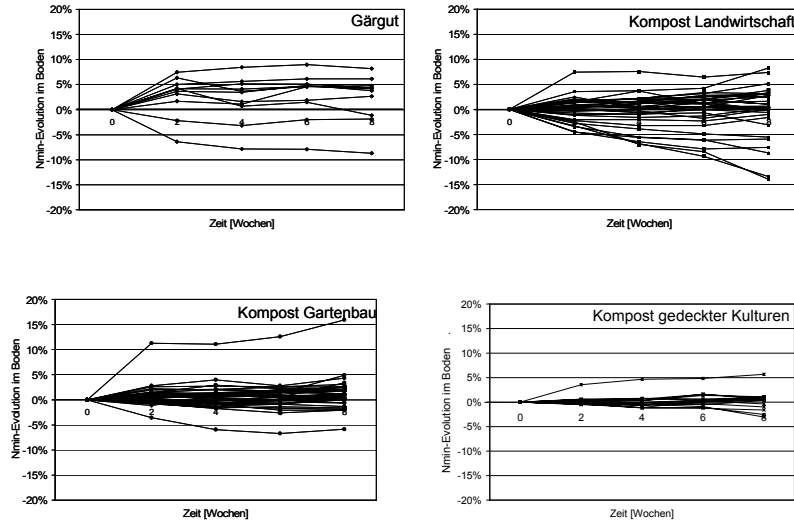
### Ergebnisse

Kompost und Gärgut wurden nach den Kriterien der VKS-Richtlinien 2001 (Fuchs et al., 2001) in folgende Produktklassen eingeteilt: Gärgut, Komposte für die Landwirtschaft, Komposte für den Gartenbau und Komposte für gedeckten Pflanzenbau und Hobbybereich. Gärgut enthält hohe Mengen mineralisierten Stickstoff, vor allem Ammonium und relative wenig ligninreiches, organisches Material. Daher wird durch solche Materialien keine Stickstoffsperre nach der Anwendung erwartet. In der Praxis mineralisieren die Gärsubstrate sehr unterschiedlich (Abb. 1). Der Grund für eine Stickstoffsperre durch Gärgut liegt darin, dass diese Produkte nicht immer frisch angewendet werden. Durch ungünstige Lagerung trocknet das Gärgut aus und der Ammoniak entweicht in die Luft, zurück bleibt ein ligninreiches Restsubstrat. Bei den anderen Produktklassen kann das Verhalten der Komposte bezüglich Stickstoffimmobilisierung besser abgeschätzt werden. Komposte für die Landwirtschaft enthalten noch viel unverrottetes, ligninreiches Rohmaterial. Der Abbau dieser holzigen Materialien benötigt im Boden vorübergehend pflanzenverfügbaren Stickstoff, die Mineralisierungsleistung ist vorhersehbar gering (Abb. 1). Sind die Komposte reifer, so verkleinert sich das Risiko einer Stickstoffimmobilisierung (Abb. 1).

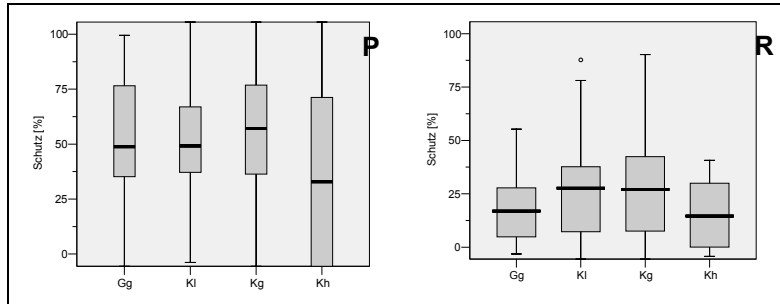
Keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Produktklassen konnten in der Krankheitsunterdrückung von Gurken gegen *P. ultimum* beobachtet werden. Eine grosse Mehrheit der Komposte reduzierte die Anfälligkeit der Gurken gegenüber diesem Pathogen signifikant (Fig. 2 P). Der Schutz des Basilikums gegenüber *R. solani* war deutlich weniger effizient (Fig. 2 R). Der Kompost für den Gartenbau schützte offenbar Basilikum am Besten gegen *R. solani* (Fig. 2R). Wie auch von anderen Autoren erwähnt (Hoitink et al., 1997; Fuchs, 2002; Fuchs and Larbi, 2005), zeigte sich auch hier ein genereller Unterdrückungsmechanismus für *P. ultimum* und ein spezifischer Mechanismus für die Unterdrückung von *R. solani*.

Zwei Feldversuche mit Mais wurden 2004 und 2005 durchgeführt. In beiden Jahren immobilisierte der Kompost für die Landwirtschaft mineralischen Stickstoff im Boden. Die Stickstoffblockade führte beim Mais zu einer Wachstumsreduktion von 10 bis 20% sechs Wochen nach der Saat. Durch zusätzlichen Stickstoffdünger konnte die Depression überbrückt werden, sodass bei der Ernte keine signifikanten Mindererträge mehr gemessen wurden.

Im Feldversuch konnte eine erhöhte biologische Aktivität des Bodens durch die Komposte bei der Ernte gemessen werden. Die Pathogenunterdrückung der Böden war aber nicht unterschiedlich. Dies könnte zweierlei Ursachen haben: Erstens, die Dauer des Versuches – eine Saison – ist zu kurz um die Krankheitsanfälligkeit im Boden zu verändern. Die zweite mögliche Ursache könnte darin liegen, dass eine erhöhte Krankheitsunterdrückung auf diesem Feld nicht mit einer einzigen Kompostgabe noch weiter erhöht werden kann.



**Abbildung 1: Auswirkung der Zugabe unterschiedlicher Schweizer Komposte auf den Gehalt an Nmin im Boden eines Brutversuches.**  
 Die Veränderung des Nmin nach 2, 4, 6 und 8 Wochen wird in Prozent des Startwertes gleich nach der Zugabe des Kompostes angegeben. Die Produktklassen sind gruppiert nach den Richtlinien des VKS 2001 (Fuchs et al., 2001)



**Abbildung 2: Krankheitsunterdrückungspotential gegen Bodenpathogene von Schweizer Komposten.**

P: Schutz von Gurke gegen *Pythium ultimum*; R: Schutz von Basilikum gegen *Rhizoctonia solani*.  
 Gg = Gärgut, Kl = Kompost für die Landwirtschaft, Kg = Kompost für den Gartenbau, Kh = Kompost für gedeckten Pflanzenbau und den Hobbybereich.

In einem früheren Versuch konnte im Gemüsebau nach fünf Jahren eine signifikante Krankheitsunterdrückung durch Komposte nachgewiesen werden (Fuchs, 2002).

## Schlussfolgerungen

Qualitätskomposte haben bei korrekter Anwendung ein hohes Potential das Pflanzenwachstum und die Pflanzengesundheit zu verbessern. Das grösste Risiko der Kompostanwendung liegt in der Stickstoffimmobilisierung, speziell bei der Anwendung im Frühjahr. Um solche Probleme zu vermeiden, sollten speziell bei ligninreichem Kompostrohmaterial, die Ammoniakverluste während der Kompostierung verringert werden. Die biologische Qualität der Komposte entsteht durch den Rotteprozess. Diese biologische Qualität unterscheidet Komposte von andern Düngern und Bodenverbesserungsmitteln. Um dieses positive Eigenschaft zu nutzen, ist es wichtig den Kompostierprozess zu optimieren um ein Produkt von guter Qualität zu herzustellen. Dazu ist es nötig nicht nur Schwermetall- und Nährstoffgehalte zu betrachten sondern das Blickfeld auch auf die biologische Qualität zu erweitern. Diese Arbeit zeigt klar das Potential der Komposte, nur wird dies leider in der Praxis noch viel zu wenig genutzt.

## Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesamt für Umwelt BAFU, dem Bundesamt für Energie BFE und dem Kanton Zürich (CH) für ihre finanzielle Unterstützung; dem Bundesamt für Landwirtschaft BLW, dem Verband der Kompost- und Vergärwerke Schweiz VKS sowie den Kompost- und Vergärwerkebetreiber für ihre technischen Unterstützung.

## Literatur

- FAC (1995) Compost and sewage sludge: Guidelines and Recommendations of the Research Centre for Agricultural Chemistry and Environmental Science with respect to waste fertilisers. EDMZ Art.-Nr. 730.920.d
- Fuchs, J.G. (2002): Practical Use of Quality Compost for Plant Health and Vitality Improvement; In: Insam H, Riddech N, Klammer S (eds.), Microbiology of Composting, Springer Verlag, D-Heidelberg, pp. 435-444.
- Fuchs J.G., Baier U., Berner A., Mayer J., Tamm L., Schleiss, K. (2006): Potential of different composts to improve soil fertility and plant health. In: E.Kraft, W. Bidlingmaier, M. de Bertoldi, L.F. Diaz & J. Barth. (eds.): Proceedings of the International Conference ORBIT 2006 "Biological Waste Management: From Local to Global", Part 2 Composting – Quality, Application and Benefit, Life Cycle Analysis, Sludge and Soil; ORBIT e.V. Publishing, D-Weimar; pp. 507-518.
- Fuchs J.G., Galli U., Schleiss K., Wellinger A. (2001): ASCP Guidelines 2001: Quality criteria for composts and digestates from biodegradable waste management. Published by the Association of Swiss Compost Plants (ASCP) in collaboration with the Swiss Biogas Forum, 11 pp.
- Fuchs, J.G., Larbi, M. 2005. Disease control with quality compost in pot and field trials. Paper presented at 1 International Conference on SOIL and COMPOST ECO-BIOLOGY, León - Spain, 15.-17. Sep. 2004, page pp. 157-166. SoilACE, Biomasa Peninsular, c/Cartagena, 58, 1, SP-Madrid 28028.
- Hoitink H. A. J., A.; Stone G.; Han D.Y. (1997): Suppression of plant diseases by composts. HortScience 32:184-187.
- Schweizerische Referenzmethoden (2005): Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 4 - Düngeruntersuchungen (Abfall-, Hof-, Mineraldünger).
- Taban, M., Movahedi-Naeini, S.A.R. (2006): Effect of aquasorb and organic compost amendments on soil water retention and evaporation with different evaporation potentials and soil textures. Communications in Soil Science and Plant Analysis 37: 2031-2055.
- Tejada, M., Gonzales, J.L. (2007): Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. Soil & Tillage Research 93(1): 197-205.

## Stickstoffausnutzung, Beikrautregulierung und Erträge unterschiedlicher Bestellverfahren

Anken, T.<sup>1</sup>, Richner, W.<sup>2</sup>, Mäder, P.<sup>3</sup> und Schmid, O.<sup>3</sup>

*Keywords: tillage, organic farming, hoeing, nitrogen efficiency, weed control*

### Abstract

*In a field trial of several years duration, an organic cultivation technique (BIO) was compared to ploughing, shallow tillage and no tillage. In the case of BIO, soil tillage was accomplished both by ploughing (prior to maize) and by mulch seeding (prior to cereals). The maize yields of the various techniques showed no significant differences in the case of slurry application. BIO-wheat yielded slightly lower in certain years, a fact attributable to low plant density. Wide spacing between rows (25 cm) and hoeing of the cereals enabled mulch seeding without weed-regulation problems in the case of BIO. Where slurry fertiliser was applied, the apparent nitrogen utilisation of the plants – despite application via an umbilical-hose spreader – was low, with values of 30-70%. Clearly, significant unused potential lurks here.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im Biolandbau wird besonders wegen der Unkrautregulierung meist vor jeder Hauptkultur gepflügt. Um die negativen Auswirkungen des Pflügens wie Förderung der Bodenerosion, Reduktion der Regenwurmpopulationen und der hohen Kosten zu verringern, ist es auch im Biolandbau erwünscht, den Pflugeinsatz zu reduzieren (Hampl 1990, Heisler 1998). Der vorliegende Feldversuch hatte zum Ziel, Mulchsaatverfahren im biologischen Landbau einzusetzen und mit Bestellverfahren des konventionellen Landbaus (Pflug, flache Bearbeitung, Direktsaat) zu vergleichen.

### Methoden

Auf einem sandigen Lehmboden standen in Tänikon dem Biolandbauverfahren (BIO) die Verfahren "Pflug" (PF), "flache Bearbeitung" (FL) und "Direktsaat" (DS) gegenüber (Standortdetails siehe Anken et al. 2005). Die drei letztgenannten Verfahren wurden nach den Richtlinien des "ÖLN" (Ökologischer Leistungsnachweis des Bundes, Schweiz) bewirtschaftet. Die untersuchten Kulturen waren Silomais (1999) - Winterweizen (2000) - Silomais (2001) - Winterweizen (2002) - Wintergerste (2003) - Kunstwiese (2004) - Kunstwiese (2005) - Silomais (2006) und Winterweizen (2007). Bei BIO erfolgte in den Jahren 1999, 2001 und 2006 vor der Maissaat ein Wiesenumbruch mit dem Pflug, während sonst nur flach (5-8 cm) mit einer Kreiselegge oder einer gezogenen Egge bearbeitet wurde. Bei PF erfolgte die Bodenbearbeitung jährlich mit einem Zweischarpflug gefolgt von einer Kreiselegge. Bei FL wurde wie bei BIO und PF eine Spatenrollegge für die Stoppelbearbeitung verwendet; Grundbodenbearbeitung erfolgte keine. Bei FL dienten eine Kreiselegge beim Wintergetreide und eine Streifenfräse beim Mais für die Saatbettbereitung. Bei DS fand keinerlei Bodenbearbeitung statt. Die Reihenabstände beim Mais betragen

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, 8356, Ettenhausen, CH, [thomas.anken@art.admin.ch](mailto:thomas.anken@art.admin.ch), <http://www.art.admin.ch>

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholz, 8046, Zürich, CH

<sup>3</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, 5070, Frick, CH, <http://www.fibl.org>

für alle Verfahren 75 cm. Beim Wintergetreide massen die Abstände der Saatreihen bei PF und FL 12,5 cm, bei DS 19 cm und bei BIO 25 cm. Der weite Reihenabstand von 25 cm bei BIO ermöglichte den Einsatz eines Hackgerätes im Getreide. Die Bodenbedeckung der Begleitflora wurde parzellenweise bonitiert.

Die Parzellen dieser Hauptverfahren waren in drei Stickstoffdüngungsverfahren unterteilt (Split-Plot mit vier Wiederholungen). Bei BIO wurden im Verfahren Gülle 1 (**GUL1**) über die ganze Fruchtfolge gesehen die Rindervollgülle von 1,8 RGVE/ha und bei Gülle 2 (**GUL2**) die Menge von 1,2 RGVE/ha verabreicht.

Bei den ÖLN-Verfahren wurden ein mineralisches Verfahren (**MIN**) und ein Verfahren mit Rindervollgülle (**GUL** mit 80 %  $\text{NH}_4$ -Gülle-N von Min) verglichen. Die Bemessung der mineralischen Stickstoffdüngung bei MIN erfolgte nach der  $N_{\min}$ -Methode, wobei für den Mais im 5-Blattstadium die Formel "Menge gedüngter Stickstoff = 180 kg N - kg N im Boden ( $N_{\min}$ )" galt. Beim Weizen kam die Formel  $120 \cdot N_{\min}$  zur Anwendung. Details zur Düngung und zur gesamten Versuchsanlage stehen in Anken et al. (2005).

Die scheinbare Stickstoffausnutzung wurde nach der Formel:  $(N \text{ in gedüngten Pflanzen} - N \text{ in ungedüngten Pflanzen}) / \text{gedüngter N} \cdot 100$  berechnet. Im Vergleich zu den ungedüngten Parzellen sagt die Stickstoffausnutzung aus, wie viel des gedüngten Stickstoffes durch die oberirdischen Pflanzenteile aufgenommen wurde. Bei dieser Berechnung wurde bei der Gülle nur der mineralische Stickstoff (Ammonium) einbezogen, der organische Anteil blieb unberücksichtigt.

Dieser Artikel beschränkt sich auf die Ergebnisse von Winterweizen und Silomais.

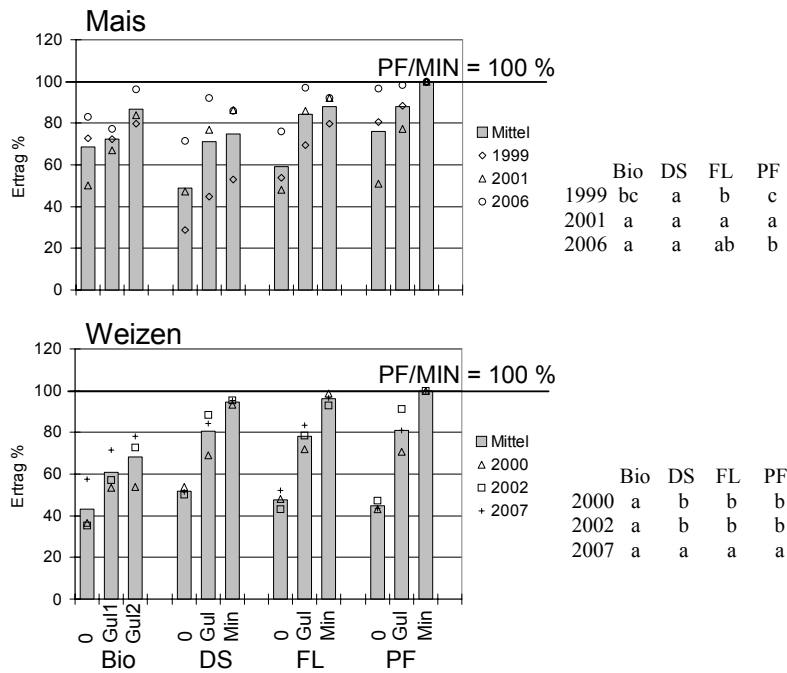
### Ergebnisse und Diskussion

Die relativen Trockenmasseerträge von Silomais und die Kornerträge von Winterweizen sind in Abbildung 1 dargestellt. Statistisch gesehen erzielte das Verfahren BIO bei vergleichbarer Güllendüngung beim Mais ebenbürtige Erträge im Vergleich zu den anderen drei Bestellverfahren. Bei Weizen lagen die Erträge von BIO der Jahre 2000 und 2002 tiefer als die der konventionellen Bestellverfahren. Dies lässt sich vor allem durch die geringeren Bestandesdichten erklären, da die Anzahl Körner pro Ähre und das Tausendkorngewicht nur leicht geringer ausfielen (Anken et al. 2005). Im Jahr 2007 zeigte sich kein Ertragsunterschied. Die mineralische Düngung bewirkte bei allen Verfahren die höchsten Erträge.

Abbildung 2 stellt die scheinbare Stickstoffausnutzung der unterschiedlichen Düngungsverfahren dar. Zusätzlich zu den im vorliegenden Versuch erzielten Stickstoffausnutzungen (Jahresmittelwerte aller Güllerverfahren und des Mineraldüngerverfahrens) sind in dieser Abbildung die von Walther (1998) publizierten Werte eingetragen. Die tiefen Werte von 30-60 % zeigen ein grosses, nicht durch die Pflanzen genutztes Stickstoffpotential auf.

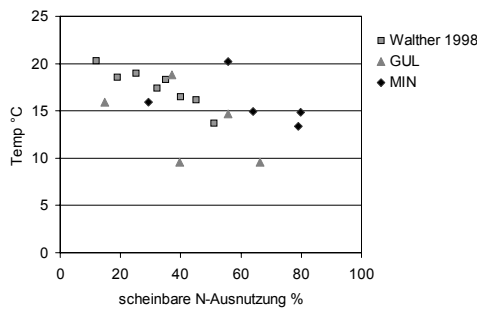
Die Regressionsgleichung:

Scheinb. N-Ausnutzung Gülle =  $-10^{-5} \cdot (\text{Lufttemperatur})^6 - 1.38 \cdot \text{rel. Luftfeucht.} + 147.2$  ( $r^2=0.73$ ) zeigt, dass Lufttemperatur und -feuchte zum Zeitpunkt der Gülleausbringung eine wichtige Rolle spielen.



**Abbildung 1: Relative Erträge der verschiedenen Verfahren im Vergleich zum Pflugverfahren mit mineralischer Düngung (PF/MIN) als 100 %.**

Bio = Biologischer Landbau, DS = Direktsaat, FL = Flache Bearbeitung, PF = Pflug, 0 = keine N-Düngung, GUL = Gülledüngung, MIN = Mineralische Düngung. Unterschiedliche Buchstaben (a, b,...) bezeichnen statistische Unterschiede nach Tukey. Abgesehen von einer Ausnahme unterschieden sich alle Düngungsverfahren signifikant voneinander.

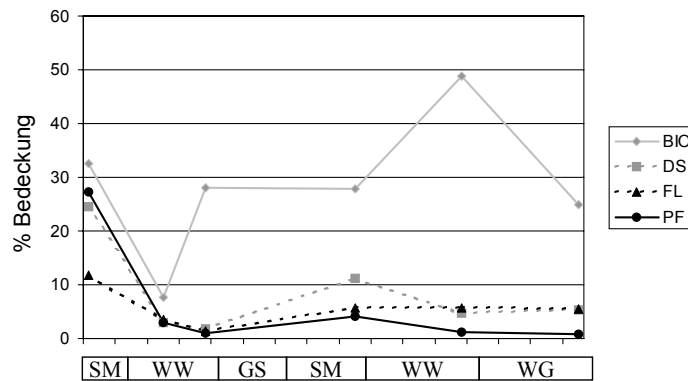


**Abbildung 2: Scheinbare N-Ausnutzung des gedüngten Stickstoffs durch die Pflanzen in Abhängigkeit der Lufttemperatur bei der Ausbringung.**

Die Beikrautregulierung erfolgte mittels Hacken und Striegeln. Abbildung 3 zeigt die Bodenbedeckung der verschiedenen Verfahren während der ersten



Fruchtfolgeperiode. Die Mulchsaatverfahren unter biologischem Anbau zeigten eine Tendenz zu Vergrasung auf. Es zahlte sich deshalb aus, den Reihenabstand bei Getreide auf 25 cm zu setzen, um zwischen den Reihen hacken zu können. Nur mit dem Striegel hätten die Gräser nicht unter Kontrolle gehalten werden können.



**Abbildung 3. Bodenbedeckung der verschiedenen Bestellverfahren in der Fruchtfolge ab 1999. SM: Silomais, WW: Winterweizen, GS: Gelbseñ, WG: Wintergerste.**

### Schlussfolgerungen

Der Pflugeinsatz lässt sich im Biolandbau vermindern, indem mittels erhöhter Reihenabstände das Hacken in Getreide ermöglicht wird. Nur mit dem Striegel wäre es auf dem vorhandenen Standort nicht möglich gewesen, stark verwurzelte Grashorste zu regulieren. Der Wechsel zwischen Pflug und Mulchsaat im BIO-Verfahren hat sich im vorliegenden Versuch gut bewährt.

Die tiefen Werte der scheinbaren Ausnutzung des mineralischen Güllestoffs belegen, dass im Bereich der pflanzenbaulichen Verwertung der Gülle noch ein grosses Verbesserungspotenzial schlummert.

### Literatur

- Anken T., Irla E., Heusser J., Schmid O., Mäder P., Richner W., Walther U., Brack E. und Scherrer C., 2005. Bestellverfahren und Stickstoffdüngung in biologischen und integrierten Anbausystemen. ART-Berichte 639, 8 S.
- Hapl, U. 1990. Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau. Ökologie+Landbau 76, 16-23.
- Heisler, C. 1998. Beeinflussung der biologischen Aktivität durch Bodenbearbeitung und Fruchtfolge. Agribiological Research 51 (4), 289-297.
- Walther, U., 1998. Beim Güllen entscheiden Menge, Gehalt und Wetter über N-Wirkung. Agrarforschung 5 (2), 77-80.

## Ertrag und Wurzelkolonisation mit arbuskulären Mykorrhiza-Pilzen von organisch oder mineralisch gedüngtem Weizen auf trockenem, sandigen Boden

Raupp, J.<sup>1</sup>, Oltmanns, M.<sup>1</sup>, Jarosch, A.-M.<sup>1</sup> und Neumann, E.<sup>2</sup>

*Keywords: mineral fertilizer, cattle manure, drought, nitrogen, mycorrhiza*

### Abstract

*We investigated wheat yield and arbuscular mycorrhiza (AM) fungal root colonization and spore formation in response to fertilization, either with high or low amounts of mineral fertilizer or cattle manure since 27 years. At low rates there was no difference in yield between minerally and organically fertilized plants. High rates of mineral fertilizers reduced yields. Reasons can be that either the high nitrogen availability was less effectively used for grain development of minerally fertilized plants, or the mineral fertilization rendered the plants more sensitive towards drought stress. The extent of AM fungal root colonization appeared to depend on the plant P nutritional status rather than the type of fertilizer applied. The lower fertilization showed higher rates of AM root colonization. The number of AM spores, however, was higher in organically compared with minerally fertilized soil, indicating that organic fertilization increased reproduction of these beneficial microbes under dry soil conditions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Mobilität von Mineralstoffen in der Bodenlösung nimmt gewöhnlich mit zunehmender Bodentrockenheit ab (Gahoonia et al.1994). Zudem ist in trockenen Böden die mikrobielle Aktivität und somit die Freisetzung von Mineralstoffen aus organischer Substanz stark verzögert. Daher kann es bei organisch gedüngten Pflanzen in trockenen Böden zu einer unzureichenden Nährstoffversorgung kommen. Nützliche Bodenorganismen wie arbuskuläre Mykorrhiza-Pilze (AMP) können das Pflanzenwachstum bei Bodentrockenheit verbessern (Augé 2001). Über die Effekte verschiedener Düngemittel auf die Etablierung der AMP-Symbiose unter trockenen Bodenbedingungen ist aber erst wenig bekannt. Unser Ziel war daher, die Effekte von Stallmist und Mineraldünger in verschiedenen Aufwandmengen auf die Entwicklung von Sommerweizen sowie auf die Wurzelkolonisation mit AMP und deren Sporenbildung in einem Langzeitversuch auf trockenem, sandigem Boden zu untersuchen.

### Methoden

Die Untersuchungen fanden an einem Langzeit-Versuch in Darmstadt, Deutschland (49° 50' N, 8° 34' E; 100m ü.NN; sandige Braunerde) statt. Die Parzellen wurden seit 1980 entweder mit Rottemist und den biologisch-dynamischen Präparaten (RMBD) oder mit Mineraldünger (Kalkammonsalpeter, Superphosphat, Kalimagnesia) (MIN) gedüngt. Bemessen nach dem Gesamt-Stickstoffgehalt wurden von beiden Düngerarten zwei verschiedene Mengen appliziert (Tabelle 2). Jede Variante gab es in vier Wiederholungen als Streifenanlage. In 2007 wurde Sommerweizen (*Triticum aestivum* L., var. Passat) angebaut; die Vorfrucht war Alexandrinerklee (*Trifolium*

---

<sup>1</sup> Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt

<sup>2</sup> Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Theodor-Echtermeyerweg 1, 14979 Großbeeren

*alexandrinum* L., var. Alex). Der Frühling 2007 war extrem trocken (Tabelle 1). Im Mai und Juni wurden insgesamt 23 mm bewässert. Die Kornproben wurden nach den üblichen Standards auf einen Mindestdurchmesser von 2,2 mm gesiebt. Weitere Details des Experiments beschreiben Raupp und Oltmanns (2006).

Am 10.07.2007 (der Weizen befand sich im Stadium BBCH 75) wurden aus zwei Tiefen (0-5 cm und 5-10 cm) Bodenproben für die Untersuchungen der AM-Sporendichte und der Wurzelkolonisation mit AMP entnommen. Nach Anfärbung der Wurzeln mit Trypan-Blau und Milchsäure (Koske & Gemma 1989), erfolgte die Erfassung der infizierten Wurzellänge mit einer modifizierten Gridline-Intersection-Method (Tennant 1975). Nach der Methode von Ianson und Allen (1986) wurden die Pilzsporen aus je 80g luftgetrocknetem Boden isoliert und nach Fixierung (Thomas et al. 1965) unter einem Stereoskop gezählt.

**Tabelle 1:  
Lufttemperatur (°C)  
und Niederschläge  
(mm) im Jahr 2007.**

Monat	°C	mm
März	7,3	55,8
April	13,5	1,0
Mai	15,5	154,5
Juni	18,7	86,3
Juli	18,3	91,0

Analytische Daten wurden auf Normalverteilung geprüft. Anschließend wurde eine Varianzanalyse mit dem Split-Block-Modell von Federer (1975), Beispiel 7.3 gerechnet. Mittelwerte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ ).

**Tabelle 2: Ausgebrachte Mengen (kg ha<sup>-1</sup>) an Stickstoff, Phosphor und Kalium (N/P/K) mit Mist (RMBD) oder Mineraldünger (MIN) in zwei Stufen.**

Applikationszeitpunkt			niedrig	hoch
			N/P/K	N/P/K
RMBD	Rottemist	vor Aussaat	60/16/115	100/26/191
	Jauche	Bestockung	-	40/<1/ 56
MIN	1.Applikation	vor Aussaat	60/22/62	100/44/104
	2.Applikation	Bestockung	-	40/ 0/ 0

## Ergebnisse und Diskussion

### Düngungseffekte auf den Weizenertrag und den Mineralstoffgehalt im Weizenstroh

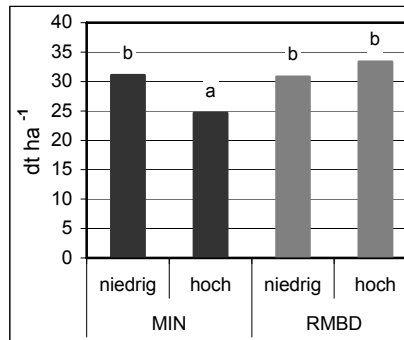
In 2007 war der Ertrag mit 31-33 dt ha<sup>-1</sup> (Abbildung 1) etwa 7 dt ha<sup>-1</sup> unter dem langjährigen Mittel dieser Kultur in diesem Versuch. Dies ist wahrscheinlich auf den geringen Niederschlag im März und April (Tabelle 1) zurückzuführen. Aus technischen Gründen konnte zu dieser Zeit noch keine Beregnung stattfinden. Bei der Variante mit hoher Mineraldüngung wurden sehr viele Kümmerkörner gebildet (Daten nicht gezeigt). Daher war hier der Kornertrag signifikant geringer als bei allen anderen Varianten.

Die schlechte Kornausbildung bei der hohen Mineraldüngerstufe zeigte sich auch beim Tausendkorngewicht. Mit 34 g anstelle von 38-41 g war es in dieser Variante am geringsten ( $p < 0,05$ ).

Die Stickstoffkonzentration im Weizenstroh war in beiden Düngerstufen bei MIN signifikant höher als in RMBD (Tabelle 3).

Die Phosphor- und Kaliumgehalte im Stroh stiegen bei beiden Düngerarten mit erhöhter Applikationsmenge an. Die N-Gehalte zeigen die leichtere N- Verfügbarkeit bei Mineraldüngung. Die intensive N-Aufnahme war allerdings ineffizient für die Ertragsbildung der Pflanzen. Bei zunächst hoher N-Verfügbarkeit haben die mineralisch gedüngten Pflanzen in frühen Wachstumsstadien viele Kornanlagen gebildet.

In späteren Wachstumsphasen konnten sich dann die Körner allerdings wegen Mangel an Nährstoffen und vielleicht auch an Wasser nicht richtig entwickeln.



**Abbildung 1: Kornertrag von Weizen (dt ha<sup>-1</sup>) bei Mineraldüngung (MIN) und Rottemistdüngung mit den biologisch-dynamischen Präparaten (RMBD), jeweils in zwei Stufen**

Auswirkungen des Düngungsmittels auf die Wurzelkolonisation mit AM Pilzen und die Sporenproduktion

Die mit AMP infizierte Wurzellänge nahm mit zunehmender Düngermenge ab; die Düngerart hatte lediglich einen geringen Einfluss (Tabelle 4). Tabelle 3 zeigt, dass der P-Gehalt der Pflanzen unabhängig von der Düngerart mit steigender Düngermenge zunimmt. Dies unterstützt die frühere Annahme, dass der pflanzliche P-Status ein entscheidender Faktor für die externe Wurzelinfektion mit AMP ist. Die Anzahl der gefundenen AMP-Sporen im Boden (Tabelle 5) sind im Vergleich zu anderen Untersuchungen, in denen die Anzahl meist unter 100 Sporen pro g trockenem Boden lag (Dandan & Zhiwei 2007, Mathimaran et al. 2005) recht hoch. Möglicherweise stammten nicht alle gefundenen

		RMBD	MIN	Mittel
N (%TM)	Niedrig	0,40 a	0,56b	0,48
	Hoch	0,53 b	0,91c	0,72
	Mittel	0,47	0,73	
P (%TM)	Niedrig	0,10	0,11	0,11a
	Hoch	0,12	0,14	0,13b
	Mittel	0,11	0,12	
K (%TM)	Niedrig	0,66	0,94	0,80a
	Hoch	1,11	1,38	1,25b
	Mittel	0,89	1,16	

**Tabelle 4: Länge der mit AMP kolonisierten Wurzeln in Prozent der Gesamtwurzellänge in verschiedenen Bodentiefen**

Bodentiefe	RMBD		MIN	
	niedrig	hoch	Niedrig	hoch
0-5 cm	54,2	37,3	58,7	31,5
5-10cm	64,7	40,2	67,2	32,5
Mittel	59,4 c	38,8 b	63,0 c	32,0a

Beprobungstermin.

**Tabelle 5: Anzahl der AM-Pilzsporen pro g trockenem Boden**

Bodentiefe	RMBD		MIN		Mittel
	niedrig	hoch	niedrig	hoch	
0-5 cm	203	223	133	157	179y
	213 c		145 ab		
5-10 cm	154	166	121	137	145x
	160 b		129 a-		

geschieht hauptsächlich durch Sporulation. Daher kann durch unsere Ergebnisse angenommen werden, dass (1) bezüglich des Reproduktionserfolgs die Fitness der AMP in organisch gedüngtem Boden höher war als im mineralisch gedüngten und dass (2) im Vergleich zu mineralischer Düngung organische Düngung das AM-Infektionspotential steigert.

### Schlussfolgerungen

Unsere Ergebnisse lassen vermuten, dass bei verminderter Wasserzufuhr und Einsatz von hohen Düngermengen mit organischem Dünger höhere Erträge erzielt werden können als unter Verwendung von Mineraldünger. Da die Anzahl der AM-Sporen im organisch gedüngten Boden höher war, kann man erwarten, dass die Fitness und Reproduktion der AMP als nützliche Bodenorganismen in trockenen und sandigen Böden durch Stallmist gefördert wird.

### Literatur

- Augé R.M. (2001): Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11:3-42.
- Dandan Z. & Zhiwei Z. (2007): Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the hot-dry valley of the Jinsha River, southwest China. *Applied Soil Ecology* 37:118-128.
- Federer W.T. (1975): The misunderstood split plot. In: Gupta R.P.(Hrsg.): *Applied Statistics*. North-Holland Publishing Comp, S. 9-39.
- Gahoonia T.S., Raza S., Nielsen N.E. (1994): Phosphorus depletion in the rhizosphere as influenced by soil moisture. *Plant & Soil* 159:213-218.
- Gryndler M., Hršelová H., Sudová R., Gryndlerov. H., Řezáčová V., Merhautová V. (2004): Hyphal growth and mycorrhiza formation by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum* BEG 23 is stimulated by humic substances. *Mycorrhiza* 15:483-488.
- Gryndler M., Jansa J., Hršelová H., Chvátalová I. & Vosátka M. (2003): Chitin stimulates development and sporulation of arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology* 22:283-287.
- Ianson D.C., Allen M.F. (1986): The effect of soil texture on extraction of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores from arid soils. *Mycologia* 78:164-168.
- Koske R.E., Gemma J.N. (1989): A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research* 92:486-505.

Sporen von den Weizen-Mykorrhizapilzen, sondern zum Teil noch von den AMP der mykotrophen Vorfrüchte. Bei den meisten Endomykorrhizapilzarten erfolgt die Sporulation nach erfolgreicher Wurzelbesiedlung kontinuierlich, erreicht aber am Ende der Vegetationsperiode einen Höhepunkt. Es ist aus diesem Grund wahrscheinlich, dass die Sporenzahlen am Ende der Anbauperiode noch höher waren als zum

Die Anzahl der Sporen bei Mistdüngung war signifikant höher als bei mineralischer Düngung. Der organische Dünger scheint die Sporulation der AMP stimuliert zu haben. Aus früheren Studien wurde beschrieben, dass organische Substanzen wie Huminsäuren oder Chitin die AM- Sporulation stimulieren (Gryndler et al. 2003, 2004), was auch in unserem Versuch eine Rolle gespielt haben könnte. Die Reproduktion von AM-Pilzen

- Mathimaran N., Ruh R., Vulliod P., Frossard E., Jansa J. (2005): *Glomus intraradices* dominates arbuscular mycorrhizal communities in a heavy textured agricultural soil. *Mycorrhiza* 16:61-66.
- Raupp J., Oltmanns M. (2006): Soil properties, crop yield and quality with farmyard manure with and without biodynamic preparations and with inorganic fertilizers. In: Raupp J., Pekrun C., Oltmanns M., Köpke U. (Hrsg.): *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR Scientific Series 1, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 135-155.
- Tennant D. (1975): A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology* 63:995-1001.
- Thomas A., Nicholas D.P., Parkinson D. (1965): Modifications of the agar film technique for assaying lengths of mycelium in soil. *Nature* 205:105.

## Erhöhte Trockenstresstoleranz von Klee gras nach reduzierter Bodenbearbeitung

Berner, A.<sup>1</sup>, Nietlisbach, B.<sup>1</sup>, Frei, R.<sup>1</sup>, Niggli, U.<sup>1</sup> und Mäder, P.<sup>1</sup>

*Keywords: Organic farming; reduced tillage; grass-clover; yield; mineral content*

### Abstract

*Grass-clover leys are an integral part of organic rotations. We performed an experiment with reduced tillage (RT) and conventional tillage (CT) using mouldboard ploughing in a rotation in Frick (Switzerland) on a heavy soil and 1000 mm mean annual precipitation. The grass-clover mixture was sown in autumn 2005 after uniform seed bed preparation with a rotary hoe in both tillage systems without ploughing. After emergence most of the clover seedlings collapsed in the CT plots due to draught, while they survived in the RT plots. This led to a much higher share of clover in the mixture under RT. Grass-clover yields were 29 and 23% higher in RT than in CT plots in the first and second year of cultivation in 2006 and 2007, respectively. Grass grown in RT plots was higher in nitrogen (N), phosphorous (P), potassium (K) and magnesium (Mg) content than in CT plots; clover contained solely more P in RT plots. Over all grass-clover had better growing conditions in RT compared to CT plots in our experiment, reflecting after-effects of the differentiated tillage schemes applied for the preceding arable crops. It is suggested that reduced tillage has a high potential to improve water stress tolerance of cropping systems.*

### Einleitung und Zielsetzung

Reduzierte Bodenbearbeitung bietet Vorteile bei der Erosionsbekämpfung und bei der Förderung der Bodenfruchtbarkeit (Peigné et al. 2007). Überdies wird die Bodenstruktur durch mehrjähriges Klee gras stabilisiert. Der Klee ist im ökologischen Landbau auch essentiell zur Versorgung der Kulturen mit biologisch fixiertem Stickstoff und Klee gras bildet oft die Hauptkomponente in der Raufutterversorgung des Rindviehs. Auf vielen Betrieben ist die Kleeentwicklung einer Herbstansaat nach Getreide wegen Trockenheit ungenügend. In diesem Beitrag wird die Entwicklung von Klee gras und dessen Stickstoff- und Mineralstoffgehalt in langjährig konventionell (CT) und reduziert bearbeiteten Parzellen (RT) eines Feldversuchs in Frick dargestellt.

### Methoden

Im Herbst 2002 wurde in Frick ein Feldversuch mit den Faktoren Bodenbearbeitung, Düngung und biologisch-dynamische Präparate auf einem lehmigen Ton angelegt. Eine detaillierte Versuchsbeschreibung findet sich bei Berner et al. (2008). Alle Versuchsparzellen wurden nach den Bio-Suisse Richtlinien bewirtschaftet. Die Grundbodenbearbeitung erfolgte entweder konventionell mit dem Pflug (CT) oder mit einem Grubber (WeCo-Dyn-System, Fa. EcoDyn, Schwanau, D) im System mit reduzierter Bodenbearbeitung (RT). Das Saatbeet wurde einheitlich mit einem Zinkenrotor (Fa. Rau, Weilheim, D) bereitgestellt. Vor Versuchsbeginn wurde im Jahr 2002 einheitlich Mais angebaut. Der Versuch startete im Herbst 2002 mit Winterweizen, gefolgt von einer Hafer-Alexandrinerklee-Zwischenfrucht, 2004 wurden Sonnenblumen und 2005 Dinkel kultiviert. Danach wurde im August Klee gras die

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, CH-5070 Frick, Schweiz, [alfred.berner@fibl.org](mailto:alfred.berner@fibl.org), [www.fibl.org](http://www.fibl.org)

Standardmischung 330M (mit Mattenklees) angesät, die über zwei Jahre (2006 und 2007) genutzt wurde. Wie in der Praxis üblich erfolgte die Klee-Gras-Ansaat in beiden Bodenbearbeitungssystemen pfluglos durch den Einsatz des Zinkenrotors; die Saat wurde anschliessend gewalzt, um einen guten Bodenschluss zu gewährleisten. Im wachsenden Bestand wurde der Kleeanteil nach Braun-Blanquet geschätzt. Ertragsanalysen erfolgten zu jedem Schnitzeitpunkt.

### Ergebnisse und Diskussion

Nach der Saat Mitte August 2005 vertrocknete der gekeimte Klee in den CT Parzellen, während der Klee in den Parzellen mit RT überlebte. Der Deckungsanteil des Klees steigerte sich im ersten Hauptnutzungsjahr vom ersten zum vierten Schnitt in den CT Parzellen von 1 auf 2%, auf den RT Parzellen von 5 auf 21%. Rotklee war die dominierende Kleeart. Ein weiterer Anstieg des Kleeanteils war im zweiten Hauptnutzungsjahr zu beobachten: in den CT Parzellen von 3 auf 50% und in den RT Parzellen von 16 auf 63%. Die Trockensubstanzerträge des Klee-Grases waren im ersten Hauptnutzungsjahr in RT Parzellen 29% höher als in CT Parzellen. Im zweiten Hauptnutzungsjahr wurden bei RT 23% höhere Erträge gegenüber CT ermittelt. Im zweiten Schnitt des zweiten Hauptnutzungsjahres wurden die Mineralstoffe von Klee und Gras getrennt analysiert. Dabei zeigte sich, dass die Gräser in den RT Parzellen auch signifikant höhere Gehalte an N, P, K und Mg enthielten als die Gräser in den CT Parzellen. Der Klee zeigte nur bei P höhere Gehalte nach RT.

Diese signifikanten Unterschiede im Kleeanteil, Ertrag und Mineralstoffgehalt zwischen den RT and CT Parzellen - bei gleicher Bestelltechnik dieser Kultur - müssen ihre Ursache in der differenzierten Bodenbearbeitung der Vorjahre haben. Die höhere Überlebensrate der Kleekeimlinge in den Parzellen mit RT bei Trockenheit kann mit einer besseren Wasserführung der Böden durch kapillaren Wasseraufstieg aus dem Unterboden erklärt werden. Die viel höheren Trockensubstanzerträge der Klee-Gras-Mischung bei RT könnten überdies durch eine höhere N-Fixierung, bedingt durch den höheren Kleeanteil und den höheren P-Gehalt im Klee, zurückgeführt werden. Die höheren Gehalte an N, P, K, und Mg im Gras der RT Parzellen deuten überdies darauf hin, dass die Wachstumsbedingungen in den RT Parzellen besser waren. Eventuell wurden Nährstoffe besser mobilisiert durch die höhere biologische Aktivität der Böden in den RT Parzellen. Berner et al. (2008) stellten in den RT Parzellen unter Dinkel eine um ca. 30% erhöhte mikrobielle Biomasse und Dehydrogenaseaktivität und in der obersten Bodenschicht eine Humuszunahme um 0.15 Prozentpunkte fest. Es zeigt sich, dass reduzierte Bodenbearbeitungssysteme ein hohes Potenzial aufweisen, Erträge und Qualität von Klee-Gras bei Trockenheit zu stabilisieren.

Diese Arbeit wurde durch die folgenden Institutionen unterstützt: Bundesamt für Landwirtschaft, Bern; Stiftung zur Pflege von Mensch, Mitwelt und Erde; Sampo Verein für Anthroposophische Forschung und Kunst; Software AG-Stiftung und Evidenzgesellschaft.

### Literatur

- Berner, A., Hildermann, I., Fließbach, A., Pfiffner, L., Niggli, U., Mäder, P. (2008): Crop yield and soil quality response to reduced tillage under organic management. *Soil and Tillage Research*: 101, 89-96.
- Peigné, J., Ball, B.C., Roger-Estrade, J., David, C. (2007): Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Soil Use and Management*: 23, 129-144.



## Entwicklung des Unkrautauftommens bei unterschiedlicher Stoppelbearbeitung im Ausschnitt einer ökologischen Fruchtfolge

Gruber, S.<sup>1</sup> und Claupein, W.<sup>1</sup>

*Keywords: stubble tillage, annual weeds, crop rotation, organic farming.*

### Abstract

*A long-term experiment at the Experimental Station for Organic Farming Kleinhohenheim should determine effects of stubble tillage on weed density and weed communities. The treatments were stubble tillage by a chisel plough (10 cm), a modified skimmer plough (7 cm), a rotary hoe (5 cm) and a control, previous to primary tillage by a mouldboard plough in autumn. The results presented here refer to the weed density of dicotyledonous-annual plants, monocotyledonous plants and lucerne volunteers in the years 8 and 9 of the experiment, i.e. the first two years after perennial lucerne grass. There were no significant differences found between the treatments for weeds, volunteers and crop yield of winter wheat and oats. These results confirm and continue the observations of the years 1999-2003 in the long run. Stubble tillage had no visible effect on the density of annual weeds in a diverse, 8-year organic crop rotation with focus on cereals if a plough was used for primary tillage.*

### Einleitung und Zielsetzung

Bodenbearbeitung im Intervall zwischen zwei Kulturen bietet Möglichkeiten zur präventiven Kontrolle des Unkrautauftommens in der folgenden Kulturart. Eine flache Bodenbearbeitung nach der Ernte ("false seedbank technique", "stale seedbed technique") bzw. Stoppelbearbeitung soll insbesondere im Ökologischen Landbau der Kontrolle von Wurzelunkräutern und der Stimulierung des Auflaufens von Ausfallfrüchten und Unkrautsamen dienen (Lampkin 2002). Eine mechanische Unkrautkontrolle soll diese Pflanzen anschließend beseitigen, um so die Anzahl an Unkräutern und Samen in der Bodensamenbank zu reduzieren (Rasmussen 2004, Riemens et al. 2007). Mit dem früher verbreiteten Schälplflug wurden mehrjährige Unkräuter flächig abgeschnitten und verschüttet. Die geringe Schlagkraft des Pfluges rückte andere, nicht-wendende Geräte zur Stoppelbearbeitung in den Vordergrund. In einem Langzeitversuch sollte der Effekt unterschiedlicher Verfahren der Stoppelbearbeitung auf die Unkrautbekämpfung untersucht werden. Die vorliegende Arbeit zeigt mit zweijährigen Ergebnissen zu dikotyl-annualen Unkräutern, Ungräsern, Luzernedurchwuchs und Ertrag der Kulturarten einen Ausschnitt der Untersuchungen.

### Methoden

Der Versuch wurde 1999 auf der Versuchsstation für Ökologischen Landbau Kleinhohenheim angelegt. Das Versuchsdesign umfasst die vier Varianten Flügelschargrubber (10 cm), Schälplflug (Stoppelhobel, 7 cm), Zinkenrotor (5 cm) und Kontrolle in einer Blockanlage mit vier Wiederholungen. Die Grundbodenbearbeitung erfolgte im Herbst mit dem Pflug auf 20 cm im Rahmen der betriebsüblichen Fruchtfolge (1999 Sommergerste, 2000 Ackerbohnen, 2001 Dinkel, 2002 Kartoffeln, 2003 Triticale, 2004/2005 Luzernegrass, 2006 Winterweizen, 2007 Hafer). Im Frühjahr

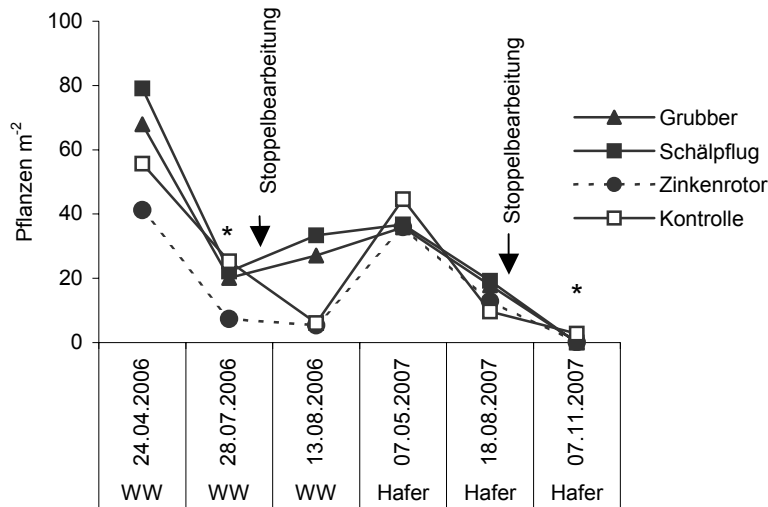
---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland, Fruwirthstr. 23, 70599 Stuttgart, Deutschland, grubersf@uni-hohenheim.de, <https://www.uni-hohenheim.de>

im Bestand sowie direkt nach der Ernte auf der Stoppel wurde das Unkrautauftreten auf einer Fläche von  $10 \times 0,1 \text{ m}^2$  je Parzelle bestimmt. Ergänzt wurden die Bonituren ab dem Jahr 2006 um Zählungen nach der Stoppelbearbeitung.

### Ergebnisse

Nach dem Anbau des zweijährigen Luzernegrases zeigten sich in den Nachfrüchten beim Aufkommen dikotyl-annualer Unkräuter kaum signifikante Unterschiede zwischen den Varianten der Stoppelbearbeitung (Abb. 1). Signifikante Unterschiede



**Abbildung 1: Dichte dikotyl-annualer Unkräuter über zwei Fruchtfolgeglieder nach der Vorfrucht Luzernegras (zweijährig 2004 und 2005) bei unterschiedlicher Stoppelbearbeitung; \* signifikant für  $P < 0,05$**

traten an zwei von sechs Boniturterminen zwischen den Varianten auf. Ähnliche Ergebnisse zeigte die Untersuchung der monokotylen Arten (Summe annualer und perennierender Arten, Abb. 2). Hier war nur nach der Stoppelbearbeitung im zweiten Jahr nach dem Umbruch des Luzernegrases auf der unbearbeiteten Kontrolle eine signifikant höhere Anzahl von Pflanzen gegenüber den bearbeiteten Varianten zu verzeichnen. In den beiden untersuchten Versuchsjahren trat Durchwuchs von Luzerne auf. In allen Varianten einschließlich der Kontrolle nahm der Durchwuchs im Laufe der Zeit stark ab (Abb. 3). Ein signifikant höheres Aufkommen von Luzernedurchwuchs war im zweiten Jahr nach dem Luzernegras auf der Kontrollvariante zu finden. Die Luzernepflanzen hatten bis zu diesem Zeitpunkt zweimal die wendende Grundbodenbearbeitung überlebt. Signifikante Unterschiede im Ertrag von Weizen und Hafer lagen nicht vor (Abb. 4).

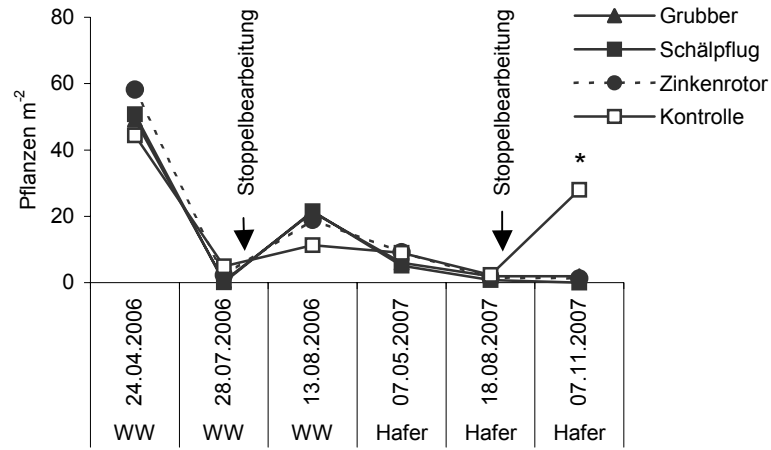


Abbildung 2: Dichte monokotyle Unkräuter über zwei Fruchtfolgeglieder nach der Vorfrucht Luzernegrass (zweijährig 2004 und 2005) bei unterschiedlicher Stoppelbearbeitung; \* signifikant für  $P < 0,05$

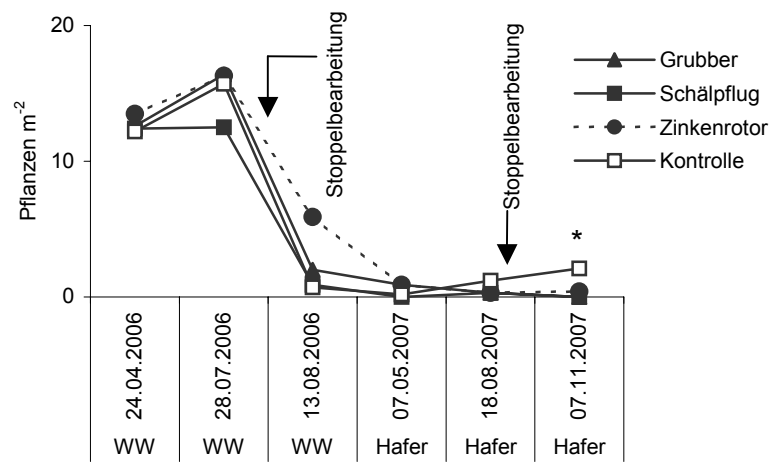
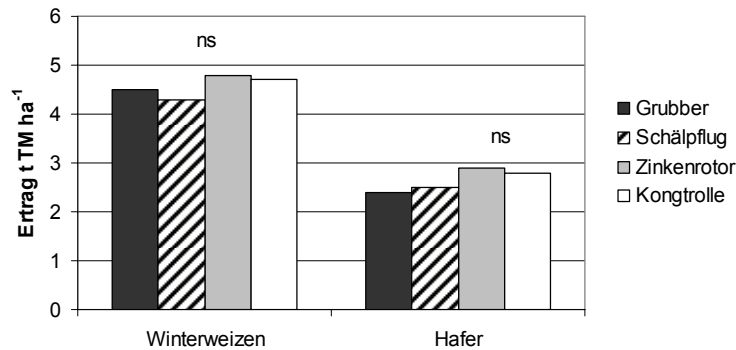


Abbildung 3: Dichte von Luzernedurchwuchs über zwei Fruchtfolgeglieder nach der Vorfrucht Luzernegrass (zweijährig 2004 und 2005) bei unterschiedlicher Stoppelbearbeitung; \* signifikant für  $P < 0,05$



**Abbildung 4: Kornertrag von Winterweizen und Hafer nach zweijährigem Luzernegras bei unterschiedlicher Stoppelbearbeitung; Signifikanz für  $P < 0.05$ , Standardfehler Weizen: 0,315, Hafer 0,252**

## Diskussion

Die Ergebnisse setzen die bisherigen Beobachtungen von Pekrun und Claupein (2006) im selben Versuch fort. Auch nach einer mehr als achtjährigen Rotation hatte Stoppelbearbeitung zusätzlich zur Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug zu keiner wesentlichen Veränderung in der Dichte von annuellen Unkräutern und Ungräsern geführt. Da kein deutlicher Einfluss der Stoppelbearbeitung sichtbar wurde, kann die Abnahme des Luzernedurchwuchses auf die wendende Grundbodenbearbeitung und den Konkurrenzdruck durch die Getreidekulturen zurückgeführt werden. Grundsätzlich fällt auf, dass bei der ersten Erhebung nach dem Umbruch von Luzernegras ein hoher Unkrautbesatz vorlag. Die zweijährige Anbaupause von annuellen Kulturen hat der Bodensamenvorrat der am Standort vorkommenden Unkrautflora offenbar in hohem Maße überdauert. Im weiteren Verlauf des Versuchs soll der Bodensamenvorrat untersucht werden, um diese Hypothese zu prüfen.

## Schlussfolgerung

In einer vielseitigen, getreidebetonten Fruchtfolge ließ sich über die lange Rotation bei wendender Grundbodenbearbeitung eine zufriedenstellende Kontrolle der annuellen Unkräuter erreichen. Sofern keine perennierenden Unkräuter bzw. keine annuellen Unkräuter außerhalb des hier vertretenen Artenspektrums und in höherer Dichte auftreten, könnte die Stoppelbearbeitung zur Unkrautkontrolle unterlassen werden.

## Literatur

- Lampkin P. (2002): Organic Farming. 2<sup>nd</sup> ed. Old Pond Publishing, Ipswich, UK.
- Rasmussen I.A. (2004): The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Res.* 44:12-20.
- Riemens M.M., van der Weide R.Y., Bleeker P.O., Lotz L.A.P. (2007): Effect of stale seedbed preparations and subsequent weed control in lettuce (cv. Iceboll) on weed densities. *Weed Res.* 47:149-156.
- Pekrun C., Claupein W. (2006): The implication of stubble tillage for weed population dynamics in organic farming. *Weed Res.* 46:414-423.

## Humusmenge in der Ackerkrume nach langjährig differenzierter Intensität der Grundbodenbearbeitung

Krawutschke, M.<sup>1,2</sup>, Brock, C.<sup>1</sup> und Leithold, G.<sup>1</sup>

*Keywords: soil tillage, soil fertility, humus, humus balance*

### Abstract

*The aim of the present study was to investigate the impacts of different tillage intensity on the quantity of soil organic matter in topsoils of seven long-term trials. Tillage intensity was found to affect both bulk density and C<sub>r</sub>-contents, whereas total C quantity did not differ significantly between tillage treatments in all trials even though a high C accumulation in the reduced tillage system was visible in one trial. As for humus balancing, a consideration of tillage intensity is not supported by these results.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Ackerbau nimmt die Aufrechterhaltung optimaler Humusgehalte eine zentrale Stellung ein. Dies erfordert jedoch die Gewährleistung einer entsprechenden Humusreproduktion. Demzufolge stellt sich die Frage, inwieweit die Humusgehalte durch eine unterschiedliche Intensität der Grundbodenbearbeitung beeinflusst werden. Hierzu liegen allerdings keine einheitlichen Ergebnisse vor (vgl. Baker et al. 2006). Eine weitere Aufklärung dieser Thematik ist daher im Hinblick auf die Analyse und Bewertung des Humushaushaltes ackerbaulich genutzter Böden von großem Interesse. Darüber hinaus wird zunehmend diskutiert, welchen Beitrag eine reduzierte Bodenbearbeitungsintensität zur C-Sequestrierung im Boden leisten kann.

Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse der Auswertung mehrerer Dauerfeldversuche zu den Auswirkungen einer differenzierten Intensität der Grundbodenbearbeitung im Rahmen des BÖL-Projektes „Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau“ vor. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse befindet sich bei Krawutschke (2007).

### Methoden

Grundlage der vorliegenden Untersuchung bilden sieben Dauerfeldversuche (Tab. 1). Im Frühjahr 2005 bzw. 2006 erfolgte in den Parzellen der ausgewählten Versuchsvarianten die Entnahme von tiefendifferenzierten Bodenproben aus dem A<sub>p</sub>-Horizont zur analytischen Bestimmung der Trockenrohddichte sowie der Gesamtkohlenstoff-Gehalte (C<sub>t</sub>). Die C<sub>r</sub>-Gehalte wurden unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte der jeweiligen Bodenschicht in C<sub>r</sub>-Mengen pro Flächeneinheit [t ha<sup>-1</sup>] umgerechnet.

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Professur für Organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glückner Str. 21C, 35394 Gießen, Deutschland, organ.landbau@agrar.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel, Deutschland, mkrawutschke@email.uni-kiel.de

Tab. 1: Kennzeichen der ausgewählten Dauerfeldversuche

Versuch (VersuchsanstellerIn)	Anlage- jahr	Standortdaten		einbezogene Bodenbe- arbeitungsvarianten (wendend ; nicht- wendend)
		mm a <sup>-1</sup> °C	Boden- artengru- ppe	
Systemversuch Bad Lauchstädt (MLU Halle- Wittenberg)	1998	484 8,7	tu	Pflug (20 cm) ; Schwer- grubber (15 cm)
Bodenbearbeitungsversuch Giessen (JLU Giessen)	1986	600 8,0	ut	Pflug +Sekundärboden- bearbeitung (25/10 cm) ; Flügelscharrgrubber mit Rotoregge (25/10 cm)
Bodenbearbeitungsversuch Hassenhausen (JLU Giessen)	1979	630 7,5	tu	
Bodenbearbeitungsversuch Ossenheim (JLU Giessen)	1979	575 9,0	tu	
Ökologischer Ackerbau- versuch Gladbacherhof (JLU Giessen)	1998	670 9,3	tu-ut	Pflug (30 cm) ; Flügelschar- grubber mit Zinkenrotor (30/15 cm)
Ökologische Fruchtfolge Güterfelde (LVL Brandenburg)	1994	545 8,9	ss	Pflug (25 cm) ; Scheiben- egge/Schwergrubber (10 cm)
Systemversuch Scheyern (TU München)	1992	843 7,4	ll	Pflug (20 cm) ; Zinkenrotor/ Grubber/Kreiselegge (8 cm)

## Ergebnisse

Die unterschiedliche Intensität der Grundbodenbearbeitung wirkte sich auf allen Versuchsstandorten auf die Lagerungsdichte der Krume aus (Tab. 2). Generell lag bei reduzierter Bodenbearbeitung die Lagerungsdichte in der Unterkrume höher als in der Oberkrume, während bei krumentiefem Pflügen keine ausgeprägte Tiefendifferenzierung zu erkennen war. Die Unterschiede ließen sich allerdings nur auf den Standorten Güterfelde und Scheyern statistisch absichern.

Bei nicht-wendender Bodenbearbeitung zeigte sich bei den C<sub>r</sub>-Gehalten eine deutliche Tiefendifferenzierung. Mit Ausnahme der Standorte Güterfelde und Scheyern wurden in allen Versuchen bei reduzierter Grundbodenbearbeitung in der unteren Krumenschicht niedrigere Werte festgestellt, die nur in Bad Lauchstädt signifikant waren (Tab. 2). Im Gegensatz dazu führte die wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug zu relativ gleichhohen C<sub>r</sub>-Gehalten in Ober- und Unterkrume.

Aus Lagerungsdichte und C<sub>r</sub>-Gehalten wurden die C<sub>r</sub>-Mengen der jeweiligen Bodenschicht berechnet. Am Standort Güterfelde und Scheyern bewirkte der Pflugverzicht eine deutlich höhere Kohlenstoffmenge in der unteren Krumenschicht, die in Güterfelde sogar signifikant ausfiel. Bei Betrachtung der jeweiligen C-Gesamtmenge in der Ackerkrume konnten hingegen in keinem Versuch signifikante Unterschiede zwischen Pflugbearbeitung und reduzierter Grundbodenbearbeitung festgestellt werden (nicht dargestellt). Zwar stieg in Güterfelde bei nicht-wendender Bearbeitung die absolute C<sub>r</sub>-Menge um +34 % (8,3 t ha<sup>-1</sup>) im Vergleich zur Pflugvariante an (Tab. 2). Dieses Resultat konnte jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

**Tab. 2: Lagerungsdichte (LD), C<sub>r</sub>-Gehalte und relative C<sub>r</sub>-Menge im A<sub>p</sub>-Horizont bei wendender und nicht-wendender Grundbodenbearbeitung.** W = wendende Grundbodenbearbeitung (Pflug), NW = nicht-wendende Grundbodenbearb. (Grubber).

Versuchssandort	Bodentiefe [cm]	LD [g cm <sup>-3</sup> ]		C <sub>r</sub> -Gehalt [% TS]		Relative C <sub>r</sub> -Menge [%]	
		W	NW	W	NW	W	NW
Bad Lauchstädt	0-10	1,42	1,33	2,16	2,22	100	97
	10-20	1,43	1,41	2,17	2,10*		
Giessen	0-10	1,48	1,53	1,65	1,78	100	102
	10-25	1,50	1,65	1,60	1,40		
Hassenhausen	0-10	1,34	1,26	1,05	1,49	100	98
	10-25	1,38	1,46	1,14	0,83		
Ossenheim	0-10	1,23	1,14	1,47	1,94	100	114
	10-25	1,25	1,32	1,51	1,56		
Gladbacherhof	0-12	1,24	1,11	1,46	1,75	100	101
	17-25	1,22	1,23	1,60	1,44		
Güterfelde	0-12,5	1,43	1,43	0,69	0,80	100	134
	12,5-25	1,47	1,57*	0,65	0,93		
Scheyern	0-10	1,41	1,41	1,40	1,25	100	108
	10-20	1,50	1,59*	1,36	1,61		

\* signifikante Unterschiede zwischen Ober- und Unterkrume ( $P < 0.05$ )

## Diskussion

In Übereinstimmung mit den vorgestellten Ergebnissen zeigen auch Untersuchungen von Stockfisch (1997), dass der Pflugeinsatz zu einer gleichmäßigeren Dichtlagerung des Bodens in der gesamten Ackerkrume führt, wobei der Boden im obersten Bodenteil dichter und in der unteren Krumschicht lockerer gelagert ist als bei langjährig reduzierter Bodenbearbeitungsintensität.

Bei reduzierter Grundbodenbearbeitung wurde wiederholt eine Abnahme der C<sub>r</sub>-Gehalte mit zunehmender Bodentiefe beobachtet (u.a. Emmerling 1998, Baker et al. 2006). Dieses Resultat trifft jedoch nicht auf Standorte mit trockenen und kalten Klimaverhältnissen zu, wie Versuche von Franzluebbers (2002) auf drei verschiedenen Standorten zeigen. So berichtet der Autor davon, dass im oberflächennahen Bodenteil keine Signifikanzen zwischen Pflugbearbeitung und Direktsaat auftraten. Vermutlich ist dies ursächlich für die beobachtete Tiefendifferenzierung der C<sub>r</sub>-Gehalte in Güterfelde und Scheyern. Der Standort Güterfelde ist gekennzeichnet durch trocken-kontinentales Klima und Sandböden, wohingegen in Scheyern eher kühl-feuchtes Klima und schwere Böden anzutreffen sind. Diese Einflussfaktoren wirken sich zumeist stärker auf die Humusgehalte aus als Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Bezüglich der Veränderung der C-Mengen im Oberboden durch differenzierte Grundbodenbearbeitungssysteme herrscht keine Einigkeit. Während verschiedene Autoren über eine C-Anreicherung bei reduzierter Bodenbearbeitung berichten (z.B. Hofmann et al. 2003), wird diesem Sachverhalt durch Ergebnisse anderer Arbeiten widersprochen (u.a. Baker et al. 2006). Möglicherweise haben Wechselwirkungen mit veränderlichen natürlichen Standortfaktoren einen maßgeblichen Einfluss. Aus der Perspektive der Beeinflussung des Umsatzes der organischen Bodensubstanz ist bei Pflugverzicht sowohl eine Förderung, wie auch eine Hemmung entsprechender Prozesse möglich. Nach Tebrügge (1986) ist beim Grubbern das Gesamtporenvolumen und vor allem der Anteil an weiten Grobporen (> 50 µm) in der Oberkrume höher. Infolge einer besseren Durchlüftung des Bodens kann es daher bei nicht-wendender

Grundbodenbearbeitung zu einer Stimulierung der Mineralisierung und damit auch zu einem stärkeren Humusabbau als bei Pfluganwendung kommen (Tebrügge 1986). Umgekehrt kann auf schwereren Böden die Umsetzung der organischen Bodensubstanz durch eine reduzierte Bearbeitungsintensität als Folge einer verminderten Durchlüftung gehemmt werden. Dieser Sachverhalt könnte die Humusanreicherung im unteren Krumbereich bei reduzierter Grundbodenbearbeitung in Güterfelde und Scheyern erklären. Hinzu kommt noch, dass in der Unterkrume jeweils eine signifikant höhere Lagerungsdichte vorlag, was wiederum die Bodenmasse erhöhte.

### Schlussfolgerungen

Durch die Intensität der Grundbodenbearbeitung werden die Lagerungsdichte und die  $C_r$ -Gehalte im  $A_p$ -Horizont beeinflusst. Demzufolge sollte eine Beurteilung des Einflusses differenzierter Grundbodenbearbeitungssysteme auf den Humushaushalt des Bodens nur auf der Basis der absoluten C-Mengen erfolgen. Eine C-Anreicherung im Oberboden bei reduzierter Grundbodenbearbeitung darf daher gegenüber Pflugbearbeitung nicht vorausgesetzt werden. Darüber hinaus müssen in diesem Zusammenhang die Wechselwirkungen zwischen den natürlichen Standortbedingungen sowie der Bewirtschaftungsweise unbedingt tiefergehend untersucht werden. Insgesamt führen die vorliegenden Ergebnisse zu dem Schluss, dass eine Modifizierung der Humusbilanz-Koeffizienten unter Berücksichtigung der Intensität der Grundbodenbearbeitung bei dem aktuellen Kenntnisstand nicht gerechtfertigt ist.

### Danksagung

Die Autoren danken allen VersuchsanstellerInnen für die Ermöglichung der vorgestellten Arbeit sowie der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung für die Finanzierung des Projektes „Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau“ im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

### Literatur

- Baker J. M., Ochsner T. E., Venterea R. T., Griffis T. J. (2006): Tillage and soil carbon sequestration – What do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118:1-5.
- Emmerling, C. (1998): Bodenbiologische und -ökologische Aspekte nachhaltiger landwirtschaftlicher Bodennutzung. Habilitationsschrift. Univ. Trier.
- Franzluebbers, A. J. (2002): Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research* 66:95-106.
- Hofmann B., Tischer S., Christen O. (2003): Einfluss langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Humusgehalt und biologische Bodeneigenschaften. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 15:288-289.
- Krawutschke, M. (2007): Einfluss differenzierter Bodenbearbeitung auf Gehalt und Dynamik der organischen Bodensubstanz in Ackerböden sowie deren Bedeutung für die Humusbilanzierung. Masterarbeit, Justus-Liebig-Universität Gießen. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2007/4516>.
- Stockfisch, N. (1997): Strohabbau durch Mikroorganismen und Regenwürmer in zwei Bodenbearbeitungssystemen. *Schriftenreihe agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse* Bd. 5. Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 188 S.
- Tebrügge, F. (1986): Neuere Bodenbearbeitungsverfahren in ihrer Wechselwirkung auf Bodenstruktur und Pflanzenertrag. *Schriftenreihe des dt. Rates für Landespflege, Bodenschutz* 51:56-64.



## **Konservierende Bodenbearbeitung im Ökolandbau – mit qualitativer Sozialforschung erfolgreiche Systeme wissenschaftlich erfassen und naturwissenschaftliche Ergebnisse ergänzen**

Wilhelm, B.<sup>1</sup>, Baars, T.<sup>1</sup> und Kaufmann, B.<sup>2</sup>

*Keywords: conservation tillage, expert knowledge,*

### **Abstract**

*In organic agriculture the plough is still the main tillage equipment. However some successful organic farmers have been working with conservation tillage systems since more than ten years. In the project their experience and their thus developed knowledge will be systematically registered and analysed to understand the complex system and its rules of action and decision making. The objective of this approach is to show the reasons of the success within single systems, secondly to identify general rules for conservation tillage systems in organic farming.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Seit 1992 wird in zehn Langzeitversuchen in Deutschland die Möglichkeit von pflugloser Bodenbearbeitung im Ökolandbau untersucht. Ergebnisse der Versuche zeigen überwiegend eine größere Regenwurmpopulation, höhere Humusgehalte und eine stabilere Bodenstruktur auf den Versuchspartzen ohne Pflug (Kainz et al. 2003, Hampl et al. 2005). Nach wie vor ist jedoch der Pflug das vorherrschende Bodenbearbeitungsgerät im Ökolandbau. Geringere Erträge, Bodenverdichtungen und vor allem erhöhte Unkrautpopulationen werden oft als Gründe angeführt, warum im Ökolandbau auf den Pflug nicht verzichtet werden soll (Peigné et al. 2007). Trotzdem gibt es einige Ökolandwirte in Deutschland, die seit mehr als 10 Jahren ihre Böden erfolgreich und aus Überzeugung so flach wie möglich und ohne Pflug bearbeiten. Dieses Expertenwissen hat sich über Jahre entwickelt und basiert zu weiten Teilen auf praktischen Erfahrungen. Analytische Methoden der Bodenkunde sind hierbei nicht ausreichend, um Strategien und Zusammenhänge der Bodenbearbeitung zu erkennen und zu analysieren (Fry 2001). Die Aufgabe ist es, die Erfahrungen und das daraus entwickelte Wissen der Landwirte systematisch zu erfassen, um die Zusammenhänge in diesen Bodenbearbeitungssystemen zu verstehen und den Erfolg dieser Experten nachvollziehbar zu machen (Baars und Baars 2007).

### **Methoden**

Bei der Auswahl der Landwirte war die langjährige und erfolgreiche Erfahrung mit den Bearbeitungssystemen ein wichtiges Kriterium. Hinzu kommt die Bereitschaft und Zeit diese Erfahrungen mitzuteilen.

Zur Befragung wurden narrative Interviews eingesetzt. Es wurde dokumentiert was die Befragten in Bezug auf das Thema als mitteilenswert erschienen ist. Mit Hilfe von narrativen Interviews können Erlebnisse und Erfahrungen der Landwirte im Detail dokumentiert werden. Die Interviews werden wortwörtlich transkribiert und

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, Ökologische Agrarwissenschaften, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, birgit.wilhelm@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/fb11cms/agt>

<sup>2</sup> DITSL, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, Deutschland, b.kaufmann@ditsl.org

anonymisiert. Danach wird der Text nach Schlagwörtern durchsucht und markiert, um relevante Textstellen heraus zu filtern.

Mit jeder Maßnahme will der Landwirt ein bestimmtes Ziel erreichen. Gleichzeitig hat er eine bestimmte Hypothese dazu, wie dieses Ziel zu erreichen ist. In Expertensystemen werden daher Hypothesen und Handlungsregeln für einzelne Maßnahmen erfasst (Puppe 1991). Sowohl die Hypothesen als auch die Einschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen basiert auf Beobachtungen bzw. bereits vorhandenem Wissen. Diese Zusammenhänge können für die einzelnen Maßnahmen systematisch unter Verwendung eines Regelkreismodells analysiert werden (Kaufmann 2007). Wichtig dabei ist, dass ein Teil der Interviews während der tatsächlichen Arbeit des Landwirts gemacht wird (Methode: teilnehmende Beobachtung). Damit wird gewährleistet, dass die tatsächlichen Handlungen und nicht nur ‚theoretisch‘ das Wissen reflektiert wird. Auf den Aspekt der Handlungsintuition, Novelty-Entwicklung und die Art und Weise wie das System als Ganzes funktioniert, wird besonders geachtet (Baars und Baars 2007).

## **Ergebnisse und Diskussion**

Bisher sind drei Ökolandwirte interviewt worden. Alle bewirtschaften seit mehr als zehn Jahren ihre Felder pfluglos, mit unterschiedlichen Bodenbearbeitungsgeräten. Zwei Betriebe haben Milchviehhaltung, ein Betrieb hat Legehennen. Das Stroh wird nur bei dem Betrieb mit den Legehennen auf dem Feld gehäckselt und eingearbeitet. Die beiden anderen Betriebe pressen den Großteil des Strohs als Einstreu für ihre Aufstallungen.

Bereits in den ersten Interviews mit den Landwirten stellt sich heraus, dass das Thema Unkrautregulierung eine wichtige Rolle im Bodenmanagement des pfluglosen Ackerbaus spielt. Die Einstellung der Landwirte zum Unkraut hat sich mit den Erfahrungen in der neuen Bodenbearbeitung gewandelt. Zwei der befragten Landwirte haben vor der Umstellung ihrer Bodenbearbeitung mit intensiver Hacktechnik und Striegeleinsatz versucht das Unkraut zu bekämpfen. Heute äußern sich die Landwirte während des Interviews wie folgt zu ihrer Unkrautproblematik:

„...für mich macht es überhaupt keinen Sinn, gegen 20000 Unkrautsamen/m<sup>2</sup> zu kämpfen. Für mich ist dies ein Hase-Igelspiel. Da bin ich aber der Hase, das werde ich nicht gewinnen.“

„...meine flachgründigen Äcker haben mich überzeugt vom Stoppelhobel. Das Unkraut war mit der Hauptgrund den Stoppelhobel konsequent einzusetzen. Das Unkrautproblem hat sich wirklich zusehends gebessert.“

„...ich weiß nicht ob ich mehr Unkraut habe als andere Ökobauern, aber ich bin mit der Zeit sicherlich toleranter gegenüber Unkraut geworden...“

Um die Regeln zur Unkrautbekämpfung bei der pfluglosen Bodenbearbeitung zu erfassen, werden die verschiedenen Maßnahmen der Landwirte nach folgendem Schema einzeln aufgeschlüsselt:

**Tabelle 1: Beispiele der systematischen Textanalyse: Unkrautbekämpfung**

<b>Zielwert</b>	Luzernefreie Haferbestände	Hoher Auflauf von Unkrautsamen vor der Neuansaat
<b>Hypothese</b>	Wurzelhals der Luzerne muss abgeschnitten werden, sonst wächst sie weiter.	Bei guter Bodengare keimen Unkrautsamen schneller
<b>Beobachtung</b>	Die Klee grasnarbe und Luzerne wird nur von Fräse und Stoppelhobel zuverlässig bei sechs Zentimeter abgeschält.	Bei feinem Boden (Boden in Gare), beginnen das Ausfallgetreide und die Unkrautsamen schnell zu keimen
<b>Massnahme</b>	Verwendung von Fräse oder Stoppelhobel für Klee grasumbruch	Nach der Ernte des Wintergetreides wird sofort der Stoppelhobel eingesetzt. Nach einem Tag folgt Bearbeitung des Bodens mit Kreiselegge um feine Krümelstruktur herzustellen, später Saattfurche mit dem Stoppelhobel
<b>Zitat</b>	„... es gibt nur diese zwei Geräte aus meiner Sicht, die wirklich zuverlässig die Narbe auf sechs Zentimeter abschälen. Es muss wirklich sauber abgeschält sein, dass (damit) die Luzerne oben am Wurzelhals abgeschnitten ist, sonst wächst die weiter.“	„...in der Regel lass ich es dann [nach dem Stoppelhobel] einen Tag liegen je nach Feuchtigkeitszustand. Dann komme ich mit der Kreiselegge und mache den Boden schön fein, dass er sofort wieder in Gare kommt [weil] das Ausfallgetreide und die Unkrautsamen dann angeregt sind, zu keimen.“

Ein weiterer Diskussionspunkt bei pflugloser Bodenbearbeitung sind Bodenverdichtungen durch Überfahrten mit schweren Maschinen und/oder Bearbeitung bei zu nassen Bodenverhältnissen. In allen Interviews wurde dieses Thema angesprochen. Es stellte sich heraus, dass alle interviewten Bauern ihre eigene Erntetechnik besitzen. Zwei Bauern hatten schon mit Lohnunternehmern gearbeitet, haben sich aber dann - einige Jahre nach der Umstellung der Bodenbearbeitung - einen kleineren Mähdrescher angeschafft, um einerseits die besten Erntebedingungen nutzen zu können und andererseits bei der Ernte den Bodendruck durch die Maschinen so gering wie möglich zu halten.

Ein Landwirt erläutert dies folgendermaßen: „... der große Mähdrescher hat mir alles das was ich da versucht habe an lebendigen Boden aufzubauen wieder kaputt gemacht. Und irgendwann war ich dann soweit, dass ich gesagt hab, jetzt ist Schluss. Also ich habe seit 94 einen eigenen Mähdrescher, mit zwei Meter fünfzig Schneidwerk. Und ich fahr also konsequent mit keinen Maschinen mehr rein, die mehr als fünf Tonnen Achslast und mehr als 0,8bar Luftdruck in den Reifen haben.“

Die Bodenbearbeitung, die Ernte, selbst das Beladen der Hänger während der Getreideernte, alle Arbeiten auf den Feldern werden immer unter dem Gesichtspunkt durchgeführt, Bodenverdichtung konsequent zu vermeiden.

### Schlussfolgerung

Die Erfahrungen der Landwirte sind abhängig von ihren speziellen Betriebsstrukturen, Wirtschaftsweisen und Standorten, dies wird in den Gesprächen von den Landwirten immer wieder betont. Durch die Zusammenstellung der einzelnen Maßnahmen und der ihnen zugrunde liegenden Hypothesen und Beobachtungen werden Zusammenhänge im Bodenbearbeitungssystem und dem ganzen Betrieb sichtbar. Mit dieser Methode werden Regeln identifiziert, die den Handlungen der Landwirte zugrunde liegen und für eine erfolgreiche Durchführung in der Praxis notwendig sind. In Kombination mit naturwissenschaftlichen Ergebnissen der verschiedenen

Langzeitversuche zu Bodenbearbeitungssystemen im Ökolandbau lassen sich diese Regeln auch auf andere Standortverhältnisse übertragen.

### Literatur

- Baars T. und Baars E. (2007): Erfahrungswissenschaften und Expertenblick - Eine Forschungsmethode inspiriert von der biologisch-dynamischen Landwirtschaft. In: S. Zikeli et al. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung, Bd. II, Verlag Dr. Köster, Berlin, 791-794.
- Fry, P. (2001): Bodenfruchtbarkeit - Bauernsicht und Forscherblick. Verlag Margraf, Weikersheim, 142 S.
- Kainz M., Kimmelman S., Reents H.-J. (2003): Bodenbearbeitung im Ökolandbau Ergebnisse und Erfahrungen aus einem langjährigen Feldversuch. <http://orprints.org/1980/01/kainz-m-bodenbearbeitung-2003.pdf> (Abruf 15.5.2008)
- Kaufmann, B. (2007): Cybernetic Analysis of Socio-biological Systems: The Case of Livestock Management in Resource-Poor Environments. Margraf Publishers GmbH, Weikersheim, 215 S.
- Hampl U., Oesau A., Emmerling C., Bassemir U., Beste A., Kussel N., (2005): Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung - zehn Jahre differenzierte Grundbodenbearbeitung im ökologischen Ackerbau. Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, 62 S.
- Puppe, F. (1991): Wissensrepräsentation mit Regeln. In: Struß, P. (Hrsg.): Wissensrepräsentationen, Oldenburg, S. 123-130
- Peigné J., Ball B.C., Roger-Estrade J., David C. (2007): Is conservation tillage suitable for organic farming? Soil Use and Management, 23, S. 129-144

## Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion

Kainz, M.<sup>1</sup>, Siebrecht, N., Reents, H.-J.

*Keywords: Erosion, USLE, organic agriculture, aggregate stability, carry-over-effect*

### Abstract

*Soil erosion is often calculated by models. Those are up to now not reflecting the specific conditions of Organic Agriculture (OA). The aggregate-stabilizing effect of grass-clover ley, which is a crucial crop for OA, is considered much greater than implemented in the models. Other factors not included in models include, the effects of organic instead of mineral fertilizers, the non-use of pesticides and soil cover by specific crops and weeds. This paper gives a first overview about the modifying effects of organic farming on soil erosion.*

### Einleitung und Zielsetzung

Nach dem Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetz müssen ab 1.1.2009 in Deutschland alle landwirtschaftlichen Flächen nach dem Grad der Erosionsgefährdung eingestuft werden. Derzeit arbeiten die zuständigen Länderstellen an der Ausweisung dieser Flächenkulissen. In Abhängigkeit von der Erosionsgefährdung sind Schutzmaßnahmen (Cross Compliance Auflagen) vorgesehen. Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob die Gleichbehandlung von ökologisch und konventionell bewirtschafteten Flächen gerechtfertigt ist.

Bereits 1987 haben Reganold et al. (1987) darauf hingewiesen, dass Ökologischer Landbau zur Reduzierung negativer Umweltwirkungen führt. Sie konnten durch Untersuchungen zeigen, dass der Verlust von Oberboden bzw. die Erosion unter ökologischen Bedingungen deutlich gegenüber konventioneller Bewirtschaftung reduziert ist. Darüber hinaus ergaben sich signifikante Unterschiede in den Bodenabträgen zwischen leguminosenbasierten und leguminosenfreien Fruchtfolgen. Bei der Abschätzung der Bodenerosion werden bisher solche speziellen Effekte des Ökologischen Landbaus nicht berücksichtigt (s. Siebrecht & Kainz 2009). Damit kann es zu Fehleinschätzungen kommen (Kainz 2007). In dem durch die BLE geförderten Projekt „Anpassung bestehender Methoden zur Abschätzung der Bodenerosion an die Bedingungen des Ökologischen Landbaus“ werden die modifizierenden Effekte des Ökologischen Landbaus identifiziert und Möglichkeiten zur Integration in Erosionsmodellierungen aufgezeigt. Inhalt dieses Beitrages ist eine Darstellung und Diskussion des bisherigen Kenntnisstandes. In zwei weiteren Beiträgen werden a) die Effekte anhand konkreter Messwerte verdeutlicht (s. Müller et al. 2009) und b) die bisherigen Kenntnisse zur Integration in Erosionsmodelle vorgestellt (s. Siebrecht & Kainz 2009).

### Methoden

In einer umfangreichen Recherche zum Stand des Wissens werden spezifische Effekte des Ökolandbaus auf Erosion identifiziert. Da bei vielen Untersuchungen aber kein unmittelbarer Bezug zum Bodenabtrag durch Wassererosion hergestellt wird, ist es erforderlich, Forschungsergebnisse mit anderem Schwerpunkt für die Thematik Erosion zu interpretieren.

---

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Alte Akademie 12, 85350, Freising, Germany

## Ergebnisse und Diskussion

Vom Ökolandbau gehen Effekte aus, die sich modifizierend auf das Erosionsgeschehen bzw. das Erosionspotential auswirken. Auslöser dafür sind beispielsweise das Anbausystem (Fruchtfolge), die Fruchtarten (Pflanzenentwicklung, Bedeckungsverläufe; Leguminosen), das Düngungsmanagement (Stallmist, Gülle, Kompost) oder das Unkrautmanagement (Verzicht auf Pflanzenschutzmittel, mechanische Regulierung). Diese Aspekte beeinflussen die Bodenerosion direkt, beispielsweise durch die Modifikation der Bodenstruktur oder –eigenschaften (Lagerungsdichten, Aggregatbildung, Porensysteme) bzw. indirekt über den Schutz des Bodens (Bodenbedeckung, Reduzierung des Oberflächenabfluss). Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht.

**Tab. 1: Maßnahmen des Ökologischen Landbaus und Wirkungen auf die Bodenerosion**

Maßnahme / Aspekt (Ursache)	Effekt auf	Wirkungsdauer, Wirkungsbereich	„Erosions-einfluss“
1) Anbau von Klee gras / mehrjährige Kulturen „Carry-over-Effekt“	Aggregatstabilität, Infiltrationskapazität mechanische Stabilisierung	Mehrere Jahre; Erodibilität, Bewirtschaftung	Abnahme
2) Verwendung Wirtschaftsdüngern (Stallmist, Gülle)	Aggregatstabilität, Infiltrationskapazität	Kurz- und langfristig; Erodibilität, Bewirtschaftung	Abnahme
2) Restriktive Verwendung Kalium-Düngern	Aggregatstabilität	Kurz- und langfristig; Erodibilität des Bodens	Abnahme
3) Verzicht auf chem. Pflanzenschutzmittel	Aggregatstabilität	Kurzfristig, evtl. auch langfristig Erodibilität des Bodens	Abnahme
4) Höhere Humusgehalte des Bodens	Aggregatstabilität	Langfristig; Erodibilität des Bodens	Abnahme
5) Abweichende Bedeckungsverläufe der angebauten Kulturen	Bedeckung	Kurzfristig, Schutz der Bodens durch Bedeckung; Bewirtschaftung	Zunahme (Abnahme)
6) Häufigere mechanische Unkrautregulierung (z.B. Striegeln)	Aggregatstabilität,	Kurzfristig, Bodendestabilisierung, Schaffung transportierbares Material	Zunahme
6) Höhere Unkrautdeckungen durch fehlenden PSM-Einsatz	Bodenbedeckung; Infiltrationskapazität	Kurzfristig, ev. auch indirekt langfristig; Bodenbedeckung, Oberflächenabfluss	Abnahme

Einige der hier aufgeführten Effekte lassen sich direkt mit Erosion in Verbindung bringen:

(1) Der Carry-Over-Effekt quantifiziert die Nachwirkung eines Gras-, Klee- oder Klee grasbestandes auf den Erosionswiderstand einer Fläche in den folgenden Jahren. Es wird davon ausgegangen, dass hohe Mengen an hochwertigen, N-reichen Wurzelrückständen und Bestandesabfällen entstehen, die zu einer erhöhten mikrobiologischen Aktivität und letztlich einer besseren Aggregierung der Böden führen. Eine besondere Wirkung ist dabei wohl den Leguminosen zuzusprechen. Ein zweiter Wirkungspfad verläuft möglicherweise über die Förderung anözisch lebender Regenwürmer infolge der andauernden Bodenruhe und Bedeckung und des permanenten Nahrungsangebots auf der Bodenoberfläche. In die derzeit

gebräuchliche Erosionsabschätzung sind Messwerte aus den USA – vor allem dem Mittelwesten – eingegangen, die dort vor mehreren Jahrzehnten erhoben wurden. Ganz offensichtlich sind die damaligen Bedingungen recht verschieden von intensiv gemanagten Luzerne-Klee-Gras auf mitteleuropäischen Ökobetrieben: die Mischungen sind heute leguminosenbetont, es finden mehrere Arten mit unterschiedlichen Wurzelsystemen Verwendung, das Schnittregime ist intensiv und die Versorgung mit P und K dem (Leguminosen-)Wachstum sehr förderlich. Die Bodenbearbeitung ist inzwischen viel schonender, Teilbrachezeiten sind vergleichsweise kurz. Damit wird die Aggregatstabilität besser konserviert und eine evtl. angestiegene Regenwurmfauna kann die Zeitspanne bis zum nächsten Kleegrasanbau viel besser überdauern. Deshalb ist anzunehmen, dass die Nachwirkung stärker und länger dauern als bisher berücksichtigt. Es ist wahrscheinlich, dass sich die positiven Effekte aufschaukeln, weil sie bis zum nächsten Kleegrasanbau nicht vollständig abgeklungen sind. Diese Effekte sind kaum geprüft, Messungen fanden in den letzten Jahrzehnten lediglich auf Stilllegungsflächen in den USA und Litauen statt.

(2) Im ökologischen Landbau wird verbreitet Stallmist eingesetzt, dem eine Erhöhung der Aggregatstabilität und des Infiltrationsvermögens von Böden zugewiesen wird (Becher & Kainz 1983, Siegrist et al. 1998). Auch Müller et al. (2009) quantifizieren den Zusammenhang zwischen Zufuhr bodenwirksamer C-Mengen und der Aggregatstabilität. Dabei scheint die Wirkung bei der Umsetzung durch eine Förderung der Mikroorganismen und der Bodenmesofauna zu entstehen und weniger durch eine Erhöhung der Gehalte an organischer Bodensubstanz.

(2) Der ökologische Landbau verzichtet weitgehend auf die Zufuhr von Düngesalzen, Kalkung wird jedoch propagiert. Es ist davon auszugehen, dass deshalb die Belegung der Austauschplätze in den Böden mit einwertigen K- und Na-Ionen geringer als im konventionellen Landbau ist. Auf der Grundlage von Untersuchungsergebnissen ist davon auszugehen, dass einwertige Ionen am Austauscher zu höheren Bodenabträgen führen (Auerswald et al. 1996) da die Aggregate dispergieren.

(3) Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) auf die Stabilität von Bodenaggregaten wurde bisher nicht untersucht. Möglicherweise dispergieren Trägerstoffe und Additive die Böden und die Wirkstoffe beeinflussen die Mikroflora. Es ist anzunehmen, dass das Fehlen bzw. eine geringerer PSM-Einsatz im Ökologischen Landbau das Erosionsrisiko verringert.

(4) Steigende Humusgehalte senken die Bodenerodibilität. Aus zahlreichen Untersuchungen geht hervor, dass im ökologischen Landbau höhere Humusgehalte vorliegen (z.B. Weiß 1988) und damit die Bodenabträge geringer sind.

(5) Die Entwicklung der Kulturarten bzw. der Bedeckungsverlauf unterscheidet sich zum Teil zwischen konventionellem und ökologischem Anbau. Ein Beispiel: Werden Kartoffeln in üblicher Weise gepflanzt, so entwickelt sich die Bedeckung anfangs in konventionellen und ökologischen Beständen ähnlich, die wohl geringere N-Versorgung im Ökolandbau wird aber zu einer niedrigeren Bedeckung in der Hauptwachstumsphase führen. Nach einem Befall mit *Phytophthora inf.* wird die Bedeckung von ökologisch bewirtschafteten Kartoffeln recht schnell abnehmen. Diese typischen Verläufe werden durch spezifische Bewirtschaftungsmaßnahmen – die jeder Ökolandwirt anders setzt – stark modifiziert: Vorkeimen führt zu einem schnellen Anstieg der Bedeckung, eine hohe N-Versorgung und die Wahl krautreicher Sorten zu einer hohen Bedeckungsrate und die Wahl krautfäuleunempfindlicher Sorten und der Einsatz von Kupferpräparaten zu einem verlangsamten Absterben des Blattapparates. Die Entwicklung der sog. Spätverunkrautung hängt vor allem von dem Unkrautmanagement, den Böden und der Jahrgangswitterung ab. Bisher werden diese Effekte in keiner Weise berücksichtigt, wir sind aber heute in der Lage,

zumindest die Hauptwirkungen in ihrer Erosionswirksamkeit zu bewerten und die Effekte in Modelle zu integrieren (s. Siebrecht & Kainz 2009).

(6) Maßnahmen zur Unkrautregulierung bzw. Pflege führen zu einer temporären Bodenlockerung, wodurch transportierbares Material an der Bodenoberfläche geschaffen und so die Erosionsgefahr erhöht. In Erosionsmodellen, die die Transportkapazität des Oberflächenabflusses, deren Auslastung sowie die spezifischen Bodenbearbeitungs- und Pflegemaßnahmen quantifizieren könnte dieser Effekt berücksichtigt werden.

Nach derzeitigem Stand ist davon auszugehen, dass die Ökobetriebe im Mitteleuropa Verfahren verwenden, die die Erosionsgefahr gegenüber den Modellannahmen modifizieren, im Allgemeinen wohl reduzieren. Die Effekte sollen nach Möglichkeit im Rahmen des Projektes durch bereits vorliegende Ergebnisse quantifiziert werden. Ein Teil der Wirkungen ist offensichtlich sehr komplex und bisher kaum untersucht (z.B. carry-over Effekt). Forschungsbemühungen sind hier dringend, da evtl. positive Wirkungen eines Kleegrasanbaus somit auch für die nicht-ökologische Wirtschaftsweise zu nutzen wären.

## Literatur

- Auerswald K., Kainz M., Angermüller S., Steindl H. (1996): Influence of exchangeable potassium on soil erodibility. *Soil Use Managem.* 12: 117-121.
- Becher H.H., Kainz M. (1983): Auswirkungen einer langjährigen Stallmistdüngung auf das Bodengefüge im Lößgebiet bei Straubing. *Z. Acker- Pflanzenbau* 152: 152-158.
- Kainz M. (2007): Ist die Allgemeine Bodenabtraggleichung geeignet, den Bodenabtrag in ökologischen Landbausystemen zu beschreiben? In: KTBL (Hrsg.): KTBL-Fachgespräch. 1. Auflage, 13 - 23, Darmstadt: KTBL.
- Müller C., Siebrecht N., Reents H.-J., Brandhuber R., Kainz M. (2009): Beitrag 2: Einfluss des Leguminosenmangements auf Merkmale der Bodenerodibilität. Beitrag in diesem Konferenzband.
- Reganold J. P., Lloyd E. F., Unger Y. L. (1987): Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature* 330 (26): 370 - 372.
- Siebrecht N., Kainz M. (2009): Beitrag 3: Eignung bestehender Methoden, Defizite und Anpassungsbedarf. Beitrag in diesem Konferenzband.
- Siegrist S., Schaub D., Pfiffner L., Mäder P. (1998): Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of long-term field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (69): 253 - 264.
- Weiß K (1988): vergleichende Bodenuntersuchungen in alternativ und konventionell bewirtschafteten Betrieben. *Lebendige Erde* 3: 146-158.



## Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion – Beitrag 2: Einfluss des Leguminosenmanagements auf Merkmale der Bodenerodibilität

Müller, C.<sup>1</sup>, Siebrecht, N.<sup>1</sup>, Reents, H.-J.<sup>1</sup>, Brandhuber, R.<sup>2</sup>, Kainz, M.<sup>1</sup>

*Keywords: erosion, USLE, aggregate stability, crop rotation, legumes*

### Abstract

*It is supposed that organic farming reduces soil water erosion due to a long soil coverage and soil aggregation by roots and organic manure. In a long term field trial which is focused on the effect of legume management in different crop rotations soil aggregation in the top layer of 0-5 cm was tested and correlated with some other soil properties and indicators of carbon balances. There are differences in aggregate stability between the crop rotations. The incorporated plant material (roots, stubble residues, green manure) has the best effect on the stability of soil aggregates.*

### Einleitung und Zielsetzung

Mögliche spezifische Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf die Wassererosion der Ackerböden sind von Kainz et al. (2009) beschrieben. Ein wesentliches Kennzeichen der Fruchtfolgen sind größere Anteile von Leguminosen oder deren Mischungen (Klee-/Luzerne-Gras). Neben der längeren Bedeckungszeit ist vor allem durch die mechanische Stabilisierung des Bodens (Wurzelreste, Bodenaggregate), die über den eigentlichen Anbauzeitraum hinausgeht, von Bedeutung. Dies kann in der Folge zu weiteren Effekten auf den Oberflächenabfluss bzw. die Infiltrationskapazität führen. Wie Kainz et al. (2009) beschreiben, fehlen bisher Untersuchungen zur Wirkung von Klee gras bzw. verschiedener Mischungen völlig.

Im Fruchtfolgeversuch der Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der unterschiedliche Strategien des Leguminosenmanagements abbildet, wurden die Effekte auf die Erosionsanfälligkeit der Böden untersucht. Dabei werden gemessene Parameter zur Strukturbildung und Humushaushalt mit Daten über den Eintrag von Kohlenstoff durch die Bewirtschaftung (organische Dünger, Ernte- und Wurzelrückstände...) verglichen, um letztendlich die Auswirkungen von Fruchtfolgen mit variierendem Leguminosenmanagement auf das Erosionsrisiko zu quantifizieren.

### Methoden

Der Fruchtfolgeversuch der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde auf der Versuchsstation Viehhausen (im Oberbayrischem Tertiärhügelland ca. 30 km nordöstlich von München, 480 m N.N., Braunerde sandiger Lehm, Ackerzahl 55, Ø 797 mm, Ø 7,5 °C) im Jahr 1998 etabliert. Er ist darauf ausgerichtet, die Wirkungen verschiedener Fruchtfolgen und des damit verbundenen Leguminosenmanagements auf die Wirtschaftlichkeit des Ackerbaus sowie mögliche Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit zu erfassen (Pommer et al. 2003). Er ist als randomisierte

---

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Alte Akademie 12, 85350, Freising, Germany

<sup>2</sup> Inst. für Agrarökologie, Bay. Landesanstalt für Landwirtschaft

Blockanlage mit 6 Fruchtfolgen (FF1-FF6) in drei Wiederholungen (Tab. 1) mit einer Parzellengröße von 18x8m angelegt.

**Tab. 1: Fruchtfolgen und Düngung im Versuch;** RG: Rindergülle, S: Stroh, ST: Stallmist, KGA: Kleeerasaufwuchs, ZWF: Winterzwischenfrucht

FF 1			FF 2			FF 3			FF 4			FF 5			FF 6		
Kleegras- Jahr 1	Kleegras- Jahr 2		Kleegras	Kartoffel	Winterweizen*	Kleegras	Kartoffel	Winterweizen*	Kleegras (RB)	Kartoffel	Winterweizen*	Kleegras (RB)	Winterweizen*	Sommergerste	Futtererbse	Winterweizen*	Sommergerste
-	-	30 m <sup>3</sup> RG	-	30 m <sup>3</sup> RG	20 m <sup>3</sup> RG	-	200 dt ST	-	KGA	-	-	KGA	S	ZWF S	ZWF S	ZWF S	ZWF S

\* Fruchtfolge-Feld für die Probenahme

**Bodenanalysen und Probennahme**

Für die Untersuchungen zur Aggregatstabilität wurden Mischproben (50 Einstiche pro Parzelle, 0-5cm) mit einem Grassodenprobennehmer im März 2008 entnommen. Die Ermittlung der Aggregatstabilität erfolgte im Naßsiebverfahren nach DIN 19683-16. Die Bestimmung der Gehalte an Gesamt-Stickstoff (N<sub>t</sub>) und organischem Kohlenstoff (C<sub>org</sub>) erfolgte mittels Verbrennungsverfahren nach Dumas (Tabatabai & Bremner 1991). Als Maß für die Infiltrationsrate erfolgte die Bestimmung der gesättigten Wasserleitfähigkeit mittels Haubenpermeameter nach Hartge, für die im April 2008 250 cm<sup>3</sup> große Stechzylindern (10 Wiederholungen/Parzelle) in einer Tiefe von 0 bis 6 cm gezogen wurden.

Um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten und fruchtartspezifische Eigenschaften und Auswirkungen zu vermeiden, wurden innerhalb jeder Fruchtfolge die Parzellen mit Winterweizen beprobt.

Die stofflichen Inputs und der Humussaldo wurden mit Hilfe des landwirtschaftlichen Betriebsmanagementsystems REPRO (Hülsbergen 2003) berechnet, indem die Bewirtschaftungs- und Ertragsangaben (1998-2003) der Versuchsfruchtfolgen als unterschiedliche Fruchtfolgen eines Betriebes angenommen und analysiert wurden.

**Ergebnisse und Diskussion**

**Aggregatstabilität**

Der Vergleich der Fruchtfolgen zeigte die höchste Aggregatstabilität bei gemulchtem Kleegras ohne die Hackfrucht Kartoffel in der Rotation (FF5) (Tab. 2). Die niedrigste Stabilität wurde in der FF6 mit Körnerleguminosen als Hauptfrucht mit den ergänzenden Zwischenfrüchten zwischen den 2 Getreidekulturen gemessen. Die Werte der anderen Fruchtfolgen ließen sich als Unterschiede nicht absichern. Auffällig war jedoch, dass die Aggregatstabilität in der FF 2, 3 und 6 eine geringe Streuung aufweist.

**Wasserleitfähigkeit**

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit lag mit 2800 cm/d - 5000 cm/d (geom. Mittel) sehr hoch. Aufgrund der hohen Streuung, die wohl u.a. durch die flache Probenahme von

0-6cm bewirkt wurde, ergaben die Messungen keinen signifikanten Unterschied. Die im Vergleich zu Literaturdaten hohen Werte waren wohl durch die flache Probenahme bedingt.

#### C<sub>org</sub> und N<sub>t</sub>

Die Ergebnisse zu den Gehalten an organischen Kohlenstoff und Stickstoff ermöglichen eine Differenzierung der Fruchtfolgen. Jeweils die höchsten Werte wiesen die Fruchtfolge 5 (gemulchtes KG ohne Kart. 1,40 % C; 0,134 % N) auf, gefolgt von Fruchtfolge 3 (Stallmistdüngung 1,37 % C; 0,131 % N). Mit 1,13 % C<sub>org</sub> und 0,108 % N<sub>t</sub> liegt die Fruchtfolge 6 (Körnerleguminosen) an letzter Stelle. Das CN-Verhältnis war nahezu identisch bei 10,4.

**Tab. 2: Aggregatstabilität, C<sub>org</sub>, N<sub>t</sub>, C/N und kf-Werte unter Winterweizen (0-5cm), sowie Kennzahlen der C-Versorgung in den Fruchtfolgen 1-6**

	Aggstab %	C <sub>org</sub> %	N <sub>t</sub> %	C/N	kf <sub>geom</sub> m/d	bodenwirksamer Kohlenstoff kg C/ha					HE-Saldo
						Humusmehr	Strohdüngung	Gründüngung	Σ C Pflanzenmaterial	Org. Dünger	
<b>FF1</b>	13,0ab	1,18a	0,111a	10,6	3,3	638	157	35	829	128	0,59
<b>FF2</b>	9,1ab	1,24ab	0,118ab	10,5	3,8	592		58	650	157	0,16
<b>FF3</b>	10,2ab	1,37bc	0,131b	10,4	3,9	603		58	661	191	0,45
<b>FF4</b>	13,0ab	1,25ab	0,123ab	10,2	2,8	447		220	667		0,15
<b>FF5</b>	17,2b	1,40c	0,134b	10,5	3,6	592	215	209	1015		0,99
<b>FF6</b>	6,2a	1,13a	0,108a	10,5	5,1	226	296	99	621		0,49

#### Fruchtfolge und C-Versorgung

Zur Analyse der Ursachen für Effekte der Fruchtfolgen auf die Aggregatstabilität und die Werte der organischen Substanz im Boden wurden die verschiedenen C-Inputs mit dem Programm REPRO berechnet. Aus der Zufuhr von Kohlenstoff durch Ernte- und Wurzelrückstände wurde der im Boden wirksame Anteil berechnet, der die unterschiedlichen Humusreproduktionskoeffizienten des pflanzlichen Materials berücksichtigt. Fruchtfolge 5 mit dem gemulchten Klee gras, den Zwischenfrüchten und der Rückführung des Stroh s erzielte die höchste rechnerische C-Anreicherung.

In den Humussalden (nach REPRO) ergaben sich in der betrachteten Periode von 1998-2003 große Differenzen von 0,15 HE/ha\*a in FF4 bis zu 0,99 HE/ha\*a in der FF5. Diese Werte gingen nicht parallel zu den Werten des bodenwirksamen C, da in die Berechnung des Saldos zusätzlich der Humusbedarf der Kulturen unter Berücksichtigung der Ertragsleistung mit eingeht.

Die Aggregatstabilität korreliert mit  $r = 0,87(*)$  recht eng mit der Summe der bodenwirksamen C-Menge aus den Pflanzenresten und der Gründüngung. Die Gehalte an Kohlenstoff und Stickstoff im Boden korrelierten dagegen besser mit C-Input durch den organischen Dünger. Ganz offensichtlich wird die Aggregatstabilität während der Zersetzung des bodenwirksamen C erzeugt, während die Höhe des (inerten) Humus im Boden nicht positiv auf die Aggregatstabilität wirkt. Der kf-Wert stand in negativer Korrelation zur Aggregatstabilität und damit auch zum C-Eintrag durch die Pflanzenreste (außer Stroh). Eine Erklärung steht aus.

**Tab. 3: Korrelationen (nach Pearson) der gemessenen Bodenwerte mit den berechneten C-Einträge und deren Signifikanz, \*( $p=0,05$ ), \*\*( $p=0,01$ )**

	bodenwirksamer Kohlenstoff kg C/ha nach REPRO								
	Corg%	Nt%	kf geom.	Humus-mehrer n=6	Strohdüngung n=3	Grün-düngung n=6	Σ C Pflanzen- material n=6	Org. Dünger n=3	HE-Saldo n=6
Agg-stab %	0,637	0,619	-0,708	0,587	-0,684	0,561	0,872*	-0,655	0,564
	0,174	0,191	0,115	0,221	0,521	0,247	0,023	0,545	0,244
Corg %		,990**	-0,327	0,557	-0,252	0,382	0,516	0,986	0,429
		0,000	0,527	0,251	0,838	0,455	0,294	0,106	0,396
Nt %		1	-0,354	0,481	-0,179	0,473	0,449	0,994	0,348
			0,491	0,334	0,885	0,343	0,372	0,072	0,499
kf geom.			1	-0,633	0,966	-0,341	-0,325	0,914	0,146
				0,177	0,167	0,509	0,529	0,266	0,782

Die Aggregatstabilität als ein Maß für die Stabilität des Bodens gegen Erosion ist durch die Fruchtfolgen und insbesondere durch den Eintrag des Kohlenstoffs durch die Pflanzenreste (EWR und Gründüngung, außer Stroh) verbessert worden. Damit könnte die Menge des bodenwirksamen C als Maß dienen, das die Veränderung der Aggregatstabilität unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus abbildet. Sie könnte als Indikator in der ABAG Eingang finden. Der Humussaldo bildet diesen Aspekt der Bodenveränderung anscheinend weniger gut ab. Diese ersten Ergebnisse weisen darauf hin, wie und welche Richtung die Untersuchungen in Zukunft geführt werden sollten.

### Literatur

- Kainz et al. (2009): Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion – Beitrag 1a: Das Projekt „Anpassung bestehender Methoden zur Abschätzung der Bodenerosion an die Bedingungen des Ökologischen Landbaus“. Beitrag in diesem Konferenzband.
- Hülsbergen, K. J., 2003: Entwicklung und Anwendung eines Bilanzmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. 257, Halle: Shaker.
- Pommer, G. & Fuchs, R. 2003: Versuchsergebnisse aus Bayern - Ökologischer Landbau Produktionstechnische Versuche zur Fruchtfolge. Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.).
- Tabatabai, M.A. & J.M. Bremner, 1991: Automated instruments for determination of total carbon, nitrogen, and sulfur in soils by combustion techniques." IN: Smith, K.A., cd., Soil Analysis Modern Instrumental Techniques Second Edition, Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 261-286.

## Die Wirkung von Düngerart und Düngermenge auf die Partitionierung von Kohlenstoff und Stickstoff in Pools mit unterschiedlichem Umsatz

Ludwig, B.<sup>1</sup>, Raupp, J.<sup>2</sup> und Heitkamp, F.<sup>1</sup>

Keywords: mineralization, pools, long-term experiment, fertilization, manure

### Abstract

Type and rate of fertilizer influence the level of organic carbon and total nitrogen in the soil markedly, but the effect on different pools is open to question. Soil samples were taken from a sandy Cambisol at Darmstadt, Germany, after 27 years of different fertilization treatments. The six treatments were: straw incorporation plus application of mineral fertilizer (MSI) and application of farmyard manure (FYM) each at high (140 – 150 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), medium (100 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) and low (50 – 60 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) rates. After 266 days of incubation (10°C, 50% water-filled pore space) mineralization of C (1130 – 1820 kg ha<sup>-1</sup>) and N (90 – 125 kg ha<sup>-1</sup>) depended on the rate and not on the type of fertilizer. Very labile and labile pools were obtained by fitting a two-pool model on the mineralization data. The very labile pool (turnover: 17 days, C/N ratio: 23) was unaffected by treatments. Storage of C (1.8 – 3.2 t ha<sup>-1</sup>) in the labile pool (turnover 462 days, C/N ratio: 22) increased significantly with the rate of fertilizer. The size of the intermediate pool was significantly higher in FYM (15 -18 t ha<sup>-1</sup>) than in MSI treatments (12- 14 t ha<sup>-1</sup>). A passive pool, obtained by oxidation with Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, was independent of treatments. Our study shows that labile and intermediate pools were affected differently by fertilization.

### Einleitung und Zielsetzung

Art und Menge von Düngern beeinflussen die Höhe der Vorräte an organischem Kohlenstoff (C<sub>org</sub>) und Stickstoff (N<sub>i</sub>) wesentlich. Der Effekt auf labile C- und N-Pools ist aber noch nicht vollständig geklärt (Loveland & Webb, 2003). Zudem wurden intermediäre und passive Pools nur selten berücksichtigt.

Die Zielsetzung dieser Arbeit war es, den Effekt von Art und Menge der Düngung auf die Kohlenstoff- und Stickstoffpartitionierung in Pools mit unterschiedlichen Umsatzzeiten für eine sandige Braunerde eines Langzeit-Düngungsversuchs zu quantifizieren.

### Methoden

Im Langzeit-Düngungsversuch Darmstadt, Deutschland, werden seit 1980 die Wirkungen organischer Mistdüngung und mineralischer Düngung inklusive Stroheinarbeitung in drei N-normierten Stufen verglichen. Der Boden ist eine Braunerde (Cambisol) mit hohem Sandanteil (86% Sand, 9% Schluff, 5% Ton). Seit 1985 besteht die viergliedrige Fruchtfolge aus Sommerweizen, Hackfrüchten, Winterroggen und Leguminosen. Die sechs untersuchten Behandlungen (bei vier Feldwiederholungen) sind: Strohinkorporation plus Mineraldüngerapplikation (MSI) in den Stufen „hoch“ (MSI<sub>hoch</sub>, 140-150 kg N ha<sup>-1</sup>), „mittel“ (MSI<sub>medium</sub>, 100 kg N ha<sup>-1</sup>) und

<sup>1</sup> Universität Kassel, Fachgebiet Umweltchemie, Nordbahnhofstrasse 1a, 37213, Witzenhausen, Deutschland, bludwig@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/fb11/dec/index.html>

<sup>2</sup>Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt, Deutschland

„niedrig“ ( $MSI_{\text{niedrig}}$ ,  $50\text{--}60 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) sowie Applikation von Rottemist (RM), ebenfalls in den Stufen „hoch“ ( $RM_{\text{hoch}}$ ), „mittel“ ( $RM_{\text{medium}}$ ) und „niedrig“ ( $RM_{\text{niedrig}}$ ). Weitere Details des Versuches sind bei Heitkamp et al. (2008) beschrieben.

Probenahme war im Februar 2007 nach Anbau von Perserklee (*Trifolium alexandrinum* L.). Es wurde ein Inkubationsexperiment mit feldfrischen Proben ( $< 2 \text{ mm}$ ) durchgeführt um die  $\text{CO}_2\text{-C}$ - und netto-N-Freisetzung zu bestimmen ( $10^\circ\text{C}$ , 50% wassergefüllter Porenraum, 266 Tage). Durch Anpassung eines exponentiellen Zwei-Pool-Modells (Gleichung 1) an die Mineralisierungsdaten wurden sehr labile und labile C- und N-Pools und deren Umsatzzeiten bestimmt.

$$Y_m(t) = \sum_{i=1}^2 Y_i \times (1 - \exp(-k_i \times t)) \quad (1)$$

Passive Pools wurden durch oxidative Behandlung der Bodenproben mit Di-Natriumperoxodisulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) erhalten. Intermediäre Pools wurden für die unterschiedlichen Varianten jeweils durch Differenzbildung zwischen dem gesamten Corg-Vorrat (bzw. N<sub>t</sub>-Vorrat) und den Corg-Vorräten (bzw. N<sub>t</sub>-Vorräten) der übrigen Pools (labile Pool und passiver Pool) errechnet.

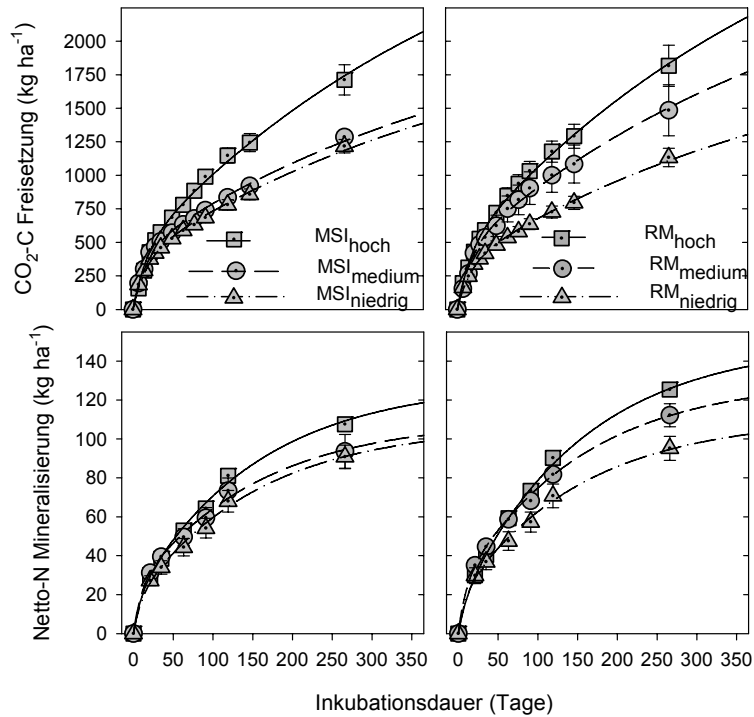
Die Signifikanz ( $P < 0.05$ ) der Effekte Düngerart und Düngermenge wurde mit einem zwei-faktoriellen gemischten Modell überprüft und die Mittelwertunterschiede wurden durch LSD-Tests (geringste signifikante Differenz) ermittelt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die kumulative  $\text{CO}_2\text{-C}$  Freisetzung nach 266 Tagen reichte von  $1130 - 1820 \text{ kg ha}^{-1}$  und stieg signifikant mit der Düngerrate an. Unterschiede zwischen RM- und MSI-Behandlungen waren aber nicht signifikant (Abbildung 1). Dies galt auch für die netto-N-Mineralisierung ( $90 - 125 \text{ kg ha}^{-1}$ ), wobei sich hier bei der höchsten Düngungsstufe eine Tendenz zu höherer Mineralisierung in RM-gedüngten Böden zeigte. Ansteigende Mineralisierung bei höheren Gaben von Mineraldünger wurden auch von Vanotti et al. (1997) beschrieben. Im Gegensatz zu unserer Studie fanden Habteselassie et al. (2006) bei einem Vergleich zwischen mineralisch und organisch gedüngten Lehm Böden hinsichtlich der C- und N-Mineralisierung keine Unterschiede zwischen den Raten, sondern nur zwischen den Düngerarten. Dies zeigt die unterschiedliche Partitionierung von C und N in stabile und mineralisierbare Formen in verschiedenen Böden.

Die Größe des sehr labilen Pools (Umsatzzeit: 17 Tage) lag bei  $0.4 \text{ t C ha}^{-1}$  (C/N-Verhältnis: 23) und war unabhängig von der Behandlung (Abbildung 2). Wahrscheinlich war der Einfluss der vorherigen Feldfrucht (Alexandrinerklee) auf diesen sehr schnell umsetzbaren Pool grösser als die Düngerart oder -menge.

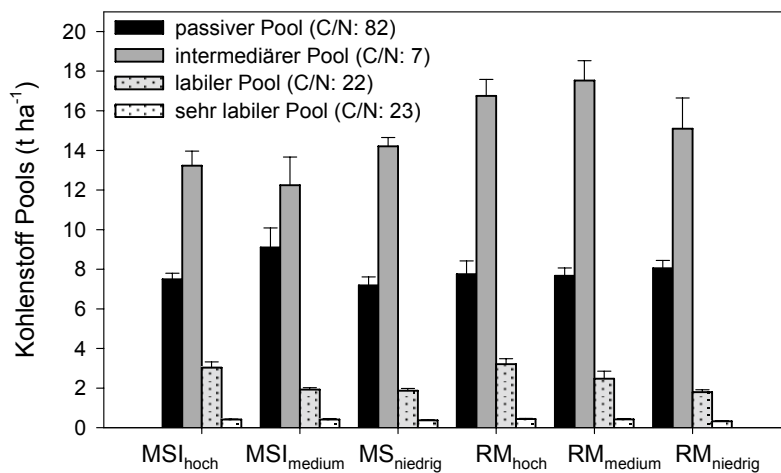
Die Vorräte an C im labilen Pool (Umsatzzeit 462 Tage) betragen  $1.8 - 3.2 \text{ t ha}^{-1}$  (C/N-Verhältnis: 22) und stiegen signifikant mit der Düngermenge an, waren aber nicht beeinflusst von der Düngerart.



**Abbildung 1: Kohlenstoff- und netto-N-Mineralisierung des Bodens der Düngbehandlungen des Darmstädter Langzeitversuches. Mittelwerte mit Standardfehlern (n = 4). Abkürzungen siehe Text.**

Im Gegensatz zu dem labilen Pool war die Höhe der C-Speicherung im intermediären Pool (C/N Verhältnis: 7) nur von der Düngerart abhängig und höher in den Böden der RM-Behandlungen ( $15 - 18 \text{ t ha}^{-1}$ ) als in denen der MSI-Behandlungen ( $12 - 14 \text{ t ha}^{-1}$ ). Dies zeigt, dass bei Mistdüngung mehr C und N in stabiler Form gespeichert ist. Insgesamt sind die Unterschiede der Vorräte an  $C_{\text{org}}$  und  $N_t$  bei den verschiedenen Varianten also durch die Unterschiede im intermediären Pool bestimmt.

Die C-Vorräte im passiven Pool betragen unabhängig von den Düngerbehandlungen  $8 \text{ t ha}^{-1}$ . Das sehr weite C/N Verhältnis von 82 deutet darauf hin, dass in der sandigen Braunerde neben der Stabilisierung von C und N in organo-mineralischen Komplexen die Speicherung von C als Kohle („Black C“) von hoher Bedeutung sein könnte.



**Abbildung 2: Vorräte an Kohlenstoff und C/N-Verhältnisse in verschiedenen Pools. Mittel mit Standardfehlern (n = 4). Abkürzungen siehe Text.**

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass beide Düngungsarten annähernd die gleiche potentielle C- und N-Versorgung für Mikroorganismen und Pflanzen aus der organischen Bodensubstanz ermöglichen. In der von uns untersuchten sandigen Braunerde steuert die Düngungsrate ausschließlich die Größe des labilen Pools. Die Stabilisierung von C und N im intermediären Pool ist unter Mistdüngung grösser. Das Fehlen eines Effektes der Düngermenge auf den intermediären Pool weist auf eine abnehmende Stabilisierungseffizienz mit steigender Rate hin, da sich trotz zunehmendem Eintrag die C- und N-Speicherung im intermediären Pool nicht erhöht.

### Danksagung

Wir danken der DFG für die Finanzierung des Projektes (Graduiertenkolleg 1397).

### Literatur

- Habteselassie M. Y., Stark J. M., Miller B. E., Thacker S. G., Norton J. M. (2006): Gross nitrogen transformations in an agricultural soil after repeated dairy-waste application. *Soil Sci Soc Am J* 70:1338-1348.
- Heitkamp, F., Raupp, J., Ludwig B. (2008): Impact of fertilizer type and rate on carbon and nitrogen pools in a sandy Cambisol. *Plant Soil* (submitted).
- Loveland P., Webb J. (2003): Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil Till Res* 70:1-18.
- Vanotti M. B., Bundy L. G., Peterson A. E. (1997): Nitrogen fertilizer and legume-cereal rotation effects on soil productivity and organic matter dynamics in Wisconsin. In: Paul E A, Elliott E T, Paustian K, Cole C V (Hrsg.): *Soil organic matter in temperate agroecosystems: long-term experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, S. 105-119.



## Einfluss der Leguminosen Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen auf die Fruchtfolge

Paffrath, A.<sup>1</sup>

*Keywords: legumes, nitrogen-uptake, previous crop effect, crop rotation*

### Abstract

*In organic farming legumes play an important role in crop rotation. Especially in stockless farming systems, grain legumes are preferred over clover-grass, which is not cultivated any more. The purpose of the field trial was to test the previous crop effect of field beans, grain peas and bush beans on the whole crop rotation. Control crop was spring wheat. Follower crops were potato – winter wheat – barley. The experiment was repeated consecutively for four years. In the first year yield of potato following the cultivation of all legumes was on average significantly higher (14 %) compared to previous crop spring wheat. No significant effect could be observed on winter wheat during the second year. Yield of barley following the legumes in the third year was significantly (22%) higher. No differences could be seen between the three legumes. The positive effect of legumes was obvious during the whole crop rotation. The nitrogen efficiency of field beans and grain peas was better than from bush beans*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Anbau von Leguminosen als Marktfrucht ist für ökologisch wirtschaftende Betriebe ein unverzichtbarer Bestandteil der Fruchtfolge. Der klassische Anbau von Klee gras ist in den Fruchtfolgen viehloser Betriebe, v. a. in solchen mit einem hohen Anteil an Feldgemüsekulturen, nicht mehr oft zu finden. Für diese Betriebe ist eine Kalkulation des Fruchtfolgewerts der verschiedenen Leguminosen entscheidend für die Anbauplanung. Die positiven Vorfruchtwirkungen von Körnerleguminosen wie Strukturverbesserung des Bodens und phytosanitäre Effekte sind weitreichend beschrieben (TIMMERMANN, 2003), wirtschaftlich aber schwer zu erfassen. Eine Bewertung über die Auswirkung auf den Ertrag der Folgefrucht konnte unter konventionellen Bedingungen auf die Folgefrucht Getreide (ALBRECHT, 2000; LÜTKE-ENTRUP et al., 2001) nachgewiesen werden. Von besonderem Interesse für den Ökologischen Landbau ist die Wirkung nicht nur auf die direkte Nachfrucht sondern auch auf die gesamte Fruchtfolge. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf die Stickstoffnachlieferung, sodass ggf. die Stellung der Folgefrüchte optimiert werden kann. So schnitten in einer Erhebung im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein Westfalen“ auf 169 untersuchten Flächen Kartoffeln als Nachfrucht nach Körnerleguminosen (vorwiegend Ackerbohnen) besser ab als Getreide und 2-jähriges Klee gras (PAFFRATH et al., 2003). Bei Untersuchungen auf 187 Praxisschlägen in Bayern erwies sich einjähriges Klee gras als bessere Vorfrucht zu Kartoffeln als Körnerleguminosen (vorwiegend Erbsen) und 2-jähriges Klee gras (MÖLLER, KOLBE und BÖHM, 2003). Diese Ergebnisse waren Anlass, die Wirkung einiger als Hauptfrucht angebauter Leguminosen auf die gesamte Fruchtfolge genauer zu untersuchen.

---

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Referat Ökologischer Land- und Gartenbau, Gartenstr. 11, 50 765 Köln, e-mail: andreas.paffrath@lwk.nrw.

## Material und Methoden

Untersucht wurde die Vorfruchtwirkung von Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen auf die Fruchtfolge Leguminosen – Kartoffeln – Winterweizen – Wintergerste. Als Referenzfrucht zu Leguminosen wurde Sommerweizen angebaut. Der Standort der Versuchsanlage befand sich auf den anerkannten Flächen des Versuchsgutes der Landwirtschaftskammer NRW in Köln-Auweiler (Bodenart: sandiger Lehm, Ackerzahl: 68, Niederschläge: 650mm/a, mittl. Temperatur: 9,5°C). Die Parzellengröße in der Blockanlage mit Zufallsverteilung betrug 30 m<sup>2</sup>. Ermittelt wurden Erträge und Qualitäten der Ernteware. Zur Ermittlung des Stickstoffentzuges wurde der N-Gehalt der Ernteware nach Kjeldahl analysiert. N<sub>min</sub>-Proben wurden im Spätherbst und im Frühjahr aus drei Bodenschichten bis 90 cm entnommen. Die Untersuchungen begannen im Jahr 2000. Die Versuchsanlage erfolgte in vierjähriger Wiederholung, sodass die letzte Folgefrucht Wintergerste der letzten Jahreswiederholung 2006 geerntet werden konnte. Die statistische Verrechnung erfolgte mit PIAF-Stat. (tukey), dem bundesweit einheitlichen Verrechnungsprogramm für landwirtschaftliche Versuche der Landesanstalten und Landwirtschaftskammern.

## Ergebnisse und Diskussion

Vorfrüchte Leguminosen: Der Jahreseinfluss auf die Ertragsleistung der Leguminosen und der Kontrollfrucht Sommerweizen machte sich am stärksten im Jahr 2000 bemerkbar. In diesem Jahr wurden bei allen Früchten mit Abstand die geringsten Erträge und Stickstoff-Entzüge durch die Ernteware ermittelt. Da Buschbohnen frisch geerntet werden, hatten diese im Mittel der vier Prüffahre mit 12,8 dt/ha den geringsten Trockenmasseertrag. Körnererbsen wiesen einen TM-Ertrag von 30,7, Ackerbohnen von 26,1 und die Kontrollfrucht Sommerweizen von 29,5 dt/ha auf. Mit Ackerbohnen und Erbsen wurde mehr als doppelt so viel Stickstoff mit der Ernteware vom Acker gefahren als mit Sommerweizen. Bei Buschbohnen blieb der größte Teil des im Aufwuchs gebundenen Stickstoffs (70,3 kg/ha) als Ernterest zurück. Ackerbohnen hinterließen mit den Ernteresten 14 kg N/ha, Körnererbsen 11,5 kg N/ha und die Kontrollfrucht Sommerweizen 13,5 kg N/ha. Der Anbau der Zwischenfrucht Phacelia war nur in den Jahren 2002 und 2003 erfolgreich. In diesen zwei Jahren konnte der Phacelia-Aufwuchs nach Buschbohnen mit durchschnittlich 71,4 kg N/ha 93% mehr Stickstoff binden als nach Sommerweizen (37 kg N/ha). Auch nach Ackerbohnen und Erbsen konnte die Zwischenfrucht 45 bzw. 23% mehr Stickstoff aufnehmen als nach der Kontrollfrucht.

Erste Folgefrucht Kartoffeln: Aufgrund der Witterungsverhältnisse und des Auftretens der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) schwankten die Erträge der ersten Folgefrucht Kartoffeln sehr stark. In den Jahren 2001 und 2004 wurden die höchsten Erträge, im Trockenjahr 2003 der geringste Ertrag gemessen (Tab. 1). Im Mittel der vier Prüffahre konnten nach allen Leguminosen-Vorfrüchten von der Folgefrucht Kartoffeln signifikante Mehrerträge von 37 – 42 dt/ha (13 – 15%) gegenüber der Kontrollfrucht Sommerweizen erzielt werden. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Leguminosen waren nicht signifikant. .

**Tabelle 1: Vorfruchtwirkung verschiedener Leguminosen auf den Ertrag der 1. Folgefrucht Kartoffeln**

Vorfrucht	Ertrag							
	dt/ha				dt/ha relativ**			
	2001 *	2002 *	2003 *	2004 *	Mittel 01-04			
Sommerweizen	297 a	250 a	207 a	323 a	268 a			100
Ackerbohnen	363 b	278 a	221 ab	380 b	310 b			115
Körnererbsen	358 bc	277 a	222 ab	361 b	305 b			113
Buschbohnen	318 ac	268 a	232 bc	401 c	305 b			113

\* mit unterschiedlichen Buchstaben markierte Werte unterscheiden sich signifikant GD 5%

\*\*Kontrollfrucht Sommerweizen = 100%

Zweite Folgefrucht Winterweizen: Auch bei dem als zweite Folgefrucht nach Leguminosen angebauten Winterweizen gab es jahresbedingte Schwankungen in der Ertragsleistung. Einen positiven Effekt auf den Ertrag durch die zwei Jahre zuvor angebauten Leguminosen gegenüber Sommerweizen zeigte sich nur in den Jahren 2004 und 2005. In den Anbaujahren 2002 und 2003 schnitt der Winterweizen nach Vorfrucht Sommerweizen sogar besser ab als nach Leguminosenanbau. Im Mittel der vier Jahre unterschieden sich alle Varianten im Winterweizenertrag nicht signifikant (Tab.2).

**Tabelle 2: Vorfruchtwirkung verschiedener Leguminosen auf den Ertrag der 2. Folgefrucht Winterweizen**

Vorfrucht	Ertrag (86% TM) dt/ha							
	dt/ha				dt/ha relativ**			
	2002 *	2003 *	2004 *	2005 *	Mittel 02-05			
Sommerweizen	45 a	32 a	53 a	62 a	48 a			100
Ackerbohnen	39 b	32 a	59 b	67 b	50 a			103
Druscherbsen	39 b	32 a	61 b	67 b	50 a			103
Buschbohnen	40 b	29 b	67 c	70 c	51 a			107

Dritte Folgefrucht Sommergerste: Die Sommergerste profitierte deutlich, wenn drei Jahre zuvor Leguminosen angebaut wurden. Lediglich im Jahr 2005 waren die Ergebnisse aufgrund der größeren Streuung nicht ganz eindeutig. Im Mittel der vier Jahre wurde zwischen 21 und 24 % mehr Gerste geerntet, wenn als Vorfrüchte Leguminosen anstatt Sommerweizen angebaut wurden (Tab. 3).

**Tabelle 3: Vorfruchtwirkung verschiedener Leguminosen auf den Ertrag der 2. Folgefrucht Sommergerste**

Vorfrucht	Ertrag (86% TM) dt/ha							
	dt/ha				dt/ha relativ**			
	2003 *	2004 *	2005 *	2006 *	Mittel 03-06			
Sommerweizen	21 a	36 a	25 a	15 a	24 a			100
Ackerbohnen	25 b	40 b	27 ab	26 b	29 b			122
Druscherbsen	26 c	42 c	28 b	24 b	30 b			124
Buschbohnen	25 b	39 b	26 ab	26 b	29 b			121

Die Folgefrüchte Kartoffeln – Winterweizen – Sommergerste entzogen in der Summe über die Erntewaren zwischen 21 und 30 kg mehr Stickstoff/ha wenn zu Beginn der Fruchtfolge Leguminosen anstatt Sommerweizen angebaut wurden (Tab. 4).

**Tabelle 4: N-Aufnahme Ernteware (kg/ha) verschiedener Leguminosen und deren Folgefrüchte (Referenzfrucht Sommerweizen)**

Vorfrüchte	Vorfrüchte	1. Folgefrucht	2. Folgefrucht	3. Folgefrucht	Summe		Summe	
	Mittel 2000-03	Kartoffeln Mittel 01-04	Winterweizen Mittel 02-05	Sommergerste Mittel 03-06	Folgefrüchte kg/ha	relativ*	Fruchtfolge kg/ha	relativ*
Sommerweizen	54,1	64,5	65,1	39,4	168,9	100	223,0	100
Ackerbohnen	122,1	82,6	69,1	45,7	197,4	117	319,5	143
Druscherbsen	113,7	75,0	68,6	46,3	189,9	112	303,6	136
Buschbohnen	37,1	80,8	74,8	43,2	198,8	118	235,9	106

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass man mit dem Anbau der Leguminosen Ackerbohnen, Körnererbsen und Buschbohnen, gegenüber Sommerweizen eine deutlich besseren Effekt auf die Ertragsleistung der Früchte der gesamten Fruchtfolge Kartoffeln, Winterweizen und Sommergerste erzielt. Signifikant waren diese auf die erste Folgefrucht Kartoffeln und die dritte Folgefrucht Sommergerste. Kartoffeln als erste Feldfrucht nach Leguminosen erbrachten gegenüber Sommerweizen einen Mehrertrag von durchschnittlich 14 % (40 dt/ha). Die in dritter Tracht angebaute Sommergerste erzielte in der Fruchtfolge mit Leguminosen einen durchschnittlich höheren Ertrag von 22% (29,3 dt/ha). Unterschiede zwischen den angebauten Leguminosenarten gab es nicht, obwohl Buschbohnen ca. 60 kgN/ha mehr Stickstoff über die Erntereste zurückführen als Ackerbohnen und Erbsen. Die Stickstoffeffizienz war daher bei Ackerbohnen und Erbsen besser als bei Buschbohnen. Dies ließ sich über den Anbau von Phacelia als Zwischenfrucht verbessern. Die Ergebnisse bestätigen die Wichtigkeit vom als Hauptfrucht angebauten Leguminosen in der ökologischen Fruchtfolge. Die gute Vorfruchtwirkung von Leguminosen ist über mehrere Jahre wirksam.

### Literatur:

- Albrecht, R. (2000) Versuchsberichte der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
 Lütke-Entrup, N., Pahl, H., Albrecht, R. (2001) Fruchtfolgewart von Körnerleguminosen. UFOP-Praxisinformation  
 Paffrath, A. et al. (2003) Dokumentation zu 10 Jahre Ökologische Leitbetriebe in NRW, Kartoffelanbau – Nährstoffversorgung., Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn S. 97-98  
 Möller, K., Kolbe, H., Böhm, H. (2003) Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. Österreichischer Agrarverlag S. 29  
 Timmermann, Chr., I.G. Pflanzenzucht GmbH (2003) Fruchtfolgewart von Körnererbsen nicht unterschätzen. In: INNOVATION 1/2003 S.17-19

## Bioabfallkompost im biologischen Landbau – Auswirkungen auf die Gehalte von bioverfügbaren Schwermetallen im Boden

Erhart, E.<sup>1</sup>, Hartl, W.<sup>1</sup>, Bartl, B.<sup>1,2</sup>, Putz, B.<sup>1</sup> und Horak, O.<sup>2</sup>

Keywords: *biowaste compost, heavy metals, lithium chloride extract, saturation extract*

### Abstract

*The accumulation of heavy metals in soils is a potential risk that may keep organic farmers from using biowaste compost. As the ecological effects of metals are related to mobile fractions rather than to total contents in the soil, we measured the total (aqua regia extractable) heavy metal contents, the readily available water soluble and the potentially bioavailable LiCl-extractable fraction of soil heavy metals in a field experiment after ten years with total applications of 95, 175 and 255 t ha<sup>-1</sup> biowaste compost (fresh matter). Total soil contents of Cd, Cr, Cu, Ni and Pb in the compost treatments were not significantly higher than in the unfertilized control. Total Zn contents increased in the treatment with the highest application rate. In the mobile fractions Cd and Pb were not detectable. Cr, Ni and Zn contents were in the range published for unpolluted soils in other studies and did not show any differences according to treatment. Easily exchangeable Cu (in LiCl extract) was increased with compost fertilization. In several crops, lower Cd contents were measured with compost fertilization than without fertilization. Potatoes which had received mineral fertilizer had significantly higher Cd contents. Crop Zn contents were increased in the compost treatments. In conclusion, fertilization with high quality biowaste compost at such rates and after ten years of application gives no cause for concern with regard to both total heavy metal contents and available heavy metal fractions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Erhaltung bzw. Steigerung der Fruchtbarkeit und der biologischen Aktivität des Bodens ist ein zentrales Anliegen des biologischen Landbaus. Normalerweise erreichen dies Biobetriebe durch einen möglichst geschlossenen Betriebskreislauf sowie die Verwendung von Wirtschaftsdüngern und Zwischenfrüchten. Es gibt jedoch im biologischen Landbau einige Betriebstypen, wie viehlose Betriebe oder Gemüsebaubetriebe, die Schwierigkeiten haben den Humusgehalt ihrer Böden aufrechtzuerhalten. Für solche Betriebe, und für Betriebe, die den Nährstoffbedarf der Kulturen nicht aus Biolandbau-eigenen Quellen decken können, kann Bioabfallkompost eine praktikable Humus- und Nährstoffquelle darstellen. Oft wird bezüglich der Verwendung von Bioabfallkomposten noch die Befürchtung geäußert, daß mit dem Kompost Schwermetalle in den Boden eingetragen werden und diese sich in den Pflanzen und Ernteprodukten anreichern könnten. Durch die getrennte Sammlung der Bioabfälle erreichen qualitativ hochwertige Komposte heute jedoch sehr geringe Schwermetallgehalte, die die Vorgaben der EU VO 2092/91 einhalten bzw. unterschreiten. Für die ökologischen Auswirkungen von Schwermetallen im Boden sind nicht so sehr die Schwermetall-Gesamtgehalte, sondern vielmehr die mobilen Anteile ausschlaggebend. Die wasserlösliche Fraktion ist jener Anteil, der für Pflanzen und Bodenorganismen direkt verfügbar ist. Mit Neutralsalzen extrahierbare Fraktionen werden als potentiell bioverfügbar angesehen. Das Ziel der vorliegenden

---

<sup>1</sup> Bio Forschung Austria, ehemals Ludwig Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau, Rinnböckstrasse 15, A-1110 Wien, Österreich, e.erhart@bioforschung.at

<sup>2</sup> Austrian Research Centers, A-2444 Seibersdorf, Österreich

Untersuchungen war es, die Schwermetall-Gesamtgehalte, die wasserlöslichen und die potentiell bioverfügbaren Anteile (im Königswasseraufschluß, im Sättigungsextrakt und im LiCl-Extrakt) im Boden nach 10-jähriger Düngung mit Bioabfallkompost zu analysieren, um ein detaillierteres Bild der Schwermetall-Verfügbarkeit zu erhalten.

## Methoden

Der Feldversuch 'STIKO' wurde im Herbst 1992 in der Oberen Lobau bei Wien angelegt und umfaßt u. a. 3 Varianten mit Kompostdüngung (BK1, BK2, BK3), 3 Varianten mit mineralischer Düngung (N1, N2, N3) und eine ungedüngte Nullvariante (O), in sechs Wiederholungen als lateinisches Rechteck angelegt. Die Aufbringungsmengen des Bioabfallkompostes betragen 9,5, 17,5 und 25,5 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> im Durchschnitt von 10 Versuchsjahren. Die mineralisch gedüngten Varianten erhielten jährlich durchschnittlich 28, 45 und 62 kg N ha<sup>-1</sup> plus 42 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 72 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Mit Ausnahme der Düngung wurde der Versuch nach den Richtlinien des Biologischen Landbaus (EU-VO 2092/91) mit praxisüblichem Gerät bewirtschaftet. Die Fruchtfolge ist lokaltypisch und besteht hauptsächlich aus Getreide und Kartoffeln.

Der Boden am Versuchsstandort ist ein kalkhaltiger grauer Auboden (150/620/233 g kg<sup>-1</sup> Sand/Schluff/Ton) mit einem pH (KCl) von 7,2, 275 g kg<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> und 2,0 % C<sub>org</sub>. Die verwendeten Komposte stammten von der Kompostierungsanlage der Stadt Wien. Das Rohmaterial bestand aus getrennt gesammelten organischen Haushaltsabfällen und Strauchschnitt im Verhältnis 2:3. Die verwendeten Komposte enthielten im Mittel 410 g kg<sup>-1</sup> organische Substanz, 0,4 mg kg<sup>-1</sup> Cd, 24 mg kg<sup>-1</sup> Cr, 52 mg kg<sup>-1</sup> Cu, 19 mg kg<sup>-1</sup> Ni, 50 mg kg<sup>-1</sup> Pb und 183 mg kg<sup>-1</sup> Zn (Erhart et al. 2008). Der Sättigungsextrakt wurde im Labor Öko-Datenservice entsprechend OENORM L1092 (1993) hergestellt, der LiCl-Extrakt nach Husz (2001) und der Königswasseraufschluß entsprechend OENORM EN 13650 (2002). Schwermetallgehalte in den Ernteprodukten wurden von Bartl et al. (2002) in den Jahren 1996 bis 1998 mittels ICP-AES nach Aufschluß mit HCl und Perchlorsäure im Labor des ARC Seibersdorf gemessen.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Boden-Gesamtgehalte von Cd, Cr, Cu, Ni und Pb waren in den Kompostvarianten nicht signifikant höher als in der ungedüngten Kontrolle und in den mineralisch gedüngten Varianten. Die Zn-Gesamtgehalte waren in der Variante mit der höchsten Kompostdüngung leicht erhöht. Der pH-Wert des Bodens (KCl) lag in allen Varianten bei ca. 7,2. Der C<sub>org</sub>-Gehalt des Bodens betrug in der Nullvariante 1,83 % und war in den Kompostvarianten signifikant höher (2,05 – 2,17 %).

Die Cr- und Ni-Konzentrationen im Sättigungsextrakt lagen im normalen Bereich unbelasteter Böden. Im LiCl-Extrakt war Cr nicht nachweisbar. In den Pflanzen war Cr nicht gemessen worden. Die Verfügbarkeit von Ni wurde in keiner Düngungsvariante signifikant erhöht. Dies korrespondiert auch mit den Ni-Gehalten der Ernteprodukte.

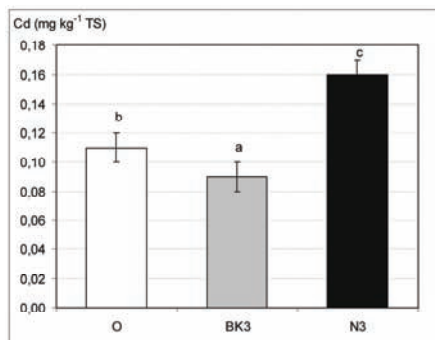
**Tab. 1: Schwermetallgehalte des Bodens gemessen im Sättigungsextrakt und im LiCl-Extrakt**

Variante	Schwermetallgehalte (0-30 cm Bodentiefe; $\mu\text{g kg}^{-1}$ TS)					
	im Sättigungsextrakt				im LiCl-Extrakt	
	Cr	Cu	Ni	Zn	Cu	Ni
O	2,0 a	15,9 a	4,0 a	9,5 a	0,19 a	1,2 a
BK1	1,3 a	16,6 a	4,2 a	7,9 a	0,21 abc	10,6 a
BK2	1,3 a	18,4 a	5,4 a	9,7 a	0,23 cde	9,6 a
BK3	1,1 a	17,7 a	5,0 a	7,6 a	0,25 de	52,6 a
N1	2,0 a	17,3 a	5,9 a	10,8 a	0,20 abc	8,4 a
N2	1,6 a	16,8 a	4,3 a	9,0 a	0,20 abc	1,2 a
N3	1,2 a	15,0 a	3,2 a	6,6 a	0,19 ab	1,2 a

Mit dem gleichen Buchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich nicht signifikant ( $P \leq 0,05$ ). Die Werte für Cd und Pb im Sättigungsextrakt und für Cd, Cr, Pb und Zn im LiCl-Extrakt lagen unter der Bestimmungsgrenze.

Die Cu-Konzentration im Sättigungsextrakt zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Das potentiell verfügbare Cu (im LiCl-Extrakt) war in den Kompostvarianten erhöht, was wahrscheinlich auf eine Komplexierung mit niedermolekularen Komplexbildnern zurückzuführen ist. Bei pH-Werten über 7 wird Cu zunehmend von löslichen organischen Komplexbildnern mobilisiert. Die Pflanzenaufnahme an Cu war mit Kompostdüngung höher als ohne Düngung, wenn auch nicht bei allen Feldfrüchten. Die Cu-Gehalte in den Ernteprodukten lagen jedoch im Bereich der normalen Literaturwerte oder darunter.

Cd war im Sättigungsextrakt und im LiCl-Extrakt nicht nachweisbar. Die Daten der Schwermetallaufnahme des Pflanzenmaterials zeigen ein etwas differenzierteres Bild: Hafer- und Dinkelkörner sowie Kartoffelknollen hatten mit Kompostdüngung signifikant niedrigere Cd-Gehalte als ohne Düngung. In den mineralisch gedüngten Kartoffelknollen hingegen wurden signifikant höhere Cd-Gehalte gefunden, was höchstwahrscheinlich auf den Cd-Input durch Superphosphat- und Triplephosphat-Dünger zurückzuführen ist. Die Cd-Frachten, die durch Phosphordünger eingetragen werden erscheinen gering, sie sind jedoch für Lebewesen viel besser verfügbar als das im Boden gebundene Cd (Sager 1997).

**Abb. 1: Cd-Gehalte von Kartoffelknollen ( $\text{mg kg}^{-1}$  TS; Bartl et al., 2002)**

Pb war in fast allen Varianten sowohl im Sättigungsextrakt als auch im LiCl-Extrakt aufgrund seiner sehr geringen Löslichkeit und Verfügbarkeit bei pH-Werten oberhalb von 4 nicht feststellbar. Auch in den Feldfrüchten war Pb nicht nachgewiesen worden.

Obwohl die Zn-Gesamtgehalte leicht, aber nicht signifikant angestiegen waren, blieben die verfügbaren Zn-Gehalte unbeeinflusst. Im Sättigungsextrakt waren die Zn-Gehalte im selben Bereich wie die in anderen landwirtschaftlichen Böden gemessenen Werte. Im LiCl-Extrakt konnte Zn nicht nachgewiesen werden. Bei den Ernteprodukten waren die Zn-Gehalte in kompostgedüngten Haferkörnern erhöht, während Dinkel und Kartoffeln unbeeinflusst blieben.

### Schlussfolgerungen

Nach zehnjähriger Düngung mit Bioabfallkompost mit Gesamt-Aufbringungsmengen von 95, 175 und 225 t ha<sup>-1</sup> (Frischgewicht) waren die Gesamtgehalte von Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Blei in den Kompostvarianten nicht signifikant höher als in der ungedüngten Kontrolle. Die Zink-Gesamtgehalte nahmen in der Variante mit der höchsten Kompostgabe zu. In den mobilen Fraktionen (im Sättigungsextrakt und LiCl-Extrakt) waren Cd und Pb nicht nachweisbar. Die Gehalte an Cr, Ni und Zn waren im Bereich der Literaturwerte von unbelasteten Böden und zeigten keine Unterschiede zwischen den Varianten. Die leicht austauschbare Fraktion von Cu (im LiCl-Extrakt) war bei Kompostdüngung erhöht, wahrscheinlich durch Komplexbildung mit niedermolekularen organischen Substanzen.

In den Ernteprodukten fanden sich geringere Cd-Gehalte mit Kompostdüngung als ohne Düngung, während in mineralisch gedüngten Kartoffeln signifikant höhere Cd-Gehalte gemessen wurden. In den kompostgedüngten Haferkörnern wurden erhöhte Zn-Gehalte festgestellt. Die Ergebnisse der mobilen Schwermetall-Fractionen stimmten, außer für Cd und Zn, gut mit den Daten der Schwermetallaufnahme von Kulturpflanzen überein.

Die Düngung mit Bioabfallkompost von entsprechender Qualität in solchen Mengen gibt also sowohl hinsichtlich der Schwermetall-Gesamtgehalte als auch hinsichtlich der bioverfügbaren Schwermetallfraktionen keinen Grund zu Bedenken.

### Danksagung

Wir danken der Stadt Wien, Magistratsabteilung 48, für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchungen. Univ. Doz. Di Dr. Georg Husz (†) danken wir für fruchtbare Diskussionen und wertvolle Hinweise zur Interpretation der fraktionierten Analyse.

### Literatur

- Bartl B., Hartl W., Horak O. (2002): Long-term application of biowaste compost versus mineral fertilization: Effects on the nutrient and heavy metal contents of soil and plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 165:161-165.
- Erhart E., Hartl W., Putz B. (2008): Total soil heavy metal contents and mobile fractions after 10 years of biowaste compost fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171: 378-383.
- Husz G. (2001): Lithium chloride solution as an extraction agent for soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164:71-75.
- Sager M. (1997): Possible trace metal load from fertilizers. *Die Bodenkultur* 48: 217-223.



## **Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsverfahren auf P-Formen und P-Dynamik im Boden**

Keller, M.<sup>1</sup>, Oberson, A.<sup>1</sup>, Frossard, E.<sup>1</sup>, Mäder, P.<sup>2</sup>, Mayer, J.<sup>3</sup> und Bünemann, E. K.<sup>1</sup>

*Keywords: long-term field trial, cropping system, P forms, sequential P extraction*

### **Abstract**

The impact of cropping systems on soil phosphorus (P) forms and P dynamics was studied. The systems were a biodynamic (DYN), a bioorganic (BIO), a conventional (CON), a stockless system (MIN) and an unfertilized control (NON). These cropping systems are part of the DOK field trial in Therwil near Basel. The systems differed in fertilization and plant protection. The P budgets over 30 years were negative except for CON and increased in the order: NON < DYN ≤ ORG ≤ MIN < CON. A sequential P extraction scheme was used to characterize the P forms in soil samples from 2007 and 1977 (before the start of the trial). Labile inorganic P (Pi) forms differed significantly between cropping systems. Organic P forms (Po) and stable Pi forms were not affected by the cropping systems apart from Po in concentrated HCl extract. The comparison between P forms in the soils of 2007 and 1977 revealed depletion in labile Pi forms in all systems. The changes were related to the P budget. Po changes were small and thus most of Po appears to be strongly stabilized in the soil.

### **Einleitung und Zielsetzung**

Phosphor (P) ist ein essentieller Pflanzennährstoff. Da P-Reserven beschränkt sind und weil P-Verluste zur Gewässereutrophierung beitragen, muss P effizient genutzt werden. Im Boden liegt P in anorganischen (Pi) und organischen (Po) Bindungsformen vor, die eine unterschiedliche Pflanzenverfügbarkeit aufweisen. Ziel dieser Arbeit war, den Einfluss von Bewirtschaftungsverfahren mit unterschiedlicher Düngerart und Menge auf die P-Formen sowie deren Veränderung nach 30 Jahren zu untersuchen.

### **Methoden**

Die Bodenproben stammten aus dem DOK-Versuch (Mäder et al., 2002). Die untersuchten Verfahren waren ein biodynamisches (DYN), ein organisch-biologisches (ORG), ein konventionelles (CON), ein viehloses (MIN) und eine ungedüngte Kontrolle (NON). Für die Charakterisierung der P-Formen wurde das sequentielle Extraktionsverfahren nach Tiessen und Moir (1993) an Bodenproben von 1977 und 2007 durchgeführt. Dabei wird P schrittweise von labilen zu stabilen P-Formen durch zunehmende Stärke der Extraktionsmittel gelöst (Anionenaustauschharz, 0.5 M NaHCO<sub>3</sub>, 0.1 M NaOH, 1 M HCl, konz. HCl, konz. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). In den Extrakten werden Pi und total P (Pt) bestimmt. Po wird aus der Differenz berechnet.

---

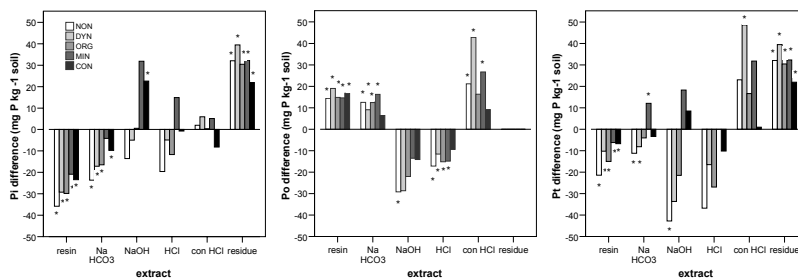
<sup>1</sup> Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Eschikon 33, 8315 Lindau, Schweiz, else.buenemann@ipw.agrl.ethz.ch, www.pe.ipw.agrl.ethz.ch

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070, Frick, Schweiz, paul.maeder@fibl.org, www.fibl.org

<sup>3</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, jochen.mayer@art.admin.ch, www.art.admin.ch

## Ergebnisse und Diskussion

Die labilen Pi-Formen zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren (Daten nicht gezeigt) und eine signifikante Abnahme über 30 Jahre (Abbildung 1, links), die die P-Bilanzen der Verfahren widerspiegeln. Die stabilen Pi-Formen veränderten sich nicht signifikant mit Ausnahme des residuellen Pi, dessen Zunahme vermutlich in Zusammenhang mit P-Stabilisierungsprozessen steht. Die Po-Formen im 2007 wiesen keinen Verfahrenseffekt auf mit Ausnahme des Po in der konzentrierten HCl-Fraktion (Daten nicht gezeigt). Der höchste Gehalt in DYN könnte auf die Gabe von kompostiertem Hofdünger zurückgeführt werden. Im Po kam es in 30 Jahren zu einer Umverteilung unter den Fraktionen (Abbildung 1, Mitte), der gesamte Po-Gehalt veränderte sich in den 30 Jahren jedoch nicht signifikant. Dies könnte darauf hindeuten, dass Po relativ stabil und nur wenig pflanzenverfügbar ist. Die Veränderung des Pt in den einzelnen Fraktionen zwischen 1977 und 2007 bestätigte eine Abnahme der labilen P-Formen und eine Zunahme der stabilen P-Formen (Abbildung 1, rechts).



**Abbildung 1: Veränderung der Pi-, Po- und Pt-Formen innerhalb von 30 Jahren.**  
\* zeigen eine signifikante Veränderung im Vergleich zu 1977 (t-Test,  $p = 0.05$ ).

## Schlussfolgerungen

In den labilen Pi-Formen wurden signifikante Verfahrensunterschiede nach 30 Jahren unterschiedlicher Bewirtschaftung festgestellt. Bei den Po-Formen und den stabilen Pi-Formen gab es keinen Verfahrenseinfluss. Der Vergleich mit Proben von 1977 zeigte eine Umverteilung von labilen zu stabilen P-Formen. Eine positive P-Bilanz wäre vermutlich notwendig, um diesen Effekt zu kompensieren.

## Literatur

- Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296:1694-1697.
- Tiessen, H., and Moir J.O. (1993): Characterisation of available P by sequential extraction, In Carter M. R. (Hrsg): Soil sampling and methods of analysis. CRC Press, Boca Raton, S. 75-86.

## Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion – Beitrag 3: Eignung bestehender Methoden, Defizite und Anpassungsbedarf

Siebrecht, N. und Kainz, M.<sup>1</sup>

*Keywords: erosion, organic agriculture, models, USLE, RUSLE2*

### Abstract

*For the assessment of soil erosion many models have been developed. Most of these don't consider specific effects of organic agriculture (OA). That might result in wrong calculations of soil losses. This paper describes how the widespread model ABAG could be adopted to OA. But some effects can not be included easily. This seems to be possible when using the model RUSLE2, which is compatible to ABAG. But at least the carry-over effect of leys and the influence of pesticides need further research.*

### Einleitung und Zielsetzung

Für die Abschätzung von Erosionsgeschehen bzw. dem Ausmaß des Bodenabtrags durch Wasser stehen unterschiedliche Instrumentarien zur Verfügung. Neben einfachen Feldmethoden, die beispielsweise anhand von Indikatoren Aussagen zur Erosionsgefährdung erlauben, werden Messtechniken eingesetzt, bei denen Abflüsse exakt definierter Flächen gemessen werden und deren Sedimentgehalt bestimmt wird. Solche Erosionsmessungen liefern zwar Ergebnisse mit der höchsten Genauigkeit, sind allerdings sehr aufwändig und nur in Forschungsvorhaben anwendbar. Um Bodenabträge voraussagen und bewerten zu können sind daher Modelle gebräuchlich, die (zum Teil) in der Beratung und auf den Betrieben eingesetzt werden. Es ist aber zu konstatieren, dass die modifizierenden Effekte des Ökolandbaus bisher nicht oder nur unzureichend berücksichtigt werden. Es stellt sich daher die Frage, wie und in wieweit sie in die Modelle einbezogen werden können. Zur Beantwortung wird die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung betrachtet, die innerhalb Deutschlands die weiteste Verbreitung hat und als das am Besten angepasste und praxistauglichste Modell für die Erosionsabschätzung in landwirtschaftlichen Betrieben gilt.

### Methoden

Die ABAG (Schwertmann et al. 1987) basiert auf dem empirischen Modell der USLE (Wischmeier & Smith 1978). Da beide Modelle bereits hinreichend beschrieben sind, wird die ABAG hier nur kurz charakterisiert. Grundlage des Modells ist ein Gleichungssystem, das die wichtigsten Einflussgrößen auf das Erosionsgeschehen quantifiziert und zusammenfasst. Durch Multiplikation von 6 Faktoren wird der langfristige mittlere Bodenabtrag bestimmt. Diese berücksichtigen neben standortabhängigen Größen wie der Niederschlagscharakteristik (=R-Faktor; Dauer, Intensität und Verteilung), Boden- (=K-Faktor; org. Substanz, Körnung ...) und Geländeeigenschaften (=LS-Faktoren; Hangneigung und -länge), die Bewirtschaftung durch die angebauten Fruchtarten, deren Abfolge, dem Reststoffmanagement und der Bodenbearbeitung (=C-Faktor; Fruchtfolge und Bewirtschaftung) und spezifische Maßnahmen zum Erosionsschutz (=P-Faktor; Querbearbeitung, Filterstreifen ...). Die

---

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Alte Akademie 12, 85350, Freising, Germany

Ergebnisse stellen den langjährig mittleren Bodenabtrag (20 Jahre) dar, eine Betrachtung, die kürzer als eine Fruchtfolge ist, ist nicht zulässig.

An diesem Model wird beispielhaft aufgezeigt, wie die beschriebenen Effekte (vgl. Kainz et al. 2009, Kainz 2007) in diesem System integriert werden können bzw. welche Anpassungen erforderlich sind.

### Ergebnisse und Diskussion

Der Carry-over-Effekt, der Nachwirkungen eines Gras-, Klee- oder Klee grasbestandes auf die Erosionsanfälligkeit einer Fläche beschreibt, ist in der ABAG im C-Faktor integriert: Im ersten Jahr nach dem Umbruch wird der Bodenabtrag auf 20%, im zweiten Jahr auf 60% reduziert. Allerdings muss davon ausgegangen werden, dass damit der Effekt nicht ausreichend berücksichtigt ist (s. Kainz et al. 2009). Es wäre möglich, in der ABAG die Koeffizienten für die Wirkung hoch zu setzen und evt. die Wirkung auf einen Zeitraum von über 2 Jahren auszudehnen. Allerdings fehlt für ein solches Vorgehen die Datenbasis und kann deshalb derzeit nicht realisiert werden.

Weitere Effekte des Ökolandbaus beeinflussen Bodenmerkmale, die im K-Faktor berücksichtigt werden, weil sie sich langfristig nicht oder nur wenig ändern, wie z.B. die Gehalte an organischer Substanz. Es ist die Frage, ob der Effekt einer Stallmistdüngung und einer mineralischen Düngung im K- oder im C-Faktor berücksichtigt werden sollte. Auerswald et al. (1996) schlagen vor, dies im K-Faktor zu tun.

Die Wirkung von Stallmist auf Bodenerosion (Becher & Kainz 1983, Siegrist et al. 1998) kann bisher nicht abgebildet werden, da derzeit der Zusammenhang zwischen Aggregatstabilität und Bodenabtrag nicht explizit zu quantifizieren ist. Sollten sich durch eine langjährige Stallmistdüngung die Humusgehalte im Boden erhöhen, so würde dies bei der Berechnung des K-Faktors gemäß ABAG-Vorschriften zur Geltung kommen, aber nur, wenn Messwerte der Äcker vorliegen, wie Kainz (2007) fordert, oder ein genereller Zuschlag für die Stallmistwirtschaft angenommen wird. Weitere Effekte der Stallmistdüngung, wie z.B. eine Erhöhung der Regenwurmfauna und der Infiltrationsleistung würden aber nicht berücksichtigt.

Die destabilisierende Wirkung einer K- bzw. Na-Düngung wurde von Auerswald et al. (1996) in einer umfangreichen Studie für verschiedene Skalenebenen quantifiziert. Sie haben den Vorschlag gemacht, den K-Faktor um diese Wirkung zu ergänzen:

$$K_{\text{adjusted}} = K + 0,02 (Na^+ + K^+ - 5)$$

wobei  $Na^+$  und  $K^+$  die prozentuale Austauschbelegung durch diese einwertigen Kationen darstellt. Da im ökologischen Landbau üblicherweise die K-Düngung restriktiv gehandhabt wird, ist eine geringere K-Sättigung entsprechend bewirtschafteter Böden und somit eine geringere Bodenerodierbarkeit anzunehmen. Es ist davon auszugehen, dass  $NH_4$ -Ionen ähnlich wirken und eine im konventionellen Landbau verbreitete Ammoniumdüngung die Bodenerodierbarkeit erhöht. Dies könnte in ähnlicher Form berücksichtigt werden.

Die Fruchtfolgen, die Kulturverfahren und insbesondere der Verlauf der Bodenbedeckung durch Kulturpflanzen, Unkräuter und Bestandesrückstände unterscheiden sich im ökologischen Landbau deutlich vom konventionellen (Kainz et al. 2009). Für diese andersartigen Anbausysteme müssen C-Faktoren entwickelt werden, indem der Relative Bodenabtrag (RBA; Schwarzbrache = 100) für jede typische Situation bestimmt und mit der Regenverteilung verknüpft wird. Bei der Anpassung der USLE an deutsche Verhältnisse wurden in einer Vielzahl von aufwändigen Messungen bei künstlichen und natürlichen Regen RBA gemessen. Für

die Erarbeitung von ABAG-Faktorenwerten für den ökologischen Landbau müsste man analog vorgehen – was sicherlich mehrere Jahre in Anspruch nimmt.

Zusammenfassend sind die Möglichkeiten zur Integration der Effekte in die ABAG wie folgt einzuschätzen: Einflüsse der Düngung bzw. unterlassener Düngung in den K-Faktor ist realisierbar, Fruchtfolgeeffekte (z.B. carry-over Effekt von Klee gras) sind implementiert und derzeit aufgrund der mangelhaften Datenlage nicht zu verbessern. Unmittelbare Auswirkungen der Bewirtschaftung sind grundsätzlich abzubilden, allerdings ist das Verfahren, für alle typischen Bedingungen RBA durch Abtragsmessungen zu bestimmen, sehr aufwändig. Selbst dann wäre es unmöglich, alle Besonderheiten zu berücksichtigen und für jedes neue Verfahren (z.B. die Dammkultur) müsste ein Erosionsmessprogramm aufgelegt werden. Ein Ansatz könnte sein, die Wirkungen in sog. Subfaktoren (hier: C-Subfaktoren) aufzuteilen und damit nur die jeweils abweichenden Wirkungen anpassen zu müssen (z.B. die Wirkung der Dämme bei der Dammkultur). Eine konsequente Umsetzung dieser Idee liegt seit 2002 vor.

Foster et al. (2002) haben die USLE weiterentwickelt, ohne die Grundlage des Modells zu verlassen. Damit dürfte diese „Revised Universal Soil Loss Equation“ (RUSLE 2;) kompatibel mit den Datensätzen der ABAG sein. Dieses überarbeitete Modell sollte durch verschiedene Modifikationen einfachere Möglichkeiten bieten, Effekte des Ökolandbaus zu integrieren und somit eine Anpassung an den Ökolandbau zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, dass dieses Modell bisher ebenfalls ausschließlich für den Einsatz in konventionellen Betrieben entwickelt und getestet wurde. Im Folgenden werden einige der Veränderungen gegenüber der USLE/ABAG kurz vorgestellt und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten beschrieben.

#### Modifikationen der RUSLE2

Eine der bedeutendsten Anpassungen des Modells besteht in der veränderten zeitlichen Auflösung. Die RUSLE2 basiert auf Tagesebene – somit ist es möglich, für alle Faktoren eine zeitliche Variabilität zu berücksichtigen. Der K-Faktor beispielsweise wird im Jahresverlauf in Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur modifiziert. Untersuchungen zur zeitlichen Variabilität der Aggregatstabilität zeigten eine Veränderungen über das Jahr, weshalb eine entsprechende Modifikation als sinnvoll erachtet wird. Weitere wesentliche Anpassungen beziehen sich bei der Berechnung der Bodenabträge, auf die Integration von Transportkapazität und Sedimentfracht des Abflusses. Dadurch wird neben Aussagen zu Abträgen, auch die Akkumulation abgeschätzt. Neben diesen grundsätzlichen Modifikationen, wurden zum Teil auch die einzelnen erosionsbestimmenden Faktoren überarbeitet:

Der R-Faktor wird im Wesentlichen wie in der USLE belassen. Auch der K-Faktor wird wie bisher in Abhängigkeit von Bodentextur, dem Gehalt org. Substanz sowie der Struktur und Durchlässigkeit des Bodens ermittelt. Für die LS-Faktoren wurden weitere Möglichkeiten zur Berücksichtigung unterschiedliche Hangformen integriert, zugrunde liegende Gleichungen und der Hanglängenexponent, der das Verhältnis von flächiger zu rillenförmiger Erosion angibt, überarbeitet. Letzterer wird nun in Abhängigkeit von Hangneigung, Bodenbedeckung, Bodenart, eingearbeiteter Biomasse (z.B. durch Zufuhr von Wirtschaftsdüngern) und der Bodensetzung ermittelt.

Die umfangreichsten Veränderungen wurden beim C-Faktor durchgeführt. Dieser berücksichtigt nun angebaute Fruchtarten, die Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, die Ausbringung von bodenbedeckendem Material (Mulch, Mist) und die Beeinflussung der Oberflächenrauigkeit durch landwirtschaftliche Aktivitäten. Die Berechnung des C-

Faktors erfolgt durch folgende C-Subfaktoren. In den eckigen Klammern werden die zu integrierenden Effekte genannt.

- Deckungsgrad durch Pflanzen: Bedeckung oberhalb der Bodenoberfläche, die für die Interzeption von Niederschlag verantwortlich ist, ohne den Abfluss direkt zu beeinflussen [Abweichende Bedeckungsverläufe]
- Bodenbedeckung: Bedeckung direkt auf dem Boden, die Regentropfen abhält, die Abflussgeschwindigkeit reduziert und die Infiltration erhöht (z.B. lebendes Pflanzenmaterial, Pflanzenrückstände, Mulch, Steine). [Wirtschaftsdünger, Zwischenfrüchte, Untersaaten.]
- Oberflächenrauigkeit: Höhendifferenzen des Mikroreliefs, die Abflussgeschwindigkeit, Abträge und Transportkapazität verändern.
- Dämme/Rippen: Durch Bearbeitung bzw. Bewirtschaftung vorgeformte Dämme [Besondere Anbauverfahren wie z.B. Dammkulturen].
- Unterirdische Biomasse (lebende und abgestorbene Wurzelmasse, eingearbeitet Rückstände): Stabilisierung in Abhängigkeit von abgestorbener Vegetation, durchgeführten Maßnahmen, Umsetzungsprozessen, toter Biomasse. [Berücksichtigung Zufuhr org. Materials]
- Bodenverdichtung bzw. -setzung: Bodenlockerung bzw. Destabilisierung in Folge von verschiedenen Maßnahmen. [Berücksichtigung von Bodenbearbeitungsmaßnahmen wie Hacken, Striegeln...]
- Vorbefeuchtung des Bodens bzw. Bodenfeuchte.

Es wird deutlich, dass die RUSLE gegenüber der ABAG Möglichkeiten bietet, wichtige Effekte des Ökolandbaus in ein ABAG-kompatibles Modell einzubinden. Einige Bereiche – carry-over Effekt, Wirkung von PSM – bedürfen aber einer grundlegenden wissenschaftlichen Bearbeitung.

## Literatur

- Auerswald K., Kainz M., Angermüller S., Steindl H. (1996): Influence of exchangeable potassium on soil erodibility. *Soil Use Managem.* 12: 117-121.
- Becher H.H., & Kainz M (1983). Auswirkungen einer langjährigen Stallmistdüngung auf das Bodengefüge im Lößgebiet bei Straubing. *Z. Acker- Pflanzenbau* 152: 152-158.
- Foster, G.R.; Yoder, D.C.; Weesies, G.A.; McCool, D.K.; McGregor, K.C.; Binger, R.L. (2002): Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 – User's Guide. USDA-Agricultural Research Service (Hrsg.) Washington, D.C. 166 S.
- Kainz M., Siebrecht N., Reents H.J. (2009): Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion. Beitrag in diesem Konferenzband.
- Kainz, M., (2007): Ist die Allgemeine Bodenabtraggleichung geeignet, den Bodenabtrag in ökologischen Landbausystemen zu beschreiben? In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): KTBL-Fachgespräch. 1. Auflage, 13 - 23, Darmstadt: KTBL.
- Schwertmann, U., Vogl, W. & Kainz, M., (1987): Bodenerosion durch Wasser. 2. Auflage, 64, Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Wischmeier, W., Smith, D., (1978): Predicting rainfall erosion losses. 69, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

## **Einfluss von *Pseudomonas fluorescens* auf Ertrag von Weizen und mikrobielle Biomasse des Bodens**

Fließbach, A.<sup>1</sup>, und Mäder, P.<sup>2</sup>

*Keywords: Pseudomonas fluorescens CHA0, soil fertility, resilience*

### **Effects of *P. fluorescens* on wheat yield and soil microbial biomass**

*P. fluorescens* is used in agriculture and horticulture as a plant growth promoting rhizobacterium. It colonizes root surfaces effectively and excretes compounds that are influencing plant nutrient uptake and plant health. Soils with different initial biological fertility were analysed 18 and 60 days after inoculating the freshly sown wheat plants with a suspension of a rifampicine tolerant strain of *P. fluorescens* CHA0, in order to evaluate its survival and lasting effect on soil microbial biomass. *P. fluorescens* had a lasting effect in soils with low initial biomass, but no lasting effects were found in biologically active soils.

### **Einleitung und Zielsetzung**

*P. fluorescens* kommt in den meisten Böden natürlicherweise vor, vermehrt sich stark an der Wurzeloberfläche und wird in Landwirtschaft und Gartenbau eingesetzt um das Pflanzenwachstum und die Gesundheit der Pflanze zu verbessern. Wir sind der Frage nachgegangen ob Böden, deren biologische Qualität durch langjährige Bewirtschaftung reduziert ist, von einem bakteriellen Inokulum nachhaltiger profitieren als Böden, deren biologische Aktivität schon hoch ist (Fließbach et al., under revision).

### **Methoden**

Löss-Böden, die aufgrund ihrer Bewirtschaftung eine unterschiedliche Qualität aufwiesen, wurden ausgewählt: zwei organisch (BIODYN, CONFYM) und eine rein mineralisch gedüngte (CONMIN) Variante des DOK-Versuchs (Mäder et al., 2002) und ein Boden von einer langjährigen Mais Monokultur (MONO), der eine stark reduzierte Fruchtbarkeit aufwies (Oehl et al., 2003). Die Rifampicin-tolerante Mutante (rif<sup>r</sup>) von *P. fluorescens* Stamm CHA0 (Natsch et al., 1997) wurde 1985 von einem Feld in der Nähe von Fribourg (CH) isoliert, das eine natürliche Suppressivität zeigte. Das Gewächshaus-Experiment bestand je Verfahren (Tabelle 1) und Probenahmezeitpunkt (18 und 60 Tage) aus 5 parallelen Töpfen, die mit der gleichen Menge Boden befüllt, mit 5 Keimlingen Sommerweizen (Greina) bepflanzt und dann mit  $20 \times 10^6$  gewaschenen Zellen von *P. fluorescens* CHA0 rif<sup>r</sup> g<sup>-1</sup> Boden beimpft worden waren. Nach 18 und 60 Tagen wurde der Ertrag ermittelt und die Böden wurden auf mikrobielle Biomasse und Anzahl *P. fluorescens* CHA0 rif<sup>r</sup> analysiert. Die Signifikanz der Resultate wurde in einer drei-faktoriellen Varianzanalyse mit den Faktoren Boden, Inokulum und Probenahmezeitpunkt sowie ihren Interaktionen geprüft.

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, andreas.fliessbach@fibl.org, www.fibl.org

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, paul.maeder@fibl.org, www.fibl.org

## Ergebnisse und Diskussion

Nach 18 Tagen war die Sprossbiomasse der Weizenpflanzen mit 40 mg Trockensubstanz pro Pflanze in allen Verfahren gleich. Nach 60 Tagen war der durchschnittliche Trockenmasseertrag im Boden BIODYN signifikant um 20% höher als im Durchschnitt der anderen Böden. Das *P. fluorescens* CHA0 Inokulum zeigte keine signifikanten Auswirkungen auf den Ertrag. Nur aus Böden, die mit *P. fluorescens* CHA0 rif<sup>+</sup> inokuliert worden waren, konnten diese Keime reisoliert werden. Nach 18 Tagen waren von den  $20 \times 10^6$  eingesetzten Zellen von *P. fluorescens* g<sup>-1</sup> Boden noch  $0.26 \times 10^6$  kultivierbar und nach 60 Tagen nur noch  $0.045 \times 10^6$ . Die Interaktion von Boden und Inokulum zeigte für CONMIN signifikant höhere Werte als für MONO und CONFYM.

**Tabelle 1: Ertrag, mikrobielle Biomasse und Keimzahl (unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede für einen Parameter an)**

Boden	Inokulum	Sprossertrag [mg plant <sup>-1</sup> ]		C <sub>mik</sub> [□g g <sup>-1</sup> ]		N <sub>mik</sub> [□g g <sup>-1</sup> ]		Keimzahl [10 <sup>5</sup> g <sup>-1</sup> ]	
		18d	60d	18d	60d	18d	60d	18d	60d
BIODYN	Kontrolle	33.0	298.4	455 b	522 a	68.7 b	76.6 a	0	0
	P.f. rif <sup>+</sup>	33.4	273.6	448 b	523 a	64.4 b	76.8 a	360	20
CONFYM	Kontrolle	42.2	229.2	330 ef	412 bc	45.6 de	58.9 c	0	0
	P.f. rif <sup>+</sup>	43.5	261.2	357 de	400 cd	48.5 d	56.9 c	100	100
CONMIN	Kontrolle	38.5	244.8	274 ghi	344 ef	44.3 def	46.3 de	0	0
	P.f. rif <sup>+</sup>	37.3	242.0	301 fgh	326 ef	43.9 def	47.1 de	400	40
MONO	Kontrolle	44.5	217.2	240 i	277 gh	33.5 h	40.2 ef	0	0
	P.f. rif <sup>+</sup>	47.5	232.8	265 hi	314 ef	36.4 gh	43.1 fg	160	20

Der anfängliche mikrobielle Biomasse-Kohlenstoff (C<sub>mik</sub>) der Böden war in BIODYN um 69% höher als im MONO-Boden und der mikrobielle Stickstoff (N<sub>mik</sub>) um 75%. Der zeitliche Effekt war hoch signifikant, aber relative Unterschiede der Böden blieben weitestgehend erhalten. Das Inokulum erhöhte C<sub>mik</sub> um 2.7% (p=0.0348). Die Wechselwirkung von Inokulum und Probenahme zeigte eine signifikante Inokulumsbedingte Erhöhung um 6% nach 18 Tagen, die nach 60 Tagen aber wieder abgeklungen war. Lediglich im Boden aus der Mais-Monokultur, der die geringste Anfangsbiomasse aufwies, war die Erhöhung der mikrobiellen Biomasse auch nach 60 Tagen noch signifikant.

## Literatur

- Fließbach, A., Winkler, M., Lutz, M., Oberholzer, H.R., Mäder, P. (under revision): Soil amendment with *Pseudomonas fluorescens* CHA0 is more effective in soils low in microbial biomass and activity. *Microbial Ecology*.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296, 1694-1697.
- Natsch, A., Keel, C., Hebecker, N., Laasik, E., Defago, G. (1997): Influence of biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* CHA0 and its antibiotic overproducing derivative on the diversity of resident root colonizing pseudomonads. *FEMS ME* 23, 341-352.
- Oehl, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Mäder, P., Boller, T., Wiemken, A. (2003): Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. *Applied and Environmental Microbiology* 69, 2816-2824.



## Entwicklung der Humusgehalte in Abhängigkeit von Fruchtart/Anbausystem in einem Dauerfeldversuch

Brock, C.<sup>1</sup>, Leithold, G.<sup>1</sup> und Schulz, F.<sup>2</sup>

*Keywords: soil organic matter dynamics, cropping system, long-term experiment*

### Abstract

*Year-to year changes of soil organic matter (SOM) have been surveyed in a long-term experiment in order to allow for crop/cropping system impact assessment. Legumes usually caused SOM build-up, which on the other hand only to a short extend remained during the succeeding years. Considerable SOM decrease could be found under potatoes. SOM dynamics under cereals varied strongly according to aspects of the respective cropping system, especially precrop and fertilization. Green manure but also farmyard manure obviously increased short-term decomposable fractions of SOM, promoting mineralization of SOM in the following period. Long-term changes of SOM in the experiment were somewhat less pronounced than year-to-year changes, pointing on the high importance of consideration of short-term SOM dynamics in humus management.*

### Einleitung und Zielsetzung

Hohe Humusgehalte und ein intensives Umsatzgeschehen sichern optimale Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen, können aber auch Quelle für ökologisch negativ zu bewertende Nährstoffverluste sein. Ein optimales Humusmanagement ist daher notwendig. Hierfür bedarf es einer ausreichenden Kenntnis der Humusdynamik in Abhängigkeit von ackerbaulichen Maßnahmen. Der vorliegende Beitrag stellt die Entwicklung der Humusgehalte im Ap-Horizont der Parzellen im Ökologischen Ackerbauversuch Gladbacherhof (vgl. Schmidt et al. 2006) zwischen 1998 und 2006 dar. Auf dieser Grundlage soll die Beeinflussung der Humusgehalte durch Fruchtarten in unterschiedlichen Anbausystemen untersucht und diskutiert werden.

### Methoden

Der Ökol. Ackerbauversuch Gladbacherhof untersucht die Wirkung der Faktoren Fruchtfolge/Düngung sowie Grundbodenbearbeitung. In den drei Varianten des Faktors Fruchtfolge/Düngung werden eine Fruchtfolge für milchviehaltende Betriebe mit mehrjährigem Feldfutterbau sowie Stallmistdüngung (a1), eine Fruchtfolge mit Rotationsbrache für viehlose Betriebe (a2), sowie eine Fruchtfolge für viehlose Betriebe mit ausschließlichem Marktfruchtanbau (a3) dargestellt (vgl. Schmidt et al. 2006). In Variante a1 werden sämtliche Nebenprodukte und Futter geerntet, in den anderen Varianten verbleiben sämtliche Nebenprodukte und Nicht-Marktfrüchte auf der Fläche. Zur Eingrenzung der wirksamen Faktoren wurde nur die Bodenbearbeitungsvariante Standard (tiefwendend mit Pflug) in die Auswertungen einbezogen.

---

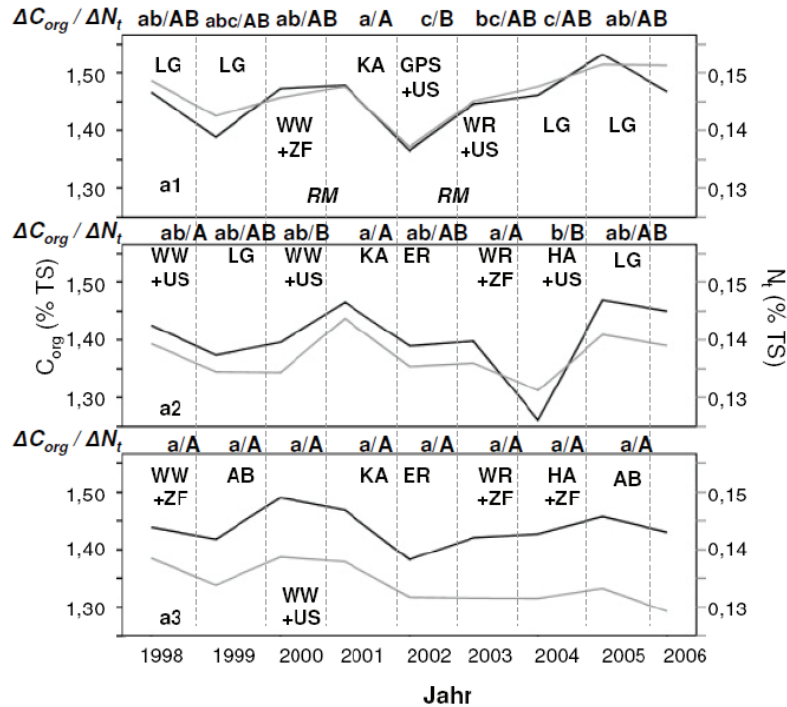
<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität, Professur f.Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21c, 35394, Giessen, Deutschland, christopher.j.brock@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Lehr- u. Versuchsbetrieb Gladbacherhof, 65606 Villmar, Deutschland

Die Dynamik der Humusgehalte wurde anhand jährlicher Messdaten zu den Gehalten (% TS) von  $C_{org}$  sowie  $N_t$  in den AP-Horizonten der einbezogenen Parzellen erfasst. Unterschiede in der Beeinflussung der Humusgehalte durch verschiedene Fruchtarten bzw. Anbausysteme wurden mit varianzanalytischen Methoden anhand der Indikatoren  $\Delta C_{org}$  ( $kg\ C\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ) bzw.  $\Delta N_t$  ( $kg\ N\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ) untersucht.

### Ergebnisse

Die Dynamik der Humusgehalte unter der Fruchtarten/Anbausystemen des Versuches stellt Abb. 1 dar.



**Abb. 1: Entwicklung der Humusgehalte (Indikatoren  $C_{org}$ ,  $N_t$ ) im Ökol. Ackerbauversuch Gladbacherhof in Abhängig von Fruchtart bzw. Anbausystem.** LG=Luzerngras, WW=Winterweizen, KA=Kartoffeln, GPS=Ganzpflanzensilage (Leg.-Nichtleg.-Gemenge), WR=Winterroggen, ER=Erbsen, HA=Hafer, AB=Ackerbohnen, US=Untersaat (LG), ZF=Zwischenfrucht (Leg.-Nichtleg.-Gemenge), RM=Rottemist. Buchstaben über den Abbildungen kennzeichnen signifikante Differenzen in der Entwicklung von  $C_{org}$  ( $\Delta C_{org}$ ) und  $N_t$  ( $\Delta N_t$ ) unter den jew. Fruchtarten (Tukey-Test,  $\alpha=0,05$ )

Hier zeigt sich ein Abfall der Humusgehalte im ersten Versuchsjahr (1998) in allen Varianten, unabhängig von Fruchtart bzw. Anbausystem. Im zweiten Versuchsjahr (1999) kam es sowohl unter Luzerngras (Var. a1 und a2), wie auch unter Ackerbohnen (a3) zu einem Anstieg der Humusgehalte. Unter dem nachfolgenden Winterweizen stiegen die Humusgehalte insbesondere nach der Rotationsbrache in

Variante a2 weiter an. Auch in der Variante a1 zeigte sich ein weiterer Anstieg, wobei hier die Wirkung der Mistdüngung vom Herbst 2000 berücksichtigt werden muss. Nach Ackerbohnen (a3) fielen die Humusgehalte geringfügig ab. Einheitlich zeigten sich hingegen ein Abfall der Humusgehalte unter Kartoffeln (2001) in allen Varianten sowie ein Wiederanstieg unter der nachfolgenden Kultur (Erbsen in a2 und a3, Leg.-Nichtleg.-Gemenge in a1). Im 6. Versuchsjahr (2003) stiegen die Humusgehalte in Variante a1 bei vorheriger Mistdüngung geringfügig an. In Variante a2 hingegen kam es zu einem starken Abfall der Humusgehalte. In der Variante a3 blieben die Gehalte konstant. Sowohl unter Getreide mit Untersaat bzw. nachfolgender Zwischenfrucht, wie auch unter legumem Feldfutter kam es im 7. Versuchsjahr (2004) zu einem Anstieg der Humusgehalte. Dieser war in der Variante a2 nach dem starken Abfall des Vorjahres besonders deutlich. Im Gegensatz zum entsprechenden Fruchtfolgejahr der ersten Rotation (1999) kam es im 8. Versuchsjahr (2005) unter Ackerbohnen (a3) und Rotationsbrache (a2) zu einem leichten Abfall der Humusgehalte. Ein Anstieg der Humusgehalte wurde hingegen wie bereits in der ersten Rotation in Variante a1 unter Luzerngras im zweiten Hauptnutzungsjahr erreicht.

Die relativ starke Abnahme der Humusgehalte unter Kartoffeln konnte in der Varianzanalyse von einer Zunahme unter Leguminosen oder Getreide mit Zwischenfrucht in bestimmten Jahren abgegrenzt werden. Eine spezifische Zunahme der Humusgehalte unter bestimmten Fruchtarten, insbesondere Leguminosen, konnte nicht festgestellt werden.

Die Veränderung der Humusgehalte von Jahr zu Jahr war wesentlich stärker als die durchschnittliche Entwicklung im Laufe der Versuchsdauer.

### Diskussion

Eine Zunahme der Humusgehalte unter mehrjährigen Leguminosen wurde vielfach beschrieben (u.a. Michel 1991). Allerdings ist auch ein möglicher Priming-Effekt der Gründüngung zu berücksichtigen (Kuzjakov et al. 2000). Auch im vorliegenden Versuch wurde der unter mehrjährigen Leguminosen aufgebaute Humus insbesondere in Variante a2 (Rotationsbrache) relativ schnell wieder zu einem großen Teil abgebaut. Es muss dabei beachtet werden, dass ein Humusaufbau durch Leguminosenwurzeln im Unterboden in den vorgestellten Ergebnissen nicht berücksichtigt wurde.

Kartoffeln werden allgemein als „Humuszehrer“ eingestuft. Es wird davon ausgegangen, dass intensive mechanische Bodenbearbeitung die Mineralisierung von organischer Bodensubstanz in großem Umfang fördert (Balesdent et al. 2000). Gleichzeitig verbleiben nach Kartoffeln relativ geringe Mengen an Ernte- und Wurzelrückständen für den Humusaufbau. Diese Annahmen werden auch durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt.

Eine Zu- oder Abnahme der Humusgehalte unter Getreide-Anbausystemen wird offensichtlich durch Fruchtfolgestellung und Düngung sowie die variablen natürlichen Standortbedingungen (Klima) bestimmt. So zeigt sich in der Zunahme der Humusgehalte unter Winterweizen nach mehrjährigen Leguminosen in den Versuchsvarianten a1 und a2 noch die Wirkung der Vorfrucht (vgl. Koopmanns & Goldstein 2001). Die Dynamik der Humusgehalte unter Winterroggen im 6. Versuchsjahr kann nicht ohne weiteres interpretiert werden.

Eine ausgeprägte saisonale Veränderung der Humusgehalte in Ackerböden beschreiben u.a. auch Leinweber et al (1994). Dieser steht eine i.d.R. nur geringe langfristige Zu- oder Abnahme der Humusgehalte in Dauerfeldversuchen gegenüber (Fließbach et al. 2007). Bei der Bewertung der Humusdynamik müssen allerdings

Zusammenhänge zwischen Niveau und Umsatz der Humusgehalte berücksichtigt werden (Kubat et al. 2008).

### Schlussfolgerungen

Die Veränderung der Humusgehalte von Jahr zu Jahr ist erheblich und so in ökologischer und pflanzenbaulicher Hinsicht von unmittelbarer Bedeutung als die langfristige Entwicklung der Humusgehalte. Eine Berücksichtigung bei der Analyse und Bewertung des Humusmanagements ist daher erforderlich. Mehrjährige Leguminosen, Körnerleguminosen und legume Zwischenfrüchte leisten einen Beitrag zum Humusaufbau. Dieser tritt jedoch z.T. erst ab dem zweiten Hauptnutzungsjahr bzw. unter der Nachfrucht auf. Eine Abnahme der Humusgehalte ist auch unter Leguminosen möglich. Hier sind Maßnahmen zur optimalen Nutzung der freiwerdenden Nährstoffe notwendig. Die Bewertung von Kartoffeln als „Humuszehrer“ wird durch die vorliegenden Ergebnisse voll unterstützt. Die Abnahme der Humusgehalte übertraf dabei z.T. den vorhergehenden Humusaufbau durch Leguminosen und ggf. Düngung. Die Humusdynamik unter Getreide-Anbausystemen schwankt zwischen Humusauf- und Abbau. Hier sind weitere Untersuchungen zur Bewertung der Anbausysteme notwendig.

### Literatur

- Balesdent J., Chenu C., Balabane M. (2000): Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil & Tillage Research* 53: 215-230.
- Fließbach A., Oberholzer H.-R., Gunst L., Mäder P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 273-284.
- Koopmanns C., Goldstein W. (2001): Soil organic matter budgeting in sustainable farming (Interim Draft). In: MFAI Bulletin, Vol 7, Michael Fields Agricultural Institute, East Troy, 39 S.
- Kubat J., Novakova J., Friedlova M., Frydova B., Cerhanova D. (2008): Relationships between the content and quality of soil organic matter in arable soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* 54: 343-352.
- Kuzyakov Y., Friedel J., Stahr K. (2000): Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1485-1498.
- Leinweber P., Schulten H.-R., Körschens M. (1994): Seasonal variations of soil organic matter in a long-term agricultural experiment. *Plant and Soil* 160: 225-235.
- Michel D. (1991): Leistungen von Luzerne und klee-gras im Mitteldeutschen Agrarrrum zur Verbesserung der Humus- und Stickstoffbilanz in der Fruchtfolge bei Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Bodens. In Leithold G. (Hrsg.): *Stoffkreisläufe – Grundlagen umweltgerechter Landwirtschaft*. Eigenverlag Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle (Saale), S. 41-51.
- Schmidt H., Schulz F., Leithold G. (2006): Organic Farming Trial Gladbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. In Raupp J., Pekrun C., Oltmanns M., Köpke U. (Hrsg.): *Long-term field experiments in organic farming*. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 165-182.

## Ergebnisse der Anwendung einer neuen Humusbilanzmethode in Dauerfeldversuchen

Brock, C.<sup>1</sup>, Hoyer, U.<sup>2</sup>, Leithold, G.<sup>1</sup> und Hülsbergen, K.-J.<sup>2</sup>

*Keywords: humus balance method, humus, humus dynamics, humus management.*

### Abstract

*Humus balance methods aim at the assessment of humus reproduction in cropping systems as an effect of cropped plant species and management. They do not intend to predict actual humus dynamics, which are strongly dependent on land-use history and environmental site conditions. Therefore, the validation of humus balance methods is a methodical challenge. This paper presents results from the validation of a new method for humus balancing with different approaches. The first validation approach is relating humus balance saldi to humus content development in long-term field experiments. The second approach is relating humus balance saldi differences between field experiment treatments under similar site conditions to differences in humus dynamics indicators. In both validations the model performed satisfactory. Compared to standard humus balance methods applied in organic farming, the new method proved comparable quality in the validation. However, there is a clear demand for methodical improvement of validation approaches for humus balance methods.*

### Einleitung und Zielsetzung

Das Ziel von Humusbilanzen ist nicht die Prognose der tatsächlichen Humusdynamik, da diese in hohem Maße von der jeweiligen Vorbewirtschaftung und nicht-beeinflussbaren Standortbedingungen abhängig ist (Abb.1). Hingegen soll eine Bewertung von Bewirtschaftungssystemen mit Blick auf eine unter den gegebenen nicht-beeinflussbaren Bedingungen optimale Humusreproduktion ermöglicht werden. Aus diesem Grunde stellt die Validierung von Ansätzen zur Humusbilanzierung eine methodische Herausforderung dar.

Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse zweier Ansätze zur Validierung einer neuen Methode zur Humusbilanzierung dar (vgl. Brock et al. 2008). Bei dieser Methode werden Humusreproduktionskoeffizienten für Fruchtarten in verschiedenen Anbausystemen erstmals konsequent anhand eines mathematischen Algorithmus und unter Berücksichtigung des Einflusses der natürlichen Standortbedingungen berechnet.

### Methoden

Der erste Ansatz zur Validierung von Humusbilanzmethoden entspricht dem in der Modellentwicklung üblichen Vergleich berechneter und gemessener Zielwerte in Dauerfeldversuchen. Dabei wird der Bilanzsaldo einer Fläche in  $\text{kg Humus-C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  mit der tatsächlichen Entwicklung der Humusgehalte der Fläche verglichen. Mit der neuen Humusbilanzmethode wird die zur Ausbildung des jeweiligen Fruchtarternertrages notwendigerweise mindestens mineralisierte Menge an Humus

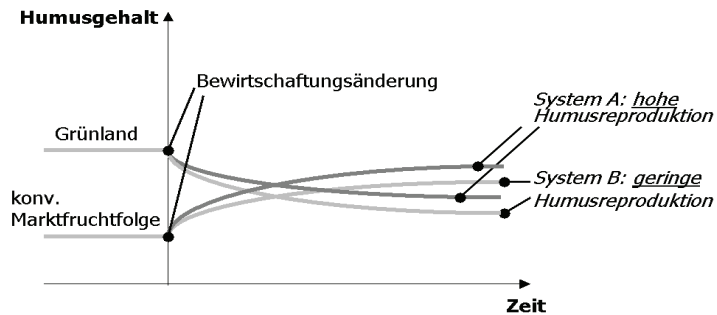
---

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität, Professur f. Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21c, 35394, Giessen, Deutschland, christopher.j.brock@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> TU München, Lehrstuhl f. Ökologischen Landbau, Alte Akademie 12, 85354 Freising, Deutschland, sekretariat.oekolandbau@wzw.tum.de

berechnet. Aus diesem Grunde ist eine Unterschätzung der tatsächlichen Humusmineralisierung einer Fläche möglich, kann jedoch nicht zur Beurteilung der Aussagequalität herangezogen werden. Eine Überschätzung der Humusmineralisierung durch die neue Humusbilanzmethode ist hingegen dem methodischen Ansatz nach ausgeschlossen und kann daher als Negativkriterium in der Validierung verwendet werden.

Der zweite Validierungsansatz baut auf der Hypothese auf, dass sich ein höherer Humusbilanzsaldo eines Anbausystems gegenüber einem anderen Anbausystem am gleichen Standort auch in der Beeinflussung der Humusdynamik widerspiegeln muss, unabhängig von der übergeordneten Tendenz der Entwicklung der Humusgehalte. (Abb.1).



**Abb. 1: Zusammenhang zwischen Humusreproduktion und Entwicklung der Humusgehalte nach Bewirtschaftungsänderung.**

Die Überprüfung der Hypothese wurde anhand von Korrelationsanalysen zum Zusammenhang von Humusbilanzsalden und Indikatoren von Humusgehalt und Humusdynamik in Parzellen von Dauerfeldversuchen durchgeführt.

In die Validierung nach dem ersten Ansatz wurden insgesamt 58 Bewirtschaftungsvarianten (207 Parzellen) in 11 Dauerfeldversuchen in Deutschland und Nachbarländern einbezogen. Davon konnten bis zu sieben Versuche in den zweiten Validierungsansatz einbezogen werden (vgl. Tab. 1). Es wurden jeweils für alle einbezogenen Parzellen eines Versuches Humusbilanzen nach der neuen Methode sowie nach den aktuell in der Beratung in Deutschland für die Humusbilanzierung im ökologischen Landbau etablierten Ansätzen nach VDLUFA (2004) und Leithold et al. (1997) berechnet. Als Bezugsparameter wurden sensitive qualitative Indikatoren des Humusgehaltes (heißwasserlösli. Kohlenstoff und Stickstoff =  $C_{hw}$  bzw.  $N_{hw}$ ), sowie Indikatoren der Entwicklung der Humusgehalte ausgewählt. Letztere wurde vereinfachend anhand des linearen Trends der Entwicklung von  $C_{org}$  ( $C_{Trend}$ ) bzw.  $N_t$  ( $N_{Trend}$ ) in allen einbezogenen Parzellen nachvollzogen. Da dieses Vorgehen aufgrund der Datenlage nur in vier Versuchen möglich war, wurde die Entwicklung der Humusgehalte zusätzlich anhand der Differenz zwischen erstem und letztem Messwert der Parameter  $C_{org}$  und  $N_t$  im Auswertungszeitraum erfasst ( $\Delta C_{org}$ ,  $\Delta N_t$ ).

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der Methodvalidierung nach dem ersten Ansatz (ohne Abb.) zeigten je nach betrachtetem Indikator eine Übereinstimmung der Vorzeichen von Bilanzsaldo

und Trend in 49% ( $C_{Trend}$ ) bzw. 47% ( $N_{Trend}$ ) der Fälle (=Anzahl einbezogener Feldversuche). Entsprechend den Validierungskriterien dieses Ansatzes (s.o.) nicht zu interpretieren waren 28% bzw. 23% der Fälle. Eine Fehlansage der Humusbilanzmethode im Sinne einer Überschätzung der Humusmineralisierung lag in 25% bzw. 28% der Fälle vor.

In Tab.1 sind die Ergebnisse der Methodvalidierung nach dem zweiten Ansatz wiedergegeben.

**Tab. 1: Zusammenhänge zwischen Humusbilanzsalden und gemessenen Indikatoren von Humusgehalt und Humusdynamik in Dauerfeldversuchen.** Angegeben sind der absolute Umfang von Übereinstimmungen (pos. Korrelationen) und Fehlansagen (neg. Korr.) sowie die mittlere Erklärte Varianz ( $r^2$ ) in den Versuchen mit positiven Korrelationen. n=Anzahl Versuche.

Indikator	Methode								
	Leithold et al. (1997)			VDLUFA (2004), obere Werte			Brock et al. (2008)		
	Fälle		$r^2$	Fälle		$r^2$	Fälle		$r^2$
	pos.	neg.	x	pos.	neg.	x	pos.	neg.	x
$C_{Trend}$ (n=7)	3	1	0,19	4	0	0,16	4	0	0,26
$N_{Trend}$ (n=7)	3	1	0,27	4	0	0,30	4	0	0,31
$\Delta C_{org}$ (n=7)	6	1	0,24	6	1	0,16	6	1	0,34
$\Delta N_t$ (n=6)	4	2	0,26	5	1	0,22	4	2	0,39
$C_{hwl}$ (n=7)	5	2	0,36	5	2	0,28	6	1	0,22
$N_{hwl}$ (n=7)	5	2	0,34	5	2	0,27	6	1	0,17

Die neue Humusbilanzmethode zeigte nach Tab. 1 bei allen betrachteten Parametern außer  $\Delta N_t$  in der überwiegenden Mehrzahl der einbezogenen Versuche positive Korrelationen und erfüllte so die o.g. Hypothese. Von den beiden aktuellen Standardmethoden wies die Methode von Leithold et al. (1997) einen vergleichbaren Umfang von Übereinstimmungen entsprechend der Arbeitshypothese auf, der Ansatz nach VDLUFA (2004, obere Werte) fiel demgegenüber etwas ab. Die Korrelationen mit den Indikatoren der Entwicklung der Humusgehalte ( $C_{Trend}$ ,  $N_{Trend}$ ,  $\Delta C_{org}$ ,  $\Delta N_t$ ) waren im Mittel bei der neuen Methode etwas stärker, als bei den Standardmethoden. Hingegen wiesen die letzteren engere Korrelationen mit den Indikatoren der schnell umsetzbaren Humusanteile ( $C_{hwl}$ ,  $N_{hwl}$ ) auf.

## Diskussion

Grundsätzlich ist bei der Interpretation der Validierungsergebnisse zu beachten, dass die Erfassung der Entwicklung des Humusgehaltes einer Fläche mit Schwierigkeiten verbunden ist und durch die jeweils verwendete Methode beeinflusst wird (u.a. Richter & Kroschewski 2006). Des weiteren muss berücksichtigt werden, dass die Entwicklung der Humusgehalte in den meisten einbezogenen Versuchspartellen aufgrund der Datenlage nur für den Oberboden nachvollzogen werden konnte, während die von der Humusbilanz berechnete Humusreproduktion den gesamten Wurzelraum der Pflanzen betrifft (vgl. Brock et al. 2008). Überdies kann eine enge Beziehung zwischen Humusbilanzsalden und tatsächlicher Entwicklung der Humusgehalte nicht erwartet werden, da hier die in den Methoden nicht erfasste Vorbewirtschaftung/Nutzungsgeschichte der Flächen großen Einfluss besitzt (vgl. Pulleman et al. 2000). Auch die eher gering erscheinenden Werte der erklärten Varianz ( $r^2$ ) im zweiten Validierungsansatz müssen vor dem Hintergrund des speziellen methodischen Ansatzes von Humusbilanzmethoden beurteilt werden, der

auf eine Beurteilung des notwendigen Humusersatzes und nicht auf die Prognose tatsächlicher Humusgehaltsänderungen abzielt (Hülsbergen 2003). Selbstverständlich bergen modellbasierte Ansätze stets die Gefahr der Nicht-Berücksichtigung wichtiger Wirkungszusammenhänge (vgl. Smith et al. 1997). Aus diesem Grunde wird auch von den statischen Humusbilanzmethoden dann eine bessere Aussagequalität erreicht als von den dynamischen, wenn die bewerteten Anbausysteme ähnliche Bedingungen aufweisen, wie die den statischen Methoden zugrundeliegenden Dauerversuchsvarianten.

### Schlussfolgerungen

Mit der Methode von Brock et al. (2008) ist erstmals die konsequente Berechnung von Humusreproduktionskoeffizienten für Fruchtarten in unterschiedlichen Anbausystemen und unter Berücksichtigung des jeweiligen Einflusses der natürlichen Standortbedingungen anhand eines einheitlichen mathematischen Modells möglich. In der Validierung zeigte die neue Humusbilanzmethode eine den aktuell etablierten Methoden entsprechende und insgesamt akzeptable Aussagequalität. Die weitere Überprüfung und Erprobung unter Versuchs- und Praxisbedingungen ist jedoch notwendig.

### Danksagung

Die Autoren danken allen beteiligten VersuchsanstellerInnen und Landwirten, sowie der Bundesanstalt f. Landwirtschaft und Ernährung für die Finanzierung des Projektes.

### Literatur

- Brock C., Hoyer U., Leithold G., Hülsbergen K.-J. (2008): A new approach to humus balancing in organic farming. In Neuhoff D., Halberg N., Alföldi T., Lockeretz W., Thommen A., Rasmussen I., Hermansen J., Vaarst M., Lueck L., Caporali F., Jensen H., Migliorini P., Willer H. (Hrsg.): *Cultivating the future based on science*. Eigenverlag ISO FAR, Bonn, S. 40-43.
- Hülsbergen K.-J. (2003): *Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme*. Shaker, Aachen, 257 S.
- Leithold G., Hülsbergen K.-J., Michel D., Schönmeier H. (1997): *Humusbilanzierung – Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator*. Initiativen zum Umweltschutz 5, DBU, Osnabrück, S. 43-54.
- Pulleman M., Bouma J., van Essen E., Meijles E. (2000): Soil organic matter content as a function of different land use history. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 64:689-693.
- Richter C., Kroschewski B. (2006): Analysis of a long-term experiment with repeated-measurement models. *J. Agronomy & Crop Science* 192: 55-71.
- Smith P., Smith J., Powlson D., McGill W., Arah J., Chertov O., Coleman K., Franko U., Frolking S., Jenkinson D., Jensen L., Kelly R., Klein-Gunnewiek H., Komarov A., Li C., Molina J., Mueller T., Parton W., Thornley J., Whitmore A. (1997): A comparison of the performance of nine soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. *Geoderma* 81:153-225.
- VDLUFA (2004): *Humusbilanzierung. Standpunkt des VDLUFA*.



## Saisonale Dynamik von $C_t$ und $N_t$ im Boden unter Winterweizen mit nachfolgender Zwischenfrucht

Hillebrecht, B.<sup>1</sup>, Brock, C.<sup>1</sup> und Leithold, G.<sup>1</sup>

*Keywords: soil organic matter, seasonal dynamics, carbon, nitrogen.*

### Abstract

*The aim of this work was to study seasonal changes of topsoil  $C_t$  and  $N_t$  contents in comparison with  $C_t$  and  $N_t$  mass changes. The survey was carried out under winter rye with succeeding catch crop. A special experimental design was chosen to minimize space/time interactions and prevent disturbance of sampling points at the same time. The observation of mass changes instead of content changes substantially improved the analytical quality of results in this study, which was in line with findings from the literature. It is concluded that considering bulk density should therefore be recommended as a standard procedure in surveys of soil  $C_t$  and  $N_t$  dynamics.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Kenntnis der Jahresdynamik der organischen Bodensubstanz (OBS) in Ackerböden in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung ist in ökologischer wie auch pflanzenbaulicher Hinsicht von großer Bedeutung, da der durch Mineralisation bereitgestellte Stickstoff im Verlauf der Vegetation der Ernährung der Kulturpflanzen dient, gegen Ende der Vegetationsperiode aber die Gefahr von Auswaschungsverlusten besteht.

Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse eines Tastversuches zur intensiven Untersuchung der Jahresdynamik von  $C_t$ ,  $N_t$  am Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof in 2006 vor. Dabei soll die Dynamik der Parameter unter den Versuchsbedingungen dokumentiert und insbesondere mit Hinblick auf methodische Aspekte der Erfassung der Parameter und Implikationen für weitere Untersuchungen diskutiert werden.

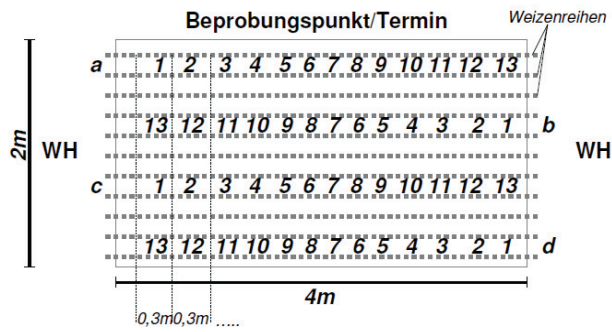
### Methoden

Während der Vegetationsperiode 2006 wurden in der Zeit vom 01.04.2006 bis zum 17.10.2006 im Abstand von ca. zwei Wochen Bodenproben entnommen. Die Entnahme erfolgte mit je 4 Stechzylindern pro Wiederholung in den Tiefen 0-10 cm und 14-20 cm. Da Beprobungspunkte durch die Stechzylinderentnahme vergleichsweise stark gestört werden, wurden wiederholte Messungen am gleichen Punkt in dem engen zeitlichen Raster als nicht sinnvoll bewertet. Um dennoch das Risiko einer Überlagerung zeitlicher und räumlicher Heterogenität möglichst gering zu halten, erfolgte die Probennahme auf einer Fläche von insgesamt nur 2x4 Metern mit alternierender Verlegungsrichtung der Beprobungspunkte entsprechend Abb. 1.

Anschließend wurden im Labor der Gesamt-Kohlenstoffgehalt ( $C_t$ ), der Gesamt-Stickstoffgehalt ( $N_t$ ) und die Trockenrohdichte des Bodens (TRD) bestimmt, wodurch es möglich war, die  $N_t$ - bzw.  $C_t$ - Gehalte (% TS) in N- bzw. C-Mengen ( $g\ 100cm^{-3}$  Boden) umzurechnen.

---

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität, Professur f.Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21c, 35394, Giessen, Deutschland, organ.landbau@agr.uni-giessen.de



**Abbildung 1: Schematische Darstellung der Versuchsanlage zur Minimierung der Überlagerung zeitlicher und räumlicher Heterogenität.**

Vorherrschende Bodenart der Versuchsfläche ist schluffiger Lehm. Angebaut wurde zum Zeitpunkt der Probenahmen Winterweizen (Termin 1-8) bzw. Erbsen-Ölrettich-Gemenge als Zwischenfrucht (Termin 8-13). Die pflanzenbaulichen Maßnahmen der Versuchsfläche und die Termine der Probenentnahmen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tab.1: Zeitliche Abfolge von Bewirtschaftungsmaßnahmen und Beprobungsterminen.**

11.10.2005	<b>Bodenbearbeitung Grubber</b>	25.07.2006	<b>Ernte</b> (45 dt ha <sup>-1</sup> Korn, 39 dt ha <sup>-1</sup> Stroh)
15.10.2005	<b>Bodenbearb. Pflug</b>	26.07.2006	Termin 8
17.10.2005	<b>Saat Winterweizen</b>	01.08.2006	<b>Bodenbearb. Schwergrubber</b>
03.03.2006	<b>Org. Düngung</b> (Gülle 23 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	09.08.2006	<b>Org. Düngung</b> (Stallmist 465 dt ha <sup>-1</sup> )
01.04.2006	Probennahme-Termin 1	09.08.2006	<b>Bodenbearb. Schwergrubber</b>
20.04.2006	Termin 2	14.08.2006	<b>Saat Zwischenfrucht</b>
22.04.2006	<b>Striegeln</b>	16.08.2006	Termin 9
10.05.2006	Termin 3	29.08.2006	Termin 10
30.05.2006	Termin 4	14.09.2006	Termin 11
14.06.2006	Termin 5	28.09.2006	Termin 12
28.06.2006	Termin 6	17.10.2006	Termin 13
15.07.2006	Termin 7		

Die Auswertung der Versuchsdaten erfolgte mit Hilfe von Microsoft Excel und dem Statistikprogramm SPSS. Da das Versuchsdesign keine echten Messwiederholungen produzierte, gleichzeitig aber die räumliche Variabilität minimal hielt, wurde die Varianzanalyse nicht als repeated measurement durchgeführt, obwohl dieses Vorgehen evtl. auch denkbar wäre. Um signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten nachweisen zu können, wurde der Tukey-Test mit  $\alpha=0,05$  herangezogen.

## Ergebnisse

Eine Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse ist in Abb. 2 wiedergegeben.

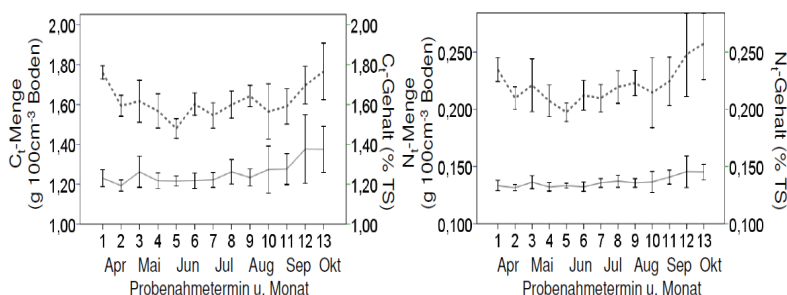
Die C<sub>r</sub>-Gehalte lagen zu Beginn des Untersuchungszeitraumes am 1. April im Mittel der vier Wiederholungen bei 1,23 % der TS. Im Verlauf der Vegetationsperiode fielen die Werte zunächst ab und stiegen dann wieder bis zum Ende des

Untersuchungszeitraumes am 17. Oktober relativ kontinuierlich an. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den am 2. Beprobungstermin gemessenen Tiefstwerten (1,19 %) und den zu Versuchsende vorgefundenen Höchstwerten (1,38 %).

Bei den  $N_t$ -Gehalten wurde eine sehr ähnliche Dynamik im Versuchszeitraum beobachtet. Hier betrug der Gehalt zu Versuchsbeginn im Mittel 0,13 %, Tiefstwerte wurden zum 2. und 6. Beprobungstermin mit 0,13 %TS erreicht. Auch hier waren die Gehalte zu Versuchsende (0,15 %TS) gegenüber den Tiefstwerten signifikant höher.

Die unter Berücksichtigung der Änderung der TRD des Bodens errechneten  $C_t$ - und  $N_t$ -Mengen zeichneten ein sehr viel deutlicheres Bild der  $C_t$ - bzw.  $N_t$ -Dynamik. So sanken die  $C_t$ - und  $N_t$ -Mengen im Mittel von 1,76 ( $C_t$ ) bzw. 0,19 g  $100\text{cm}^3$  ( $N_t$ ) zu Versuchsbeginn auf 1,48 ( $C_t$ ) bzw. 0,16 g  $100\text{cm}^3$  ( $N_t$ ) zum 28. Juni ab, stiegen danach wieder an und erreichten zu Versuchsende in etwa die gleichen Werte wie zu Versuchsbeginn (1,77 ( $C_t$ ) bzw. 0,19 g  $100\text{cm}^3$  ( $N_t$ )).

Abfall und Wideranstieg waren dabei durch Schwankungen gekennzeichnet. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den  $C_t$ -Mengen zu Versuchsbeginn und Versuchsende (Beprobungstermine 1, 3, 12, 13) auf der einen und den tieferen Werten an mehreren Terminen im dazwischenliegenden Zeitraum auf der anderen Seite (Beprobungstermine 4, 6, 7, 10, 11).



**Abbildung 2: Entwicklung der Gehalte (durchgezogene Linie) und Mengen (gestrichelte Linie) von  $C_t$  (links) und  $N_t$  (rechts) im Oberboden in der Vegetationsperiode unter Winterweizen und nachfolgender Zwischenfrucht.**

Bei den  $N_t$ -Mengen ergab sich annähernd das gleiche Bild, fast alle für die  $C_t$ -Mengen festgestellten signifikanten Unterschiede traten auch bei  $N_t$  auf. Zusätzlich war jedoch bei  $N_t$  auch der Wert vom 26. Juli (Termin 8) signifikant geringer als die Mengen zu Versuchsbeginn und -ende. Überdies wurde nach der zwischen 1. und 9. August durchgeführten Bodenbearbeitung und Düngerapplikation ein signifikanter Anstieg der  $N_t$ -Mengen zum 16. August (Termin 9) gemessen. Darauf schloss sich ein sehr schneller und ebenfalls signifikanter Abfall bereits zum 29. August (Termin 10) hin an. Insgesamt bestanden bei den  $N_t$ -Mengen so signifikante Unterschiede zwischen den Terminen 1, 3, 9, 12 und 13 auf der einen und den Terminen 4, 6, 7, 8, 10 auf der anderen Seite.

Insgesamt war die Streuung der Werte eines Termins bei den  $C_t$ -/ $N_t$ -Mengen i.d.R. größer als bei den  $C_t$ -/ $N_t$ -Gehalten.

## Diskussion

Als Grundtendenz der Dynamik der OBS in der Vegetationsperiode wird von verschiedenen Autoren ein Verlauf mit zwei Maxima und einem dazwischenliegenden Minimum im Hochsommer beschrieben (z.B. Flaig 1976, Körschens 1982). Dieser Verlauf wird auch in der vorliegenden Untersuchung deutlich, konnte jedoch nur bei Berücksichtigung der TRD abgesichert werden. Die große Bedeutung einer Berücksichtigung der Änderung der Trockenrohdichte bei der Analyse der Humusdynamik zeigen auch Ergebnisse von Leinweber et al. (1994).

Im Gegensatz dazu beschrieben Sauerlandt & Tietjen (1971) eine Humusdynamik unter Winterweizen mit einer Zunahme der  $C_{org}$ -Gehalte bis zu einem Maximum zwischen Ende Mai und Ende Juni und einem Minimum im Herbst. Allerdings geht aus der genannten Arbeit von Sauerlandt & Tietjen (1971) nicht hervor, ob eine Düngung im Beobachtungszeitraum vorgenommen und welche Vorfrucht angebaut wurde. Hier ist mit einer vom vorliegenden Versuch abweichenden Situation zu rechnen.

## Schlussfolgerungen

Die Berücksichtigung der TRD des Bodens bei der Untersuchung der Dynamik von  $C_t$  und  $N_t$  erbrachte eine wesentliche Verbesserung der analytischen Qualität. Sowohl die Abnahme von C und N zwischen April und Juni wie auch der folgende Wiederanstieg konnten nur bei Berücksichtigung der TRD nachvollzogen und statistisch abgesichert werden. Auch der kurzfristige Einfluss einer Stallmistdüngung wurde nur mit diesem Ansatz deutlich. Aus diesen Gründen wird eine standardmäßige Berücksichtigung der Trockenrohdichte bei der Untersuchung der  $C_t$ - ( $C_{org}$ -) und  $N_t$ -Dynamik in Böden empfohlen.

## Danksagung

Die Autoren möchten dem Personal am Gladbacherhof und im Labor der Professur für Organischen Landbau an der JLU Giessen für die stets kompetente und engagierte Zusammenarbeit danken.

## Literatur

- Flaig W. (1976): Die organische Bodensubstanz als nachliefernde Stickstoffquelle für die Ernährung der Pflanze und einige Modelle zur technischen Verwirklichung. *Landbauforschung Völkenrode* 26- 6 Heft 2 S. 117-121.
- Körschens M. (1982): Untersuchungen zur zeitlichen Variabilität der Prüfmerkmale  $C_t$  und  $N_t$  auf Löß-Schwarzerde. *Archiv Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk.* 26: 9-13.
- Leinweber P., Schulten H.-R., Körschens M. (1994): Seasonal variations of soil organic matter in a long-term agricultural experiment. *Plant and Soil* 160: 225-235.
- Sauerlandt W., Tietjen C. (1971): Der organisch gebundene Kohlenstoff und seine Phasen während des Jahresablaufes im Ackerboden. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 134: 313-322.

## Organische Düngung intensiv genutzten Dauergrünlandes im Vergleich mit Mineraldüngung - Ergebnisse eines 22 jährigen Versuches auf Wiese und Mähweide.

Elsaesser, M.<sup>1</sup> und Kunz, H.G.<sup>1</sup>

Keywords: Slurry, stable manure, compost, organic farming, mowing-pasture

### Abstract

*In a 22-year-old experiment in Southwest Germany, the effects of different fertilization systems (organic and mineral fertilizers) on permanent grassland were investigated. The effects were investigated under cutting and mown pasture with two grazing periods per year. The experiment had 8 fertilizer treatments and 3 replications, the size of field plots were 25 m<sup>2</sup> in area. Dry matter (DM) yields and mineral contents in soil and forage (P, K) were measured. The botanical composition was investigated each second year. Maximum DM yields were obtained by mineral NPK fertilization and a treatment called 'alternating fertilizer', with yearly alternating use of farmyard manure, liquid manure and mineral NPK. The application of composted farmyard manure reduced DM yields. The additional application of stone-meal and metallurgical lime to slurry did not increase the effects of untreated slurry on yield. Fertilization with slurry increased the proportions of grasses, whereas farmyard manure increased forbs. The proportion of legumes was increased by PK and by fertilization with slurry with lime.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der umweltfreundliche Gebrauch wirtschaftseigener Düngemittel erfordert deren Einsatz mit hoher Effizienz. Besonders bei der Anwendung von Gülle wird eine möglichst verlustarme Applikation gefordert. Das ist an sich nicht neu, jedoch wird die Umsetzung in der landwirtschaftlichen Praxis offensichtlich nicht stets realisiert. Es bestehen sogar Widerstände gegenüber einer langandauernden Anwendung aufgrund negativer Effekte auf die Bodenmikroflora oder Beschädigungen des Blattwerkes von Grünlandpflanzen unmittelbar nach der Ausbringung (Normann-Schmidt, 1993; Elsaesser, 2001), die letztlich die botanische Zusammensetzung der Grünlandbestände beeinflussen könnten. Vielfach wird behauptet, dass Zusätze z.B. von Gesteinsmehl oder Hüttenkalk die Gülle verträglicher machen könnten. Auch die Düngung mit Stallmist oder Mistkompost scheint vor allem im biologisch-dynamischen Landbau leichter handhabbar zu sein. Das Ziel des vorliegenden Experiments war es daher, die Langzeiteffekte unterschiedlicher organischer und mineralischer Düngeysteme auf Bodennährstoffgehalte, Trockenmasseerträge und Futterinhaltsstoffe sowie auf die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände zu erfassen und das sowohl unter ausschließlich gemähtem Grünland als auch auf Grünland in Mähweidenutzung.

### Methoden

Das Experiment wurde auf einem Dauergrünlandbestand eines nach den Richtlinien des biologisch-dynamisch Anbaus wirtschaftenden Betriebes in Südwestdeutschland auf einem Alluvialboden (mittlere Jahrestemperatur 7.0°C; mittlerer Niederschlag

---

<sup>1</sup> Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf, Atzenberger Weg 99, 88326, Aulendorf, Deutschland, martin.elsaesser@lvvg.bwl.de

1000 mm) angelegt. Der Versuch war als Blockanlage mit 8 Düngervarianten (Tab. 1) in 3 Wiederholungen sowohl unter Mäh- als auch unter Mähweidenutzung angelegt. Die Größe der Teilflächen betrug 25 m<sup>2</sup>. Die botanischen Veränderungen wurden zu jeder Nutzung als Klee-Gras-Kraut-Schätzung und zusätzlich alle zwei Jahre mittels der Ertragsanteilschätzung nach Klapp ermittelt. Sämtliche Ertragsanteile der Einzelarten wurden zum zweiten Aufwuchs erfasst. Ertragsdaten wurden mit ANOVA über die Prozedur 'mixed' der Software SAS/Stat 9.1 verrechnet und die Mittelwerte mit dem LSD - Test verglichen. Bodennährstoffgehalte (in 0-10cm Bodentiefe) wurden jeden Herbst mit der CAL-Methode (VDLUF, 2000) ermittelt. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation im Oberboden (nur in 2004) folgt der Methode der anaeroben Inkubation nach Kandeler (1993). Diese Ergebnisse geben daher nur einen Überblick über die aktuelle Aktivität der Bodenmikroflora hinsichtlich der Stickstoffmineralisation (für die Durchführung dieser Untersuchung sei besonders Herrn Dr. H. Flaig vom LTZ Augustenberg gedankt).

**Tabelle 1. Düngervarianten und mittlerer Nährstoffaufwand in kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (die Nährstofflieferung aus den Exkrementen der Weidetiere wurde nicht in die Berechnung einbezogen)**

(<sup>1</sup>die Ammoniumgehalte bzw. bei Mineraldünger Nitrat- u. Ammoniumgehalte als Anteil an rasch verfügbarem N sind gemäß den Angaben in den Beratungsgrundlagen für die Düngung in Baden-Württemberg geschätzt, 1998)

Variante	Mittlerer Nährstoffaufwand (kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )			
	N	NH <sub>4</sub> -N <sup>1</sup>	P	K
1 Mineraldünger	160	160	52	166
2 Mineraldünger	0	-	52	166
3 Stallmist (2 x 16 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ) im jährlichen Wechsel mit Jauche (2 x 40 m <sup>3</sup> a <sup>-1</sup> )	109	10 bzw. 98	23	137
4 Stallmistkompost (2 x 16 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	159	10	43	168
5 Jährlicher Düngungswechsel - Stallmist - Jauche - Mineraldünger	126	10 / 98/ 160	33	139
6 Gülle (3 x 30 m <sup>3</sup> zum 2. und 4. und nach dem 4. Aufwuchs (A))	172	93	27	216
7 Gülle (3x analog zu Variante 6) mit zusätzlicher Düngung von Gesteinsmehl (60 kg ha <sup>-1</sup> ) zum 1. u. 3. A.	172	93	27	216
8 Gülle (3x analog zu Variante 6) und zusätzlich Hüttenkalk (60 kg ha <sup>-1</sup> ) zum 1. und 3. A.	172	93	27	216

## Ergebnisse

Die Veränderungen der Phosphat - und Kaligehalte im Oberboden im Verlauf der Versuchsphase variierten in Abhängigkeit von den Düngervarianten, wobei die Unterschiede zwischen den P-Gehalten sowohl auf Weide als auch auf Wiese nur gering ausfielen (Tabelle 2). Selbst in Folge der höchsten angelegten P-Inputs bei den Mineraldüngervarianten erhöhten sich die P-Gehalte im Boden nach 20 Jahren nicht. Die Kali-Gehalte dagegen nahmen in den Mineraldüngervarianten ab, wohingegen sie in Variante 3 sowohl unter Wiese- als auch unter Mähweide deutlich anstiegen.

**Tabelle 2. Entwicklung der P - und K-Gehalte im Boden (CAL Methode) als Mischproben über 3 Wiederholungen während der Versuchsdauer (von 1985 bis 2004) in mg kg<sup>-1</sup>.**

Variante	P (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )
Nutzung	Wiese	Wiese	Weide	Weide	Wiese	Wiese	Weide	Weide
Jahr	1985	2004	1985	2004	1985	2004	1985	2004
1	1.7	3.0	2.6	4.2	10.0	7.9	19.1	12.7
2	2.2	4.1	2.2	4.5	13.3	12.2	16.6	13.5
3	4.4	1.5	5.2	1.9	10.0	23.5	15.8	27.4
4	3.9	4.8	3.9	5.4	12.5	9.0	16.6	12.5
5	4.8	2.1	3.1	2.7	11.6	14.1	14.1	16.0
6	3.5	2.1	3.1	2.8	12.5	10.5	14.9	14.9
7	3.5	2.3	3.5	2.8	12.5	13.3	19.1	15.8
8	2.6	3.4	2.2	3.5	14.9	19.7	18.3	18.0

In Tabelle 3 ist die potentielle Stickstoffmineralisation dargestellt. Offensichtlich liegen hier die Varianten mit mineralischer Düngung (Nr. 1 und 5) deutlich unter den anderen Varianten. Variante 3 (Düngewechsel Stallmist und Jauche) hatte ein höheres N-Mineralisationspotential sowohl unter Mäh- als auch unter Mähweidenutzung, während bei Variante 2 (PK Düngung) die N Mineralisation bei Mähnutzung, bei Variante 4 (Mistkompost) nur bei Mähweidenutzung höher lag. Ganz generell war die Mineralisationskapazität höher für beweidete Flächen, die Unterschiede zwischen den Varianten waren dagegen vergleichsweise gering.

**Tabelle 3. Potential für die Stickstoffmineralisation in einer Bodentiefe von 0-10 cm [ $\mu\text{g N g DM}^{-1} \text{d}^{-1}$ ]**

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Wiese	5.46	8.93	8.79	8.08	6.29	6.88	8.22	7.35
Mähweide	7.96	11.03	11.95	11.74	9.80	11.01	10.94	11.01

Die Veränderung der botanischen Zusammensetzung wird hier aus Platzgründen als Mittel zwischen den beiden Versuchsteilen Wiese und Mähweide dargestellt. Es ergaben sich große Unterschiede in den Pflanzenbeständen zwischen dem ersten und letzten Versuchsjahr (Tab. 4). Am auffälligsten war die Zunahme der Grasanteile erwartungsgemäß bei der mineralischen Düngung. Leguminosen wurden durch PK-Düngung (Var. 2) und Gülledüngung mit Zusatzkalkung (Var. 8) gefördert.

Höchste Trockenmasseerträge wurden generell bei der Mähweidenutzung gemessen, ein Effekt der durchaus in der höheren N-Zufuhr aus den Exkrementen begründet sein kann. Im Vergleich zwischen den Düngevarianten waren die Erträge bei der mineralischen Volldüngung und der Gülledüngung am höchsten; wohingegen der Verzicht auf N bei der Variante PK (Var. 2) die niedrigsten Erträge aufwies. Die Zugabe von Gesteinsmehl oder Hüttenkalk blieb ohne Effekt hinsichtlich der Trockenmasseerträge.

**Tabelle 4. Ertragsanteile an Gräsern, Leguminosen und Kräutern im ersten Aufwuchs im Vergleich zwischen 1985 und 2004. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Varianten. Die Sternchen bezeichnen die Veränderungen während der Versuchsdauer (P=0.05)**

Variante	Gräser			Leguminosen			Kräuter		
	1985	2004		1985	2004		1985	2004	
1	37.8 a	73.7 a	***	8.7 a	2.1 d		53.5 a	24.3 a	***
2	31.7 a	41.3 c		15.5 a	28.0 a	**	52.8 a	30.7 a	***
3	39.2 a	54.2 b	**	12.5 a	11.7 cd		48.3 a	34.2 a	*
4	33.8 a	50.3 bc	***	14.5 a	13.7 c		51.7 a	36.0 a	**
5	33.8 a	59.7 b	***	14.8 a	9.7 cd		51.2 a	30.7 a	***
6	33.0 a	53.0 bc	***	14.3 a	15.0 bc		52.7 a	32.0 a	***
7	32.7 a	55.3 b	***	13.0 a	12.5 cd		54.3 a	32.2 a	***
8	33.5 a	51.3 bc	***	12.3 a	25.3 ab	**	54.2 a	23.3 a	***

**Tabelle 5. Trockenmasseerträge (t DM ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>) (1984-2004). Die Buchstaben kennzeichnen die Unterschiede zwischen den Varianten innerhalb des jeweiligen Nutzungssystems (P=0.05)**

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8
Wiese	10.20a	8.77 c	9.54 b	9.28 b	10.11 a	10.13 a	9.49 b	9.42 b
Mähweide	12.03a	10.72 d	11.34bc	11.52 b	11.92 a	11.08cd	11.18bc	11.18bc

### Schlussfolgerungen

Die Unterschiede zwischen Düngesystemen sind teilweise beträchtlich, besonders wenn Versuche über eine lange Zeitdauer hinweg durchgeführt wurden. Im hier dargestellten Versuch mit einer Untersuchungszeit von 22 Jahren zeigte sich, dass ausschließliche organische Düngung (Varianten 3, 4, 6-8) oder der Verzicht auf mineralischen Stickstoff (Var. 2) sich sowohl auf Wiese als auch auf Mähweide in niedrigeren Trockenmasseerträgen im Vergleich zu mineralischer Volldüngung oder Wechselfüngung bemerkbar machten. Aber nicht allein die Erträge, sondern auch die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände wurde maßgeblich durch die Art der Düngung beeinflusst. Grasanteile lassen sich durch mineralischen N steigern, Leguminosen erhöhen sich durch PK- Düngung und GÜlledüngung in Verbindung mit Kalkgaben.

### Literatur

- Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und Grünland, 1998: Hrsgg. LAP Forchheim im Auftrag des Ministeriums Ländlicher Raum, Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Elsäßer, M. (2001) GÜlledüngung und Artenschutz - ein unlösbarer Widerspruch? Berichte über Landwirtschaft, 79, 1, 20-44.
- Kandeler E. (1993) (In: Springer F., Oehlinger R. and Kandeler E.) Bodenbiologische Arbeitsmethoden. Springer Verlag, Berlin, 389 p.
- Normann-Schmidt S. (1993) Auf der Suche nach der umweltgerechten Landwirtschaft. 1.Teil: Bodenökologische Beurteilung der konventionellen Landwirtschaft. GWF Wasser - Abwasser, 134, 4, 213- 225.
- VDLUFA (2000) Methodenbuch, Vol 1, VDLUFA, Bonn, Germany.



## Symbiotische Stickstofffixierung in biologisch und konventionell bewirtschafteten Wiesen

Oberson, A.<sup>1</sup>, Frossard, E.<sup>1</sup>, Mayer, J.<sup>3</sup>, Flura, T.<sup>1</sup>, Mäder, P.<sup>2</sup>, und Lüscher, A.<sup>3</sup>

Keywords: Nitrogen fixation, meadows, DOK trial, natural abundance method

### Abstract

*Because of lower nitrogen (N) input it is assumed that organically cultivated legumes fix more N<sub>2</sub> than legumes grown under conventional cropping. Using the natural <sup>15</sup>N abundance method, we assessed symbiotic N<sub>2</sub> fixation by white and red clover. The clover was growing in a grass-clover meadow installed as part of the crop rotation of a long term (30 years) field experiment. Dry matter yields were similar for organic and conventional meadows on plots fertilized at levels typical for the respective system, but organic meadows tended to higher clover yields. The proportion of N derived from atmosphere (Ndfa) in both clover species was on average 84%. It was not significantly affected by the cropping system. Because of more legumes, amounts of fixed N<sub>2</sub> (Nfix) were higher in organic than conventional meadows. Under low fertilization intensity, low available potassium and phosphorus contents limited Nfix through lower legume dry matter production while Ndfa remained high.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Anbau N<sub>2</sub>-fixierender Kulturen ist eine wichtige Option um die Stickstoff(N)-Zufuhr zu verbessern und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Aufgrund geringerer N-Düngung und wegen der Förderung biologischer Prozesse im Boden wird davon ausgegangen, dass unter biologischer Bewirtschaftung mehr N<sub>2</sub> fixiert wird als unter konventioneller Bewirtschaftung. Umgekehrt sind die Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor (P) und/oder Kalium (K) in biologisch bewirtschafteten Böden oftmals niedriger, wodurch die N<sub>2</sub>-Fixierung eingeschränkt werden könnte. Ziel unserer Studie ist es herauszufinden, ob sich der Anteil des aus der Atmosphäre fixierten N (Ndfa, %) und die Menge fixierter N (Nfix, g m<sup>-2</sup>) von Rotklee (*Trifolium pratense* var. Merviot) und Weissklee (*Trifolium repens*, var. Milo und Seminole) in Klee graswiesen unter biologischer und konventioneller Bewirtschaftung unterscheiden.

### Methoden

Im DOK-Feldversuch werden seit 1978 biologisch-dynamische, organische-biologische und konventionelle Anbausysteme verglichen (Mäder et al., 2002). Im Jahr 2007 wurde im ersten Aufwuchs der im zweiten Hauptnutzungsjahr stehenden Kunstwiese die Leistung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung (Ndfa und Nfix) mit der <sup>15</sup>N natürlichen Abundanz-Methode (Unkovich et al., 1994) untersucht. Die folgenden Anbausysteme und Düngungsstufen wurden beprobt: biologisch-dynamisch (DYN1, DYN2), biologisch-organisch (ORG1, ORG2), konventionell (KON1, KON2), sowie rein

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, astrid.oberson@ipw.agrl.ethz.ch, www.pe.ipw.agrl.ethz.ch

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070, Frick, Schweiz, paul.maeder@fibl.org, www.fibl.org

<sup>3</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, andreas.luescher@art.admin.ch, www.art.admin.ch

mineralisch gedüngtes (MIN2) und ungedüngtes Verfahren (NON). Stufe 2 bedeutet jeweils praxisübliche Nährstoffzufuhr über die Düngung, Stufe 1 die Hälfte davon.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Trockensubstanz-Erträge betragen zwischen 170 und 430 g m<sup>-2</sup> (Tabelle 1). Sie waren für alle Stufe 2-Verfahren ähnlich hoch und bei langjährig reduzierter (Stufe 1) oder fehlender Düngung aufgrund einer K- und P-Limitierung signifikant niedriger ( $P < 0.001$ ). Mit 78 bis 87% war Ndfa in Rot- und Weissklee durchwegs sehr hoch und vom Bewirtschaftungsverfahren nicht beeinflusst. Rotklee fixierte zwischen 2 und 7 g N m<sup>-2</sup>, Weissklee aufgrund seines geringeren Vorkommens mit 0.2 bis 1 g N m<sup>-2</sup> deutlich weniger. Tendenziell höhere Kleeerträge resultierten für Rotklee in tendenziell mehr Nfix unter den Bioverfahren ORG2 und DYN2 als unter KON2 und MIN2. Für DYN1 und ORG1 war Nfix aufgrund tiefer Rotkleeerträge gegenüber Düngungsstufe 2 signifikant reduziert ( $P < 0.05$ ).

Die Ergebnisse zeigen, dass selbst nach 30 Jahren unterschiedlicher Bewirtschaftung Ndfa in allen Verfahren sehr hoch war. Unterschiede in Nfix kommen einzig über die Ertragsleistung und den Kleeanteil der Bestände zustande.

**Tabelle 1: Gesamter Trockenmasseertrag der Klee-Grasmischung beim ersten Schnitt, Kleeanteil, Ndfa und Nfix von Rot- und Weissklee (n=4)**

Verfahren	Ertrag g TS m <sup>-2</sup>	Rotklee			Weissklee		
		g TS m <sup>-2</sup>	Ndfa %	Nfix g m <sup>-2</sup>	g TS m <sup>-2</sup>	Ndfa %	Nfix g m <sup>-2</sup>
NON	167 a	60 a	84	1.7 a	31	80	1.0 ab
DYN1	274 ab	138 ab	84	3.4 ab	30	83	0.9 ab
DYN2	427 b	227 ab	86	5.6 ab	16	87	0.5 ab
ORG1	298 ab	137 ab	85	3.7 ab	41	85	1.4 b
ORG2	462 b	276 a	85	7.3 b	16	86	0.3 ab
KON1	332 ab	123 ab	87	3.3 ab	30	85	0.9 ab
KON2	429 b	142 ab	86	3.5 ab	14	82	0.4 a
MIN2	437 b	124 ab	78	2.7 ab	15	79	0.4 ab
SEM	41	45	2	1.1	7	2	0.2

Innerhalb einer Spalte unterscheiden sich Mittelwerte gefolgt von demselben Buchstaben nicht signifikant ( $P < 0.05$ ; Tukey-Test).

### Literatur

- Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296:1694-1697.
- Unkovich, M.J., Pate J.S., Sanford P., Armstrong E.L. (1994): Potential precision of the d<sup>15</sup>N natural abundance method in the field estimates of nitrogen fixation by crop and pasture legumes in south-west Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 45:119-132.

## Bestimmung der N-Fixierung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen im Vergleich zu einer Sommererbse in Rein- und Gemengesaat

Urbatzka, P.<sup>1</sup>, Graß, R.<sup>1</sup>, Schüler, C.<sup>1</sup>, Trautz, D.<sup>2</sup>, Heß, J.<sup>1</sup>

Keywords: Winter peas, N fixation, plant nutrition, grane legume

### Abstract

*In organic farming the cultivation of leguminous crops is one of the most important sources of nitrogen (N). However, regarding the amount of N fixed, there are hardly any published data for winter peas. Therefore, the N fixation of five regular leafed winter peas types and one semi-leafless spring pea cultivar in single and mixed cropping (with winter rye spring cereals respectively) was measured in four successive growing seasons (2003/04 – 2006/07) at the experimental farm of the University of Kassel and in two consecutive vegetation periods (2005/06 - 2006/07) at the experimental farm of the University of Applied Science in Osnabrueck. The amount of N fixed was calculated according to the extended difference method at the beginning of flowering and at grain harvest.*

*N fixation was usually higher for winter peas than for spring pea. At the beginning of flowering the amount of N fixed in pure stands was with a mean value of 92 kg ha<sup>-1</sup> for winter peas and 29 kg ha<sup>-1</sup> for the spring pea higher than in mixture with a mean value of 42 and 15 kg ha<sup>-1</sup> respectively. At grain harvest the amount of N fixed for the spring pea in pure stands was higher than in mixtures with a mean of 65 and 33 kg ha<sup>-1</sup> respectively. On the other hand the N fixation for winter peas was usually comparable in pure and mixed stands with a mean of 100 and 86 kg ha<sup>-1</sup> respectively. This was a consequence of the higher pea grain yield in mixture than in pure stands and of a reduced biomass (leaves) loss in mixtures. Therefore, regular leaf winter peas can contribute to the N supply of the crop rotation better than spring peas.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im Ökologischen Pflanzenbau ist die Stickstoffversorgung der Fruchtfolge häufig einer der größten Problembereiche. Dabei ist die symbiotische Stickstofffixierung unter europäischen Klimabedingungen von Sommererbsen sowohl in Reinsaat als auch im Gemengeanbau eine gut untersuchte Stickstoffquelle der Betriebe (z.B. Corre-Hellou et al. 2006). Dagegen wurden Wintererbsen bisher nur in wenigen Arbeiten hinsichtlich der N-Fixierung als Winterzwischenfrucht mit einer Ganzpflanzenernte bis zur Phase des Hülsenfüllens untersucht (Karpenstein-Machan und Stülpnagel 2000, Rochester et al. 1998, Stivers und Shennan 1991) und unseres Wissens bislang nicht als Druschfrucht nach einer Herbstsaat sowie nicht im Vergleich zu Sommererbsen erforscht. Ziel dieser Arbeit war deshalb die Bestimmung der N-Fixierungsleistung verschiedener Wintererbsengenotypen im Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat zu zwei Zeitpunkten im Vegetationsverlauf.

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, urbatzka@uni-kassel.de, Internet: www.wiz.uni-kassel.de/foel

<sup>2</sup> Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Osnabrück, Oldenburger Landstraße 24, 49090 Osnabrück, Internet www.al.fh-osnabrueck.de

## Methoden

Die Untersuchungen wurden in den Vegetationsperioden 2003/04 bis 2006/07 auf dem Versuchsstandort der Universität Kassel, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (DFH; Lehm mit Lößauflage, ca. 80 Bodenpunkte) und in den Vegetationsperioden 2005/06 bis 2006/07 auf dem Versuchsbetrieb der Fachhochschule Osnabrück Waldhof (WH; lehmiger Sand, ca. 35 Bodenpunkte) durchgeführt. Geprüft wurden fünf verschiedene Wintererbsengenotypen und eine Sommererbse (*Pisum sativum* L.). Bei den Wintererbsen handelte es sich um eine normalblättrige EU-Sorte (cv. EFB 33) und um vier normalblättrige Herkünfte aus der Genbank Gatersleben (cv. Griechische, Nischkes Riesengebirgs, Unrra, Württembergische), welche in einem vorlaufenden Screening aus 43 Akzessionen ausgewählt worden waren (Urbatzka et al. 2005). Als Sommererbse wurde die semi-leafless Sorte Santana verwendet. Alle Erbsen wurden in Reinsaat und in einem substitutiven Gemenge mit je 50 % der Aussaatstärke in Reinsaat (= 80 kf. Körner m<sup>-2</sup>) mit Winterroggen (cv. Danko) bzw. Sommergetreide (2003/04 Hafer cv. Aragon bzw. in den anderen Vegetationsperioden Gerste cv. Ria) gesät.

Die Ertragserfassung erfolgte zur Ganzpflanzenernte sortenspezifisch zum Blühbeginn auf einer Fläche von 1,5 bis 3 m<sup>2</sup> in Reinsaat und 0,75 m<sup>2</sup> im Gemenge. Die Menge der oberirdischen Ernteresiduen wurde zur Druschreife ohne die Stoppeln auf einer Fläche von 1,5 m<sup>2</sup> bzw. 9 m<sup>2</sup> in DFH mit einer elektronischen Heckenschere bzw. in WH mit dem Drusch zusammen in Abhängigkeit der anfallenden Menge bestimmt. Der Drusch wurde in DFH auf einer Fläche von 16,5 bis 22,5 m<sup>2</sup> und in WH auf 9 m<sup>2</sup> mit einem Parzellenmähdrescher von Hege durchgeführt. Als Versuchsanlage wurde in 2003/04 ein Lateinisches Rechteck und in den anderen Vegetationsperioden eine Spalt-Streifen-Anlage gewählt (N=4). Dabei wurden in der Mischanlage die Varianten mit Sommererbse in einem Streifen und die übrigen Varianten gemäß einer Spaltanlage randomisiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.1.

Die symbiotische Stickstofffixierung wurde mit der erweiterten Differenzmethode in Reinsaat nach Stülpnagel (1982) und im Gemengeanbau nach Karpenstein-Machan und Stülpnagel (2000) geschätzt. Als Referenzfrucht diente das jeweilige Getreide in Reinsaat. Die Methode wurde aufgrund der Vielzahl an Varianten ausgewählt, da die Schätzung der Fixierleistung hierbei sehr kostengünstig und ohne großen apparativen Aufwand durchgeführt werden kann (Unkovich und Pate 2000, Danso 1995). Die Fixierungsleistung wurde zu den beiden Erntezeitpunkten unter der Berücksichtigung der Gehalte an mineralischen Stickstoff im Boden bis zu 90 cm Tiefe abgeleitet.

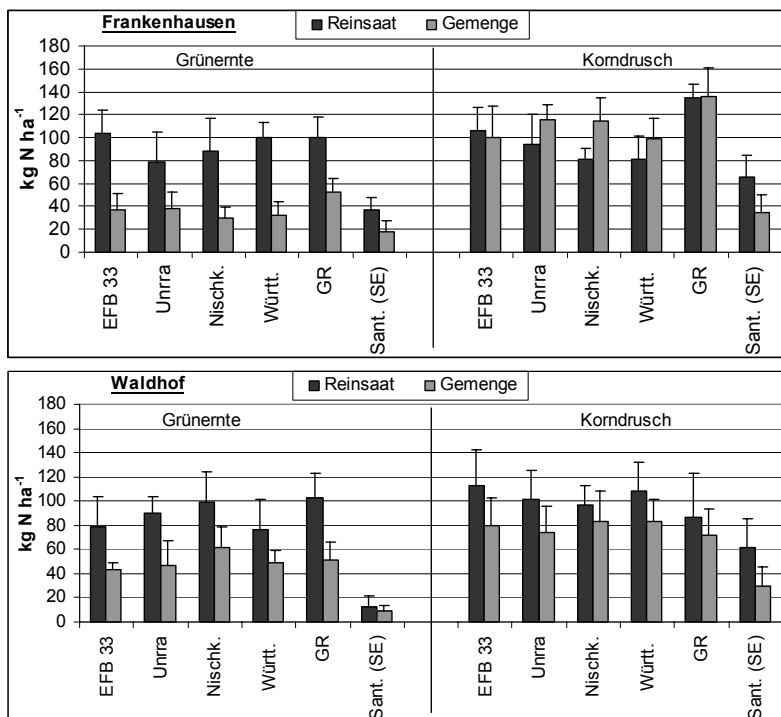
## Ergebnisse und Diskussion

Die Fixierleistung differierte in den einzelnen Umwelten zu beiden Zeitpunkten stark. Dies zeigte sich auch in der Varianzanalyse über alle Umwelten, bei der im F-Test alle Faktoren und Wechselwirkungen signifikant ausfielen.

Zur Grünernte wurde bei den Wintererbsen in Reinsaat immer eine deutlich höhere N-Fixierleistung als bei der Sommererbse festgestellt (Abbildung 1). Dies war wahrscheinlich mit einer frühzeitigeren N-Fixierung entsprechend dem Wachstumsverlauf und einer größeren N-Biomasse zu begründen (Urbatzka et al. 2008a). Im Gemengeanbau fiel dagegen entsprechend der geringeren Pflanzendichte und der aktuellen Literatur (z.B. Corre-Hellou et al. 2006, Karpenstein-Machan und Stülpnagel 2000) die N-Fixierung geringer als in Reinsaat aus.

Zum Korndrusch wurde analog zur Grünernte bei den Wintererbsen im Mittel eine höhere Stickstofffixierleistung als bei der Sommererbse Santana geschätzt (Abbildung 1). Dabei fiel bei allen Erbsengenotypen die geschätzte Stickstofffixierung in

Abhängigkeit der Stickstoffverfügbarkeit und Stickstoffaufnahme der Erbsen aber auch der Referenzpflanzen sehr unterschiedlich aus. So wurde z.B. bei den Wintererbsen im Gemengeanbau in den Vegetationsperiode 2005/06 und 2006/07 auf dem Standort DFH eine deutlich geringere Fixierleistung als in den beiden früheren Jahren aufgrund einer höheren Stickstoffverfügbarkeit und eines massigeren Wachstums der Referenzfrucht Roggen bestimmt (Urbatzka et al. 2008a).



**Abbildung 1: N-Fixierleistung in Abhängigkeit des Erbsengenotyps und der Gemengestufe, Mittelwerte der Vegetationsperioden zu verschiedenen Zeitpunkten, oben Frankenhausen 2003/04 bis 2006/07, unten Waldhof 2005/06 bis 2006/07; SE = Sommererbse**

Bei der Sommererbse wurde zum Korndrusch analog zur Grünernte die höhere N-Fixierleistung in Reinsaat als im Gemengeanbau geschätzt (Abbildung 1). Dagegen fiel bei den Wintererbsen die Höhe der N-Fixierung in fünf von sechs Umwelten im Gemenge mit Winterroggen vergleichbar oder höher als in Reinsaat aus. Weiterhin wurde häufig nach der Grünernte kein Anstieg der N-Fixierung bei diesen Varianten in Reinsaat bestimmt. Dies war wahrscheinlich neben höheren Wintererbsenkornerträgen im Gemengeanbau (Urbatzka et al. 2008b) eine Folge des nicht berücksichtigten Bestandesabfalls in Reinsaat, welche vermutlich zu einer Unterschätzung der N-Fixierung in diesen Varianten führte (Urbatzka et al. 2008a).

## Schlussfolgerungen

Bei den normalblättrigen Wintererbsen wurde eine deutlich frühzeitigere und nahe zu immer höhere Stickstofffixierleistung als bei der semi-leafless Sommererbse geschätzt. Deshalb können diese Wintererbsengenotypen sowohl als Winterzwischenfrucht als auch als Druschfrucht einen wichtigen Beitrag zur Stickstoffversorgung der Fruchtfolge im ökologischen Pflanzenbau leisten.

## Danksagung

Dieses Projekt wurde mit Mitteln aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) finanziell unterstützt.

## Literatur

- Corre-Hellou G., Fustec J., Crozat Y. (2006): Interspecific competition for soil N and its interaction with N<sub>2</sub> fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant Soil* 282:195-208.
- Danso S.K.A. (1995): Assessment of biological nitrogen fixation. *Fert Res* 42:33-41.
- Karpenstein-Machan M., Stülpnagel R. (2000): Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. *Plant Soil* 218:215-232.
- Rochester I.J., Peoples M.B., Constable G.A., Gault R.R. (1998): Faba beans and other legumes add nitrogen to irrigated cotton cropping systems. *Aust J Exp Agr* 38:253-260
- Stivers L.J., Shennan C., (1991): Meeting the nitrogen needs of processing tomatoes through winter cover cropping. *J Prod Agr* 4:330-335.
- Stülpnagel R. (1982): Schätzung der von Ackerbohnen symbiontisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z Acker- und Pflanzenbau* 151:446-458.
- Unkovich M.J., Pate J.S. (2000): An appraisal of recent field measurements of symbiotic N<sub>2</sub> fixation by annual legumes. *Field Crops Res* 65:211-228.
- Urbatzka P., Graß R., Schüler C., (2005): Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für den Ökologischen Landbau am Beispiel von Wintererbsen. 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Ende der Nische“, Kassel, 01.03.2005 - 04.03.2005; Heß J. und Rahmann G., (Hrsg.), kassel university press GmbH, Kassel, 59-60 URL: <http://orgprints.org/3410/>.
- Urbatzka P., Graß R., Haase T., Schüler C., Trautz D., Heß J. (2008a): Comparison of different genotypes of winter and spring peas in pure and mixed stands concerning the symbiotic nitrogen fixation and other N-Parameters during the vegetation period. *Plant Soil* (submitted).
- Urbatzka P., Graß R., Schüler C., Trautz D., Schliephake U., Heß J. (2008b): Grain yield of different winter pea genotypes in pure and mixed stands. 16th IFOAM Organic World Congress vom 16.6 - 20.6. 2008 in Modena, Italien; Volume 1 Organic crop production, 372-376.

## Stickstoffausnutzungseffizienz von <sup>15</sup>N-markierter Schafsgülle und <sup>15</sup>N-markiertem Mineraldünger in biologisch und konventionell bewirtschafteten Anbausystemen

Bosshard, C.<sup>1,2</sup>, Sørensen, P.<sup>3</sup>, Frossard, E.<sup>2</sup>, Mayer, J.<sup>1</sup>, Mäder, P.<sup>4</sup>, Nanzer, S.<sup>2</sup> und Oberson, A.<sup>2</sup>

Keywords: <sup>15</sup>N, DOK trial, microplots, Nitrogen use efficiency

### Abstract

Nitrogen (N) utilisation by crops has to be improved to minimize losses to the environment. We investigated N use efficiency of animal manure and mineral fertiliser and fate of fertiliser N not taken up by crops in a bio-organic (BIOORG) and a conventional (CONMIN) cropping system of a long-term experiment over three vegetation periods (wheat-soybean-maize). Microplots received a single application of <sup>15</sup>N-labelled slurries or mineral fertiliser. At the end of each vegetation period we tested whether higher microbial activity and biomass in BIOORG than CONMIN soils and lower long-term N input level in BIOORG affected use efficiency and fate of fertiliser N not taken up by crops. In total 41%, 15% and 50% of <sup>15</sup>N applied as urine, faeces and mineral fertiliser was recovered by the three crops. <sup>15</sup>N recovered from originally applied urine, faeces and mineral fertiliser in the topsoil at the end of the third vegetation period was 19%, 25% and 20%, respectively. Of urine-, faeces- and mineral fertiliser-<sup>15</sup>N 40%, 61% and 29% was not recovered by the three crops and in topsoil suggesting significant transport of <sup>15</sup>N-labelled components to deeper soil layers. BIOORG and CONMIN differed neither in fertiliser N use efficiency by crops nor in <sup>15</sup>N recovery in soil indicating insignificant differences in turnover and utilization of applied manure N in the bio-organic and conventional cropping system.

### Einleitung und Zielsetzung

Organische Dünger (z. B. Hofdünger, Pflanzenrückstände) sind nebst der organischen Bodensubstanz (OBS) und der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung die wichtigsten N-Quellen im biologischen Landbau. Die Pflanzenverfügbarkeit von in organischen Düngern und in der OBS enthaltenen N-Verbindungen wird durch den mikrobiellen Mineralisierungs-Immobilisierungprozess gesteuert (Rasmussen et al. 1998). Oft weisen biologisch bewirtschaftete Böden eine höhere mikrobielle Aktivität auf als konventionell bewirtschaftete (Mäder et al. 2002) und die N-Einträge in biologische Anbausysteme sind in der Regel tiefer als in konventionelle (Kirchmann und Bergström 2001). Langzeitbeobachtungen zeigten zudem, dass biologisch gegenüber konventionell bewirtschaftete Böden eine höhere N-Rückhaltekapazität aufweisen (Kramer et al. 2002). Untersuchungen zur N-Ausnutzungseffizienz (NAE) von frisch applizierten <sup>15</sup>N-markierten organischen und Mineraldüngern und zum Verbleib von nicht durch die Feldfrüchte aufgenommenen Dünger-N in biologisch und

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, christine.bosshard@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>2</sup> Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, emmanuel.frossard@ipw.agr.ethz.ch, www.pe.ipw.agr.ethz.ch

<sup>3</sup> University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Agroecology and Environment, 8830, Tjele, Dänemark, peter.sorensen@agrsci.dk, www.agrsci.org

<sup>4</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070, Frick, Schweiz, paul.maeder@fibl.org, www.fibl.org

konventionellen Anbausystemen unter Bedingungen eines Feldversuches, bei identischen klimatischen und pedologischen Bedingungen, sind jedoch kaum zu finden. Darum wurde eine Mikroparzellenstudie mit  $^{15}\text{N}$ -markierter Schafsgülle und Mineraldünger in Anbausystemen, welche seit dreissig Jahren entweder biologisch oder konventionell bewirtschaftet werden, durchgeführt. Aufgrund der höheren mikrobiellen Aktivität und Biomasse im biologischen als im konventionellen Anbausystem wurde angenommen, dass sich die NAE durch die Feldfrüchte sowie die Wiederfindung von Dünger-N im Boden zwischen den beiden Anbausystemen unterscheidet.

### Methoden

Im DOK-Langzeitversuch werden seit 1978 verschiedene Anbausysteme (bio-dynamisch, bio-organisch, konventionell) miteinander verglichen (Mäder et al. 2002). Der Einfluss der Langzeit biologisch bzw. konventionellen Bewirtschaftung auf die NAE wurde jeweils in den vier Feldreplikaten des bio-organisch (BIOORG; ausschliesslich organische Düngung) und des konventionell (CONMIN; ausschliesslich mineralische Düngung) bewirtschafteten Anbausystems untersucht. Die NAE von Gülle und Mineraldünger wurde zwischen 2003 und 2005 über drei Vegetationsperioden (Winterweizen – Soja – Mais) durch die Ermittlung der Aufnahme des Dünger- $^{15}\text{N}$  in die oberirdische Biomasse bestimmt. Dazu wurde  $^{15}\text{N}$ -markierte Gülle (Mischung aus Urin und Kot mit entweder Urin oder Kot markiert) und  $^{15}\text{N}$ -markierter Mineraldünger ( $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ) als einmalige Gabe zum Winterweizen in Mikroparzellen (= PVC-Rahmen 33 cm x 14 cm x 23 cm; oben und unten offen), welche in BIOORG und CONMIN angelegt wurden, ausgebracht. Die applizierte N-Menge über die markierte Komponente betrug  $12.7 \text{ g m}^{-2}$  (Urin),  $4.8 \text{ g m}^{-2}$  (Kot) und  $5.0 \text{ g m}^{-2}$  (Mineraldünger). Um die Auswirkung der Langzeit biologischen bzw. konventionellen Bewirtschaftung miteinander vergleichen zu können, wurde markierte Gülle wie auch Mineraldünger sowohl in die in BIOORG wie auch in CONMIN angelegten Mikroparzellen appliziert. Der  $^{15}\text{N}$ -markierte Urin und Kot stammen von einem mit  $^{15}\text{N}$ -markiertem Heu gefütterten Schaf. Um den Verbleib des von den Feldfrüchten nicht aufgenommenen N zu ermitteln, wurde die Wiederfindung des Dünger- $^{15}\text{N}$  im Oberboden (0-18 cm) sowie dessen Einbau in verschiedene organische Bodenfraktionen bestimmt. Der Einfluss des Anbausystems auf die NUE und die  $^{15}\text{N}$ -Wiederfindung im Boden wurde mit einer Einweg-ANOVA überprüft.

### Ergebnisse

Zwischen den beiden Anbausystemen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Wiederfindung von  $^{15}\text{N}$  ermittelt werden. Gesamthaft wurde 41% des ursprünglich ausgebrachten Urin- $^{15}\text{N}$ , 15% des Kot- $^{15}\text{N}$  und 50% des Mineraldünger- $^{15}\text{N}$  durch den Weizen, die Soja und den Mais aufgenommen, davon der weitaus grösste Anteil (10-47%) im Ausbringungsjahr (Tab. 1). Die Dünger-N-Nachwirkung war mit unter 3.5% sowohl im ersten wie auch im zweiten Nachfolgejahren gering (Tab. 1). Zwischen 20-25% des Dünger- $^{15}\text{N}$  befand sich nach den drei Jahren im Oberboden (0-18 cm). Am Ende der dritten Vegetationsperiode wurde 29 % des Mineraldünger- $^{15}\text{N}$ , 40 % des Urin- $^{15}\text{N}$  und 61% des Kot- $^{15}\text{N}$  weder in den Feldfrüchten noch im Oberboden wieder gefunden.



**Tabelle 1: Dünger-<sup>15</sup>N Wiederfindung in Winterweizen, Soja und Mais sowie dem Boden im Ausbringungsjahr und den zwei Nachfolgejahren. Standardabweichung in Klammern. (n = 4).**

Düngerverfahren <sup>a</sup>	G <sub>Urin</sub>		G <sub>Kot</sub>		MineralN	
	BIOORG	CONMIN	BIOORG	CONMIN	BIOORG	CONMIN
	..... <sup>15</sup> N-Wiederfindung (% des ursprünglich ausgebrachten <sup>15</sup> N).....					
<i>Ausbringungsjahr</i>						
Winterweizen	36.2 (4.0)	36.9 (4.5)	9.3 (1.4)	10.6 (2.8)	48.1 (6.2)	46.2 (2.9)
Boden: 0-18 cm	30.6 (8.4)	19.6 (11.3)	19.1 (2.4)	21.2 (9.2)	21.6 (3.3)	22.0 (9.3)
18-28 cm	1.3 (0.7)	2.6 (2.0)	1.5 (1.7)	3.0 (3.3)	1.2 (0.4)	3.9 (2.3)
<i>1. Nachfolgejahr</i>						
Soja	2.2 (0.5)	3.1 (0.6)	3.4 (0.5)	3.1 (0.5)	2.1 (0.4)	2.1 (0.4)
Boden: 0-18 cm	24.1 (4.1)	26.2 (3.8)	59.4 (20.9)	34.9 (7.8)	24.5 (1.9)	20.4 (4.7)
18-28 cm	7.0 (0.6)	7.2 (1.5)	7.6 (1.9)	9.5 (5.6)	6.6 (4.0)	7.8 (1.3)
<i>2. Nachfolgejahr</i>						
Mais	1.4 (0.2)	1.2 (0.4)	1.6 (0.1)	1.3 (0.3)	1.2 (0.2)	1.0 (0.3)
Boden: 0-18 cm	19.1 (3.1)	19.9 (4.0)	26.0 (7.3)	23.1 (4.9)	19.6 (11.1)	19.4 (13.1)
18-28 cm	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Bei allen Düngerverfahren keine signifikanten Unterschiede in der <sup>15</sup>N-Wiederfindung zwischen BIOORG und CONMIN (Tukey's HSD Test;  $P \leq 0.05$ ) ausser beim Boden (18-28 cm) im Ausbringungsjahr.

nb = nicht bestimmt.

<sup>a</sup> G<sub>Urin</sub> = <sup>15</sup>N-markierter Urin + unmarkierter Kot; G<sub>Kot</sub> = unmarkierter Urin + <sup>15</sup>N-markierter Kot; MineralN = <sup>15</sup>NH<sub>4</sub><sup>15</sup>NO<sub>3</sub>.

## Diskussion

Bedingt durch schwer abbaubare N-Verbindungen war die Mineralisierung des Kot-N im Ausbringungsjahr gegenüber Urin- oder Minerale Dünger-N gering. Dies äusserte sich in der geringeren Aufnahme von Kot-<sup>15</sup>N durch den Winterweizen. Der nachwirkende Dünger-N-Effekt war für alle getesteten Düngerverfahren gering. In den beiden Nachfolgejahren waren der Boden sowie für Soja auch die Atmosphäre (N<sub>2</sub>-Fixierung) die Haupt-N-Quellen für die Feldfrüchte (keine signifikanten Unterschiede zwischen BIOORG und CONMIN) (Bosshard et al. 2008b). Trotz der geringen Kot-N-Aufnahme durch die Feldfrüchte war die Wiederfindung für Urin-, Kot- und Minerale Dünger-<sup>15</sup>N im Oberboden ähnlich. Die Verteilung des Dünger-<sup>15</sup>N in verschiedenen Aggregats- und Dichtefractionen unterschied sich ebenfalls nicht signifikant zwischen BIOORG und CONMIN (Bosshard et al. 2008a). Da von einer Anreicherung der schwer abbaubaren Kot-N-Verbindungen im Boden ausgegangen werden konnte, fiel die Wiederfindung des Kot-<sup>15</sup>N im Boden unerwartet niedrig aus. Dies könnte mit einer Verlagerung von Kot-<sup>15</sup>N in tiefere Bodenschichten durch Regenwurmmaktivität und/oder durch Auswaschung von löslichem organischem N erklärt werden.

## Schlussfolgerungen

Die Annahme, dass sich wegen der höheren mikrobiellen Aktivität und Biomasse im BIOORG gegenüber dem CONMIN Boden sowie wegen der unterschiedlichen Düngungspraxis der Mineralisierungs-Immobilisierungsprozess und somit auch der Verbleib des Dünger-<sup>15</sup>N im Boden-Pflanzen-System zwischen den beiden Anbausystemen unterscheiden, konnte nicht bestätigt werden. Bei Anwendung derselben Dünger-N-Quelle (z. B. Urin, Kot, Minerale Dünger) zeigten die beiden Anbausysteme weder einen signifikanten Unterschied in der NAE durch die

Feldfrüchte noch in der Wiederfindung des Dünger-<sup>15</sup>N im Oberboden. Dies lässt darauf schliessen, dass die beiden Anbausysteme dasselbe Potenzial aufweisen, N-Verbindungen in die Umwelt abzugeben. Unterschiede in lokalen N-Emissionen aus Anbausystemen scheinen somit eher durch die Form des Düngers und die ausgebrachte Menge als durch eigentliche Unterschiede in dessen Ausnutzung bedingt zu sein.

### Danksagung

Wir danken W. Jossi (ART) und R. Frei (FiBL) für ihre Hilfe im Feld sowie L. Gunst und U. Zihlmann (beide ART) für das Bereitstellen der Datensätze des DOK-Feldversuches. Die Autoren danken des Weiteren H.-R. Roth (Seminar für Statistik, ETH) für die Beratung bei statistischen Fragen. Herzlicher Dank auch an M. Stocki (Universität Saskatchewan, Saskatoon, Kanada) für die massenspektrometrischen Analysen sowie R. Ruh, T. Flura, T. Rösch und S. Douxchamps (alle Gruppe für Pflanzenernährung, ETH) für ihre technische Unterstützung im Feld und im Labor.

### Literatur

- Bosshard C., Frossard E., Dubois D., Mäder P., Manolov I., Oberson A. (2008a): Incorporation of nitrogen-15-labeled amendments into physically separated soil organic matter fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72: 949-959.
- Bosshard C., Sørensen P., Frossard E., Dubois D., Mäder P., Nanzer S., Oberson A. (2008b). Nitrogen use efficiency of <sup>15</sup>N-labelled sheep manure and mineral fertiliser applied to microplots in organic and conventional cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* online.
- Kirchmann H., Bergström L. (2001): Do organic farming practices reduce nitrate leaching? *Comm. Soil Sci. Plant* 32: 997-1028.
- Kramer A.W., Doane T.A., Horwath W.R., van Kessel C. (2002): Short-term nitrogen-15 recovery vs. long-term total soil N gains in conventional and alternative cropping systems. *Soil Biol. Biochem.* 34: 43-50.
- Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697.
- Rasmussen P.E., Douglas C.L. Jr., Collins H. P. Albrecht S.L. (1998): Long-term cropping system effects on mineralizable nitrogen in soil. *Soil Biol. Biochem.* 30: 1829-1837.

## Inkubationsversuche zum Einfluss von Sorte und Textur auf den Umsatz von Lupinenkörnerschroten im Boden bei unterschiedlichen Temperaturen

Li, Z.<sup>1</sup>, Sabahi H.<sup>2</sup>, Schulz, R.<sup>3</sup> und Müller, T.<sup>3</sup>

*Keywords: legume seed meals, texture, variety, temperature, N mineralisation*

### Abstract

*Organically produced legume seed meals are an upcoming alternative to established fast mineralising organic fertilisers based on plant and animal waste products with suspect origin (e.g. hornmeal). The turnover in soil was investigated with respect to the influence of legume variety and seed meal texture. Variety specific differences in net N mineralisation could be attributed to differences in C/N ratio and cellulose content. The influence of texture classes on net N mineralisation was considerably smaller than the influence of differences between the investigated species.*

### Einleitung und Zielsetzung

Leguminosen-Körnerschrote sind hinsichtlich der N-Nettomineralisation anderen organischen Düngern tierischer oder pflanzlicher Herkunft gegenüber ebenbürtig oder sogar überlegen, insbesondere bei niedrigen Temperaturen wie etwa im zeitigen Frühjahr (z.B. Müller und v. Fragstein 2006). Sorten- und Texturunterschiede der Schrote wurden bisher aber außer Acht gelassen. Hypothesen dieser Untersuchung waren: (1) Körnerschrote unterschiedlicher Lupinen-Sorten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung und damit auch hinsichtlich ihres Umsatzverhaltens im Boden. (2) Feinere Texturfractionen von Leguminosenkörnerschroten zeigen, bedingt durch eine größere spezifische Oberfläche und eine andere stoffliche Zusammensetzung, eine schnellere N-Nettomineralisation als größere Texturfractionen. (3) Die Effekte sind temperaturabhängig.

### Methoden

Im ersten Experiment wurden Körnerschrote (Futtermühle, 1mm Sieb) von fünf Schmalblättrigen Lupinen (*Lupinus angustifolius* L.), zwei Gelben Lupinen (*Lupinus luteus* L.) und zwei Weißen Lupinen (*Lupinus albus* L.) bei 5 und 18°C mit Boden für 56 Tage in Klimakammern inkubiert (drei Wiederholungen in offenen Gefäßen mit regelmäßigem Feuchtigkeitsausgleich). In einem zweiten Experiment wurden zwei Größenfraktionen (fein (<630µm), grob (>630 µm)) von Körnerschroten der Gelben und der Schmalblättrigen Lupine sowie der Ackerbohne (*Vicia faba* L.) für 61 Tage bei 5, 12 und 20°C mit Boden inkubiert (vier Wiederholungen in geschlossenen Gefäßen bei regelmäßiger Belüftung). C-, N-, Lignin-, Cellulose-, Hemicellulose- und Polyphenolgehalte der Körnerschrote wurden gemessen. Zu verschiedenen

---

<sup>1</sup> College of Agronomy and Bio-technique, China Agricultural University, Haidian District, Beijing China

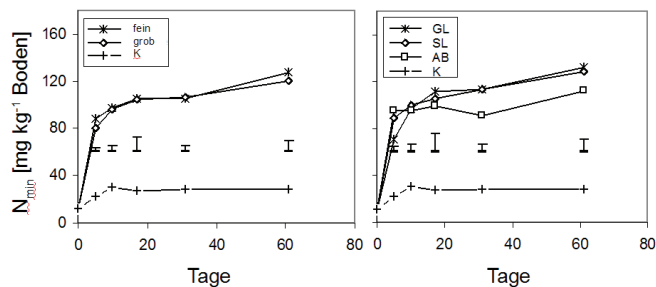
<sup>2</sup> Environmental Science Research Institute, Department of Agroecology, Shahid Beheshti University, Evin, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Ins. f. Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Deutschland, tmuller@uni-hohenheim.de

Zeitpunkten der Inkubation wurden Proben zur Messung von mineralischem N ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), löslichem organischen N ( $\text{N}_{\text{org}}$ ) und mikrobieller Biomasse-N ( $\text{N}_{\text{mik}}$ , Chloroform-Fumigations-Extraktions-Methode) entnommen.

## Ergebnisse und Diskussion

**Experiment 1:** Die N-Nettomineralisation korrelierte vor allem mit sortenbedingten Unterschieden im N-Gehalt ( $R^2=0,85$  bzw.  $0,59$  bei  $5$  bzw.  $18^\circ\text{C}$ ) und im Cellulosegehalt ( $R^2=0,54$  bzw.  $0,37$  bei  $5$  bzw.  $18^\circ\text{C}$ ). Sortenbedingte Unterschiede in den Lignin-, Hemizellulose- und Polyphenolgehalten waren ohne Bedeutung. Die sortenbedingten Unterschiede in der maximalen N-Nettomineralisation (bis  $73\%$  des zugeführten N) waren bei  $18^\circ\text{C}$  stärker ausgeprägt (niedrigste/höchste= $44\%$ ) als bei  $5^\circ\text{C}$  (niedrigste/höchste= $61\%$ ). Bei  $\text{N}_{\text{mik}}$  und  $\text{N}_{\text{org}}$  waren die Unterschiede zwischen den Sorten noch stärker ausgeprägt.  $\text{N}_{\text{mik}}$  zeigte ein klares Maximum innerhalb der ersten zwei Wochen und fiel im weiteren Verlauf um mehr als  $50\%$  ab. Dies deutet auf eine Anhäufung mikrobieller Residuen hin.



**Abbildung 1:** Mineralischer N ( $\text{N}_{\text{min}} = \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ) während der Inkubation ( $12^\circ\text{C}$ ) zweier Größenfraktionen (fine <  $630\mu\text{m}$ , coarse >  $630\mu\text{m}$ ) von drei Leguminosenkörnerschroten (GL=Gelbe Lupine, SL=Schmalblättrige Lupine, AB=Ackerbohne). K=Kontrolle (nur Boden). Balken zeigen die Grenzdifferenzen innerhalb eines Messtermins (HSD,  $p<0,05$ ). Dargestellt sind die Haupteffekte.

**Experiment 2:** Die feinen Fraktionen hatten ein niedrigeres C/N-Verhältnis und niedrigere Lignin-, Cellulose-, und Hemicellulosegehalte, jedoch höhere Polyphenolgehalte. Die Unterschiede in der N-Nettomineralisation zwischen den beiden Lupinen und der Ackerbohne waren wesentlich größer als zwischen den Korngrößenfraktionen (Abb. 1). Dabei war kein einheitlicher Trend für die beiden Fraktionen zu erkennen. Gleiches gilt für  $\text{N}_{\text{mik}}$ . Die N-Nettomineralisation war eng mit den C/N-Verhältnissen und den Gehalten an Polyphenolen und Hemicellulosen korreliert ( $0,36 > R^2 > 0,96$ ).

Bei der Bewertung von Leguminosenkörnerschroten als Düngemittel und insbesondere bei Handelsware sollten sortenbedingte Unterschiede in den N-Gehalten und ggf. auch die N-Mineralisierbarkeit in standardisierten Inkubationsversuchen ermittelt und deklariert werden.

## Literatur

Müller T., von Fragstein P. (2006): Organic fertilisers derived from plant materials: I. Turnover in soil at low and moderate temperatures. J. Plant. Nutr. Soil Sci., 169: 255–264.

## Symbiotic N<sub>2</sub> fixation by soybean in organic and conventional cropping systems

Nanzer, S.<sup>1</sup>, Frossard, E.<sup>1</sup>, Bosshard, C.<sup>1,2</sup>, Dubois, D.<sup>2</sup>, Mäder, P.<sup>3</sup> und Oberson, A.<sup>1</sup>

*Keywords:* N<sub>2</sub> fixation, soybean, DOC-trial, natural abundance method

### Abstract

*In organic cropping systems nitrogen (N) often limits agricultural production. N<sub>2</sub> fixing crops present an important option to improve N supply and to maintain soil fertility. We investigated N<sub>2</sub> fixation of soybean in conventional and organic cropping systems. The study was carried out on a long term field experiment, characterized by unequal fertilization rates and soil microbial activity for the different systems. We assessed the proportion of N derived from atmosphere (Ndfa) and the total amount of N symbiotically fixed (Nfix) using the <sup>15</sup>N natural abundance method. Ndfa for soybean was low, ranging from 24 to 54%. The lowest Ndfa was reported for the exclusively mineral fertilized, and the highest for the bio-organic cropping system. However, there were no differences between the farming systems in total amount of N symbiotically fixed. Irrespective of the cropping system, N withdrawal by harvest was higher than N input by N<sub>2</sub> fixation, meaning that soil N stock was not preserved.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im Gegensatz zu konventionell wirtschaftenden Betrieben wird im biologischen Landbau ausschliesslich Hofdünger ausgebracht und auf den Einsatz von Mineraldüngern verzichtet. Zudem ist die ausgebrachte Düngermenge, oder die Viehbesatzdichte in der biologischen Landwirtschaft tiefer als in konventionellen Anbausystemen. Die Düngung, im Besonderen die Stickstoff (N)-Düngung, ist deshalb oft der limitierende Produktionsfaktor. Im biologischen Landbau werden deshalb vermehrt N<sub>2</sub>-fixierende Leguminosen angebaut. Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, ob sich der Anteil des fixierten N (Ndfa [%]) und die totale fixierte N-Menge (Nfix [g N m<sup>-2</sup>]) von Soja (*Glycine max.*, var. Maple Arrow) in biologischen und konventionellen Anbausystemen unterscheiden und inwiefern die N<sub>2</sub>-Fixierung die N-Bilanz und die N-Bodenreserven dieser Systeme beeinflusst (Oberson et al. 2007).

### Methoden

Seit 1978 werden im DOK-Feldversuch biologisch-dynamischer, biologisch-organischer und konventioneller Anbau verglichen (Mäder et al. 2002). Im Rahmen dieser Untersuchung wurden 2004 folgende Anbausysteme und Düngungsstufen beprobt: biologisch-dynamisch (DYN2), biologisch-organisch (ORG2), konventionell (KON2), sowie ein rein mineralisch gedüngtes (MIN2) und ein ungedüngtes Verfahren (NON). Die Schätzung von Ndfa und Nfix erfolgte anhand der <sup>15</sup>N natürlichen Abundanz Methode (Unkovich et al. 2000). Dazu wurden in jedem Verfahren Sojapflanzen und unmittelbar daneben wachsende, nicht N<sub>2</sub>-fixierende Gräser und

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, simone.nanzer@ipw.agrl.ethz.ch, www.pe.ipw.agrl.ethz.ch

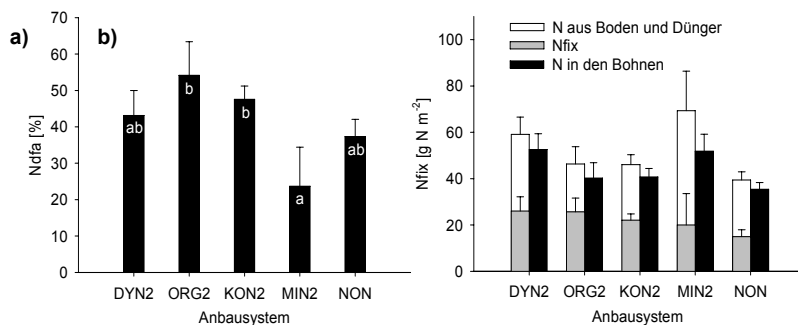
<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, david.dubois@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>3</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070, Frick, Schweiz, paul.maeder@fibl.org, www.fibl.org

Kräuter als Referenzpflanzen beprobt und auf ihren  $^{15}\text{N}$ - und totalen N-Gehalt untersucht.

### Ergebnisse und Diskussion

Wenigstens ein Viertel aber höchstens die Hälfte des N in der Sojapflanzen stammt aus der symbiotischen  $\text{N}_2$ -Fixierung (Abb. 1a). Die Ndfa-Werte der untersuchten Anbausysteme unterscheiden sich, und der Anteil an symbiotisch fixiertem N nimmt in der Reihenfolge  $\text{ORG2} \geq \text{KON2} \geq \text{DYN2} \geq \text{NON} \geq \text{MIN2}$  ab. Die ermittelten Ndfa-Werte sind niedrig im Vergleich zu anderen Studien. Dies ist bedingt durch ein sehr hohes N-Mineralisierungspotential und ertragslimitierende Kalium- und Phosphorgehalte im Boden des NON-Verfahren (Oberson et al. 2007). Die gesamte Menge an symbiotisch fixiertem N beträgt 15 bis 26  $\text{g/m}^2$  und unterscheidet sich kaum zwischen den Anbausystemen (Abb. 1b). Dies vor allem deshalb, weil die Unterschiede im Ndfa durch Ertragsunterschiede kompensiert werden. So weist beispielsweise das Verfahren MIN2 den tiefsten Ndfa und gleichzeitig den höchsten Ertrag auf. Vergleicht man Nfix mit der Menge N die durch die Ernte der Bohnen abgeführt wird, zeigt sich, dass Soja auf die N-Bodenreserven in allen Anbausystemen eine abbauende Wirkung hat (Abb. 1b).



**Abbildung 1: a) Ndfa, b) N aus verschiedenen Quellen und N-Entzug durch Sojabohnen für die biologischen und konventionellen Anbausysteme des DOK-Feldversuches. Fehlerbalken bezeichnen den Standardfehler des Mittelwerts.**

### Literatur

- Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296:1694-1697.
- Oberson A., Nanzer S., Bosshard C., Dubois D., Mäder P., Frossard E. (2007): Symbiotic  $\text{N}_2$  fixation by soybean in organic and conventional cropping systems estimated by  $^{15}\text{N}$  dilution and  $^{15}\text{N}$  natural abundance. *Plant And Soil* 290:69-83.
- Unkovich, M.J., Pate J.S., Sanford P., Armstrong E.L. (1994): Potential precision of the  $\text{d}^{15}\text{N}$  natural abundance method in the field estimates of nitrogen fixation by crop and pasture legumes in south-west Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 45:119-132.

# Pflanzenbau

## **Einfluss von biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf biologische Bodenqualitätsparameter: Entwicklungen im DOK Langzeitversuch nach pH-Regulierung**

Oberholzer, H.R.<sup>1</sup>, Fließbach, A.<sup>2</sup>, Mäder, P.<sup>2</sup> and Mayer, J.<sup>1</sup>.

*Keywords: farming systems, soil microbial parameters, DOK long term field trial.*

### **Abstract**

*In the long-term DOK field trial at Therwil, Switzerland, agricultural farming systems are compared since 1978: CONFYM (mineral and organic fertilisers, synthetic pesticides), BIOORG (organic fertilisers, mechanical weeding and biological disease and pest control) and BIODYN (with composted manure and bio-dynamic preparations), all of them at two fertiliser intensities of 0.7 and 1.4 livestock units per ha, respectively. They are compared with CONMIN (conventionally managed, exclusively minerally fertilised) and NOFERT (unfertilised control). CONFYM and CONMIN were limed with 2.7 t CaCO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> in 1999, CONMIN with additional 2 t CaCO<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup> in 2005, since pH values had dropped below officially recommended values. In spring of 1998 and 2006 soil samples from 0 to 20 cm depth were analysed for soil microbial biomass (substrate induced respiration SIR and chloroform fumigation extraction CFE), soil respiration and dehydrogenase activity.*

*NOFERT and CONMIN exhibited the lowest microbial soil properties. Manure application influenced most soil microbial parameters positively. Differences between treatments in soil microbial parameters were smaller in 2006 than in 1998 due to pH regulation. Only CFE and dehydrogenase activity were higher in BIODYN than in BIOORG and CONFYM in 2006. For physiological methods SIR and soil respiration, no differences between these three systems were measured. Because of liming, manure use, a wide ley rotation and equal plant residue management no more differences between BIOORG and CONFYM, representing the predominant farming systems in Switzerland were observed for all soil microbial properties.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Im DOK-Versuch wird seit 1978 der Einfluss der drei Bewirtschaftungssysteme biologisch-dynamisch, biologisch-organisch und konventionell auf verschiedene Bodeneigenschaften verglichen. Die Ergebnisse sind sowohl für die biologische als auch für die konventionelle Landwirtschaft von grossem Interesse, weil für beide eine hohe Bodenqualität wichtig ist. Als Indikatoren für die Bodenqualität eignen sich besonders biologische Bodenparameter wie mikrobielle Biomasse und Aktivität. Im DOK-Versuch wurde bisher zwei Mal eine vollständige Untersuchung der mikrobiologischen Parameter auf allen Parzellen durchgeführt, in den Jahren 1998 und 2006. Im vorliegenden Beitrag werden die Untersuchungsergebnisse von 2006 dargestellt, mit jenen von 1998 verglichen und die festgestellten Veränderungen interpretiert.

---

<sup>1</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046, Zürich, Schweiz, hansrudolf.oberholzer@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, CH-5070, Frick, Schweiz,



## Methoden

Im DOK-Versuch in Therwil werden seit 1978 die folgenden 3 Anbausysteme miteinander verglichen: Biologisch dynamisch (BIODYN): Düngung mit kompostiertem Mist und Gülle, Pflanzenschutz nach biologischen Richtlinien (ohne Kupferanwendung), Anwendung von biologisch-dynamischen Präparaten; Biologisch organisch (BIOORG): Düngung mit Rottemist und Gülle, Pflanzenschutz nach biologischen Richtlinien; Konventionell (CONFYM): Düngung mit Mist, Gülle und mineralische Ergänzung, Pflanzenschutz mit Pestiziden. Diese 3 Bewirtschaftungssysteme werden auf 2 Düngungsstufen, entsprechend 0.7 und 1.4 DGVE/ha, durchgeführt und verglichen mit „Mineralisch“ (CONMIN): In der 1. Fruchtfolgeperiode ohne Düngung und mit chemischem Pflanzenschutz, seither ausschließlich mit mineralischer Düngung, Abfuhr aller Ernteebenenprodukte wie bei allen andern Verfahren, konventioneller Pflanzenschutz und „Ohne Düngung“ (NOFERT): keine Düngung, Pflanzenschutz wie bei BIODYN. Eine 7jährige Fruchtfolge mit 2 Jahren Klee gras wird in 3 Wiederholungen zeitlich versetzt angebaut. CONFYM und CONMIN wurden im Jahr 1999 mit 2.7 t CaCO<sub>3</sub> pro ha gekalkt, CONMIN zusätzlich im Jahr 2005 mit 2 t pro ha, entsprechend den Angaben in den Grundlagen für die Düngung im Ackerbau. Die Bodenproben 2006 wurden im März unter den Kulturen Klee gras 1. Jahr, Klee gras nach 2 Jahren und Winterweizen entnommen, auf 2 mm gesiebt und bis zur Bestimmung bei 3°C gelagert. Folgende Parameter wurden bestimmt: Mikrobielle Biomasse (SIR- und CFE- Methode), Bodenatmung und Dehydrogenaseaktivität (DHA) sowie pH-Wert und C<sub>org</sub>-Gehalt. Die Untersuchungen 1998 waren in gleicher Weise durchgeführt worden (Fließbach et al. 2007). Die Daten wurden varianzanalytisch ausgewertet mit Einbezug der signifikanten Kovariablen pH-Wert im Jahr 1977 und Tongehalt (%) von 2006. Mehrfache Mittelwertvergleiche wurden mit einem post-ANOVA Tukey-HSD Test durchgeführt Dargestellt sind die so resultierenden Least-Square Mittelwerte.

## Ergebnisse

Die höchsten Werte für pH und C<sub>org</sub> wurden im Verfahren BIODYN2 bestimmt (Tab. 1). Die Verfahren BIOORG2 und CONFYM2 wiesen signifikant tiefere pH-Wert auf, unterschieden sich jedoch bei beiden chemischen Parametern nicht.

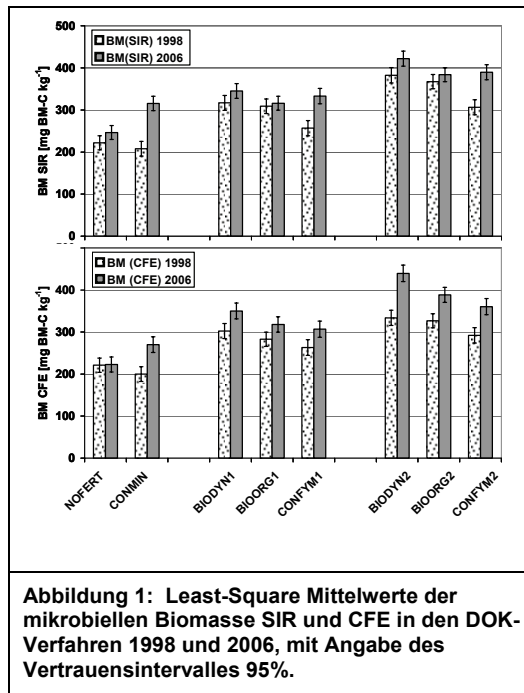
**Tabelle 1: Bodeneigenschaften und mikrobiologische Parameter in den DOK-Verfahren 2006, Mittelwert (MW) bzw. Least-Square Mittelwerte (LSM)**

Verfahren <sup>#</sup>	pH (CaCl <sub>2</sub> )		C <sub>org</sub> (mg/kg)		Biomasse C <sub>mic</sub> CFE (µg/g)		Biomasse SIR (µg/g)		Basalatmun g (µg CO <sub>2</sub> /g*h)		DHA (µg TPF/g*h)	
	MW	*	LSM	*	LSM	*	LSM	*	LSM	*	LSM	*
NOFERT	5.2	e	9.8	f	223	f	246	e	0.27	d	5.0	e
CONMIN	6.1	ab	11.0	bcde	272	e	315	d	0.37	abc	6.8	d
BIODYN1	5.9	c	11.7	bcde	351	bcd	345	bcd	0.34	bd	8.3	bcd
BIOORG1	5.6	d	11.6	ce	317	cd	316	d	0.34	cd	7.3	cd
CONFYM1	5.6	d	11.4	def	305	de	333	cd	0.34	abcd	7.2	d
BIODYN2	6.3	a	13.9	a	440	a	422	a	0.38	ac	10.9	a
BIOORG2	5.9	bc	12.8	abd	389	b	384	abc	0.38	ab	9.3	ab
CONFYM2	5.8	c	12.4	abc	359	bc	390	ab	0.37	abc	8.8	bc

\*Mittelwerte mit denselben Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ( Tukey HSD , p=0.05)  
<sup>#</sup>: 1= 0.7 DGVE, 2 = 1.4 DGVE

Bei den Verfahren mit reduzierter Düngung (0.7 DGVE) waren die Werte generell geringer, wiesen aber zwischen den Anbausystemen dieselben Unterschiede auf wie bei normaler Düngung (1.4 DGVE/ha). Das ungedüngte Verfahren zeigte sowohl für den pH-Wert wie auch für den C<sub>org</sub>-Gehalt die geringsten Werte. Der pH-Wert von CONMIN war nach erfolgter Kalkung beinahe so hoch wie im biologisch dynamischen Verfahren, während der C<sub>org</sub>-Gehalt etwas geringer als in BIODYN1, BIOORG1 und CONFYM1 war.

Bei allen mikrobiologischen Parametern fanden sich ebenfalls die höchsten Werte beim biologisch-dynamischen Verfahren der normalen Düngungsstufe, gefolgt von den Verfahren biologisch-organisch und konventionell, die sich bei diesen Parametern nicht signifikant unterschieden. Bei der Bodenatmung und der mikrobiellen Biomasse SIR waren die Unterschiede zwischen den drei Anbausystemen nicht signifikant. Die Verfahren mit reduzierter Düngung wiesen im Vergleich zur normalen Düngung für alle mikrobiologischen Parameter geringere Werte auf.



Die Unterschiede zwischen den Anbausystemen der reduzierten Düngungsstufe waren wesentlich geringer und für keinen mikrobiologischen Parameter signifikant. Die Ergebnisse für die Böden des Verfahrens NOFERT waren für alle biologischen Parameter am geringsten, während sie für CONMIN ausser bei der Basalatmung knapp unter den Ergebnissen der Verfahren mit reduzierter Düngung lagen.

Um die Entwicklung der Verfahrensunterschiede im Zeitraum 1998 bis 2006 vergleichen zu können, werden diese Ergebnisse der mikrobiellen Biomasse SIR und CFE in Abbildung 1 dargestellt. Von 1998 bis 2006 hat die mikrobielle Biomasse SIR in den gekalkten Verfahren CONMIN und CONFYM relativ zu den

andern Verfahren stärker zugenommen und zu einer Angleichung der Verfahren BIOORG und CONFYM auf beiden Düngungsniveaus geführt. Dagegen sind bei der mikrobiellen Biomasse CFE sind zwischen 1998 und 2006 (ausser für das Verfahren NOFERT) keine wesentlichen Veränderungen der Verfahrensunterschiede festzustellen.

## Diskussion

Zwischen den Verfahren im DOK-Versuch zeigten sich im Jahr 2006 bei den biologischen und den chemischen Parametern sehr ähnliche Abstufungen, was sich auch in hohen Korrelationskoeffizienten äusserte. Zwischen pH-Wert und biologischen Parametern wurden Korrelationskoeffizienten ( $r^2$ ) von 0.55 bis 0.68 festgestellt, zwischen  $C_{org}$ -Gehalt und biologischen Parametern von 0.71 bis 0.91.

Während die Entwicklung des  $C_{org}$ -Gehaltes weitgehend als systemimmanent betrachtet werden kann, ist das für den pH-Wert nicht immer der Fall. Die pH-Werte in den Verfahren mit mineralischer Düngung (CONMIN, CONFYM1 und CONFYM2) waren im Jahr 1998 in vielen Parzellen tiefer als der in den Grundlagen für die Düngung empfohlene Grenzwert für eine Kalkung. Die deshalb im Jahr 1999 und 2005 (nur CONMIN) durchgeführte Kalkung führte zu einer Erhöhung der pH-Werte in diesen Verfahren und zu einer teilweisen Angleichung der mikrobiologischen Parameter, insbesondere der mikrobiellen Biomasse SIR und der Bodenatmung. Im selben Zeitraum 1998 bis 2006 blieb bei der Biomasse CFE die Verfahrensdifferenzierung jedoch weitgehend unbeeinflusst. Diese unterschiedliche Reaktion der beiden Methoden kann damit erklärt werden, dass die mikrobielle Biomasse SIR als physiologische Methode sensitiver auf Veränderungen der Lebensbedingungen im Boden reagiert. Ferner gilt es zu berücksichtigen dass die

Ergebnisse der mikrobiellen Biomasse SIR, sowie der Bodenatmung in Böden des mineralischen Verfahrens CONMIN möglicherweise durch abiotische CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus dem im Jahr 2005 gedüngten CaCO<sub>3</sub> im Jahr 2006 beeinflusst worden sind.

Um den Einfluss vor Versuchsbeginn vorliegenden chemisch und physikalischen Bodeneigenschaften auf die mikrobiellen Parameter angemessen berücksichtigen zu können, wurden die Daten der beiden Messreihen 1998 und 2006 mittels Kovarianzanalyse ausgewertet. Als Kovariablen wurden zu Versuchsbeginn in den einzelnen Parzellen gemessenen pH-Werte und die im Jahr 2006 gemessenen Tongehalte verwendet. Die resultierenden Least-Square Mittelwerte zeigen den um die Einflüsse der Kovariablen korrigierten mikrobiellen Parameterwert an und unterscheiden sich deshalb teilweise von den Mittelwerten der aktuellen und den publizierten Messdaten von 1998 (Fließbach et al. 2007).

### **Schlussfolgerungen**

Während sich im Zeitraum 1998 bis 2006 die Relationen der mikrobiellen Biomasse CFE zwischen den Verfahren nur geringfügig änderten, dürften die bei den anderen mikrobiellen Parametern festgestellten Veränderungen zwischen den Verfahren CONFYM1, CONFYM2 und CONMIN vor allem auf die praxisübliche Kalkung zurückzuführen sein. Das biologisch-dynamische Verfahren (BIODYN) wies für die mikrobielle Biomasse CFE und die Dehydrogenase die höchsten Werte auf, zeigte für die mikrobielle Biomasse SIR und die Bodenatmung aber keine signifikanten Unterschiede zu den andern Anbausystemen mit gleich hohen Hofdüngergaben. Aufgrund von organischer Düngung mit Mist und Gülle, einer weitgestellten Klee-grasfruchtfolge und dem Anbau von Gründüngungen unterscheiden sich das biologisch-organische (BIOORG) und das konventionelle Verfahren (CONFYM), die den grössten Teil der biologischen bzw. der konventionellen Betriebe in der Schweiz repräsentieren, bei kontrolliertem pH-Wert in keinem der bodenbiologischen Parameter signifikant.

### **Literatur**

Fließbach, A.; Oberholzer, H.-R.; Gunst, L. und P.I. Mäder (2007) Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 273-284.

## Erträge und Nährstoffgehalte von alten, biologisch und konventionell gezüchteten Winterweizensorten in verschiedenen landwirtschaftlichen Systemen

Hildermann, I.<sup>1</sup>, Thommen A.<sup>1</sup>, Dubois, D.<sup>2</sup>, Boller, Th.<sup>3</sup>, Wiemken, A.<sup>3</sup> und Mäder, P.<sup>1</sup>

*Keywords: Organic breeding, winter wheat cultivars, yield, nutrient content*

### Abstract

*Due to limited nutrient conditions in organic farming winter wheat cultivars can often not perform to the full extent of their genetic potential. This study aims to assess nutrient acquisition potential and yields of old, organically and conventionally bred winter wheat cultivars. Ten cultivars were tested within the DOK long-term experiment in two organic systems at low and moderate intensity, a conventional stockless system and an unfertilized control. Yields and nutrient contents of grain and straw were significantly affected by cultivars and systems. Cultivar x system interactions were not detected. Yields were increasing with nutrient level and year of release of cultivars. Under organic conditions all cultivars performed equally well with respect to yield. Grain nitrogen content was increasing in line with nitrogen input, but dropping along year of release of cultivar.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im biologischen Landbau werden oft Winterweizensorten verwendet, die unter den Bedingungen des konventionellen Landbaus gezüchtet wurden. Sie können im biologischen Landbau ihr hohes genetisches Potenzial häufig nicht voll ausschöpfen, da Nährstoffe limitiert sind. Versuche mit Winterweizen zeigten, dass Sorten, die unter low-input Bedingungen gezüchtet wurden, unter low-input Bedingungen bessere Erträge erzielten (Brancourt-Hulmel, et al. 2003, Murphy, et al. 2007). Ziel dieses Versuches ist es, das Potenzial alter, biologisch und konventionell gezüchteter Winterweizensorten hinsichtlich ihres Nährstoffaufnahmevermögens und der Erträge zu untersuchen.

### Methoden

Der DOK-Langzeitversuch vergleicht seit 1978 biologische und konventionelle Anbausysteme (Mäder, et al. 2007). Die ausgewählten Verfahren (NOFERT (ungedüngtes Kontrollverfahren), zwei biologische Verfahren (BIODYN 1 und BIODYN 2) und ein konventionelles Verfahren (CONMIN)) unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich der Intensität der Düngung, die innerhalb der Verfahren ansteigt, der Art der Düngung und den Maßnahmen zum Pflanzenschutz. Die beiden biologischen Verfahren bilden einen viehhaltenden (N-Düngung<sub>verfügbar</sub>: 30 und 60 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>, approx.), das konventionelle Verfahren (140 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> einen viehlosen Betrieb ab. Dieses Konzept ermöglicht, Zusammenhänge zwischen den gemessenen Parametern und dem Nährstoffniveau sowie der Wirtschaftsweise zu eruieren.

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, isabell.hildermann@fibl.org, www.fibl.org

<sup>2</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART), Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz, david.dubois@art.admin.ch, www.art.admin.ch/aktuell/

<sup>3</sup> Botanisches Institut, Universität Basel, Abteilung Pflanzenphysiologie, Hebelstrasse 1, 4056 Basel, Schweiz, andres.wiemken@unibas.ch, www.plantbiology.unibas.ch/index.html

Ausgewählt wurden 10 Winterweizensorten (Brotweizen), unterteilbar in alte Sorten (Rouge de Bordeaux (Frankreich, 1840), Mont Calme 245 (Schweiz, 1926), Probus (Schweiz, 1948)), konventionell gezüchtete Sorten (Titlis (Schweiz, 1996), Antonius (Österreich, 2003), Caphorn (Frankreich, 2001), DI 9714 (Frankreich, nicht registriert)) und biologisch gezüchtete Sorten (Scaro (Schweiz, 2006), Sandomir (Deutschland, nicht registriert), Composite Cross Population (Grossbritannien, nicht registriert)).

Stickstoff (N) und Phosphor (P) wurden in Sprossproben (Bestockung und Blüte), sowie Stroh und Korn analysiert, um die Nährstoffverlagerung ins Korn nachzuvollziehen.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Anbausysteme und die Sorten zeigten signifikante Effekte auf Korn- und Stroherträge, die mit zunehmender Nährstoffzufuhr anstiegen. Die Wechselwirkungen von Sorten und Systemen konnten nicht statistisch abgesichert werden. Im Sortenmittel lag der Kornertrag im biologischen Verfahren BIODYN 2 bei  $4.2 \text{ t ha}^{-1}$ , im konventionellen Verfahren CONMIN bei  $6.8 \text{ t ha}^{-1}$ , was einem Mehrertrag von 62% entspricht. Während unter biologischen Bedingungen die Kornerträge biologisch und konventionell gezüchteter Sorten gleich hoch waren, erzielten unter konventionellen Bedingungen konventionell gezüchtete Sorten die höchsten Erträge. Die steigende Düngungsintensität der landwirtschaftlichen Anbausysteme zeigte ebenfalls signifikante Effekte auf die Gehalte von N und P in Spross, Stroh und Korn. Sortenunterschiede hinsichtlich der Nährstoffgehalte wurden ab dem Entwicklungsstadium Blüte sichtbar und blieben auch im Stroh und Korn deutlich. Während alte Sorten über alle Verfahren tiefe N-Gehalte in Spross (2.08%) und Stroh aufwiesen (0.27%), erzielten sie die höchsten N-Gehalte im Korn (1.91%). Konventionell gezüchtete Sorten hingegen wiesen hohe N-Gehalte in Spross (2.39%) und Stroh (0.97%) nicht jedoch im Korn (1.73%) auf. Die P-Gehalte bei der Blüte waren in konventionell gezüchteten Sorten hoch und in alten Sorten gering, jedoch zeigte sich im Korn keine Gruppierung der Sorten nach hohen und tiefen P-Gehalten mehr. P-Gehalte im Korn lagen zwischen 0.24% und 0.27%. Eine Redundanzanalyse ergab, dass der Ertrag vor allem durch die Systeme und damit das Nährstoffniveau bestimmt wurde, die Backqualität (Feuchtklebergehalt, Feuchtkleber-Index, Sedimentationswerte nach Zeleny, Fallzahl, Proteingehalt) hingegen sortenabhängig war. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die stickstofflimitierten Bedingungen im biologischen Landbau die Züchtung von Sorten mit hoher Backqualität erfordern.

### Literatur

- Brancourt-Hulmel M, G Doussinault, C Lecomte, P Berard, Le Buanec, B and Trottet, M 2003 Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop science* 43, 37-45.
- Murphy K M, Campbell K G, Lyon S R and Jones S S 2007 Evidence of varietal adaptation to organic farming systems. *Field Crops Research* 102, 172-177.
- Mäder P, Hahn D, Dubois D, Gunst L, Alföldi T, Bergmann H, Oehme M, Amado R, Schneider H, Graf U, Velimirov A, Fliessbach A and Niggli U 2007 Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21-year old field trial. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87, 1826-1835.

## Tiefenverteilung von Wurzeln bei Winterweizen

Schweiger, P.<sup>1</sup>, Petrasek, R.<sup>1</sup>, Ableidinger, Ch.<sup>1</sup>, Hartl, W.<sup>1</sup>

*Keywords: winter wheat, roots, development, distribution in soil.*

### Abstract

*The production and distribution of roots was examined for two winter wheat cultivars (Capo and Saturnus). Plants were grown in PVC tubes of 150 cm length that were placed in a field. The length of roots in 20 cm soil sections was measured at three times. Mean root length densities decreased from 7-15 cm cm<sup>-3</sup> soil in the top 20 cm soil to 2 cm cm<sup>-3</sup> at soil depths below 80 cm. Only slight differences were obtained for the two cultivars and between harvests. Saturnus produced relatively greater root lengths in upper soil horizons, while Capo spread its roots further down the soil profile. Maximum rooting depth was between 150 to 160 cm.*

### Einleitung und Zielsetzung

Winterweizen ist die im biologischen Ackerbau flächen- und ertragsmäßig bedeutendste Kulturart Österreichs (2007: 25 000 ha). Für die weitere Verarbeitung, hauptsächlich als Brotgetreide, ist ein hoher Proteingehalt wichtig. Dieser wird hauptsächlich vom Stickstoffangebot im Boden und der Sortenwahl beeinflusst. Besonders bei geringem Stickstoffangebot, wie es in der biologischen relativ zur konventionellen Landwirtschaft öfter auftritt, ist die effiziente Nutzung der im Boden befindlichen Stickstoffressourcen wichtig. Dafür ist die Ausbildung von einem ausgedehnten Wurzelsystem notwendig (King et al. 2003).

Aufgrund der Bedeutung der Wurzeln für die Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzen, ist deren Entwicklung und Verteilung von grundlegender Bedeutung. Besonders Wurzeln in den oberen Bodenschichten dienen einer effizienten Nutzung von mineralischen Nährstoffen. Tief reichende Wurzeln hingegen tragen zu einer gesicherten Wasserversorgung insbesondere unter Trockenstress bei. Dadurch können auch bei spät einsetzender Trockenheit bereits in den Spross aufgenommene Stickstoffvorräte in das sich entwickelnde Korn umgelagert werden.

Die Wurzelproduktion und -verteilung im Boden unterliegt bei Winterweizen genotypischer Variation (Løes und Gahoonia, 2004). Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Produktion und räumliche Verteilung der Wurzeln von zwei im östereichischen Trockengebiet häufig angebauten Winterweizensorten zu quantifizieren.

### Methoden

Die vergleichenden Wurzeluntersuchungen wurden 2006/07 an den Sorten Saturnus und Capo auf einer biologisch bewirtschafteten Fläche in Wien durchgeführt (48° 11' N, 16° 31' O). Der Boden des Standorts ist ein Fluvisol (pH<sub>KCl</sub> 7,2; 2 % C<sub>org</sub>; 120-200 kg NO<sub>3</sub>-N in 0-90 cm Bodentiefe). Im Herbst 2006 wurden PVC Rohre von 10 cm Durchmesser und 120 bzw. 150 cm Tiefe am Standort installiert. Für jede Sorte wurden auf einem 1 m breiten Streifen 12 Rohre ausgebracht. Die Rohre waren in quadratisch angeordnete 4-er Gruppen unterteilt, mit einem Abstand von 75 cm zwischen den Gruppen. Innerhalb der 4-er Gruppen betrug der Abstand zwischen den

---

<sup>1</sup> Bio Forschung Austria, Rinnböckstrasse 15, A-1110 Wien, Österreich, p.schweiger@bioforschung.at

einzelnen Rohren 25 cm. Die in einer Grube installierten Rohre wurden mit Aushubmaterial schichtweise befüllt, wobei nach jeder Schicht nachverdichtet wurde. Der ausgehobene Boden war dafür in vier Schichten unterteilt worden: 0-30, 30-60, 60-100 und 100-150 cm Bodentiefe. Das restliche Aushubmaterial wurde danach schichtweise um die Rohre herum in die Grube gefüllt. Sieben Samen der jeweiligen Sorte wurden in die Rohre gesät. Rund um die Rohre wurde die jeweils selbe Sorte in praxisüblicher Dichte und Reihenabstand händisch angebaut. Nach Aufgang wurde auf fünf Pflanzen je Rohr ausgedünnt. Während der frühen Bestockung wurde schlussendlich auf drei Pflanzen von generell gleicher Größe je Rohr reduziert.

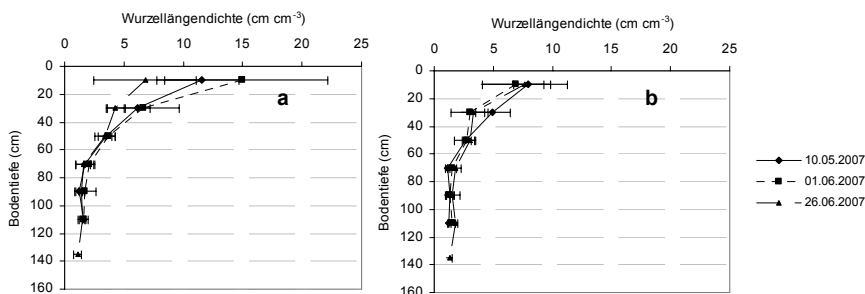
Zu drei verschiedenen Zeitpunkten wurden beginnend bei den 120 cm langen Rohren die darin wachsenden Pflanzen geerntet. Nach Ernte der oberirdischen Biomasse wurden die PVC Rohre ausgegraben und seitlich aufgeschnitten. Der Bodeninhalt der Rohre wurde in 20 cm Bereiche geteilt. Aus allen Bodenproben wurden nachfolgend die Wurzeln gewaschen, deren Frischgewicht bestimmt und Teilproben für die Bestimmung der Wurzellänge entnommen. Die Bestimmung der Wurzellänge erfolgte mit Hilfe einer Linienschnittpunktmethode (Newman, 1966).

Zur Bestimmung der maximalen Durchwurzelungstiefe wurden exponentielle Gleichungen an die für die verschiedenen Tiefen erhobenen Wurzellängendichten (WLD) angepasst. Der für eine WLD=0 extrapolierte Wert wurde als maximale Durchwurzelungstiefe festgesetzt.

## Ergebnisse

Die Gesamtwurzellängen der in den PVC Rohren gezogenen Pflanzen lagen zum ersten Erntezeitpunkt am 10.5. bei 100-180 m pro Pflanze. Dabei bildete Saturnus etwas mehr Wurzeln aus ( $p < 0,05$ ). Dies war auch, jedoch nicht mehr signifikant ( $p < 0,1$ ), bei der zweiten Ernte am 1.6. zum Stadium Ende Ährenschieben festzustellen. Bei der dritten Ernte (26.6.) waren in diesem Merkmal keine

Sortenunterschiede festzustellen. Die Verteilung der WLD ist in den Abbildungen 1a und 1b dargestellt. Während für Capo kaum Veränderungen über den Versuchszeitraum festgestellt wurden, variierten die WLD von Saturnus besonders in den obersten 40 cm relativ stark. Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten ( $p = 0,073$ ), kaum einen Einfluß des Faktors Ernte ( $p = 0,15$ ) und keine Wechselwirkung zwischen den Faktoren Sorte und Ernte ( $p = 0,27$ ).



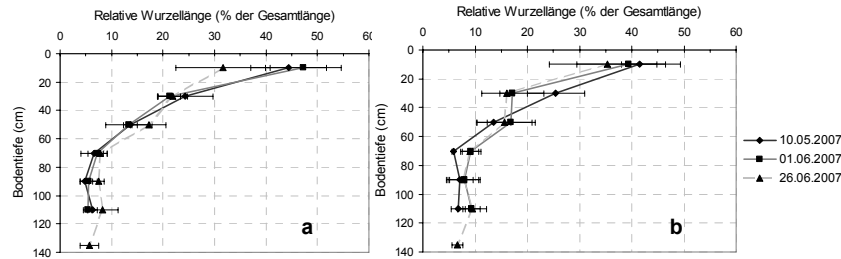
**Abbildung 1a und b: Tiefenverteilung der Wurzeln von (a) Saturnus und (b) Capo.**

Die errechnete maximale Durchwurzelungstiefe lag am 1.6. für Saturnus bei 118 cm und für Capo bei 133 cm. Bei beiden Sorten befanden sich 97-98% der



Gesamtwurzellänge oberhalb dieser Bodentiefe. Bei außerhalb der Rohre durchgeführten Grabungen wurden einzelne Wurzeln bis zu einer Tiefe von 150-160 cm festgestellt. Für alle drei Erntezeitpunkte wurde im Mittel für Capo eine relativ zu Saturnus um den Faktor 1,1 (Wertebereich 1,08-1,13) größere maximale Durchwurzelungstiefe festgestellt.

Die Analyse der relativen Verteilung der Wurzellängen in den Rohren (Abbildungen 2a und 2b) brachte ein ähnliches Ergebnis wie die Analyse der WLD, mit etwas größeren Irrtumswahrscheinlichkeiten (Sorte:  $p=0,074$ ; Ernte:  $p=0,36$ ; Ernte\*Sorte:  $p=0,39$ ). Als genereller Trend wurde für Saturnus die Verteilung eines etwas höheren Anteils der Wurzellänge in oberen Bodenschichten festgestellt.



**Abbildung 2a und b: Prozentuelle Verteilung der Wurzeln von (a) Saturnus und (b) Capo in unterschiedlichen Bodenschichten.**

Für die in den unterschiedlichen Bodenschichten ausgebildeten Wurzelbiomassen wurden hoch signifikante Unterschiede zwischen den Sorten ( $p<0,05$ ) und den Erntezeitpunkten ( $p<0,01$ ) erhoben. Die Sorten unterschieden sich allerdings im zeitlichen Verlauf der Änderung dieses Merkmals nicht voneinander (Ernte\*Sorte:  $p>0,3$ ).

## Diskussion

Die erhobenen Daten über die Wurzellängendichten in der obersten Bodenschicht sind größenordnungsmäßig mit Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen vergleichbar (Ford et al. 2006). Auch die Ergebnisse über die Verteilung der Wurzeln in unterschiedlichen Bodentiefen sowie deren zeitliche Dynamik stimmen mit Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen gut überein (Mian et al. 1994; Asseng et al. 1997). In der vorliegenden Studie wurden auch Wurzeldata aus mehr als 1 m Bodentiefe erhoben, wozu es in der Literatur nur relativ wenige Angaben gibt. Gerade Wurzeln aus diesen Tiefen können jedoch zur Trockentoleranz der Pflanzen beitragen (Manschadi et al. 2006). Für den Versuchsstandort wurde eine maximale Durchwurzelungstiefe von knapp mehr als 150 cm festgestellt. Die maximale Durchwurzelungstiefe ist stark standortabhängig, wobei die erhobenen 150-160 cm im Vergleich zu anderen Studien als im Mittelfeld liegend zu betrachten sind (Kirkegaard und Lilley 2007).

Die beiden untersuchten Sorten unterschieden sich nur geringfügig in der Produktion und räumlichen Verteilung ihrer Wurzeln. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass beide Sorten auf Trockenstress mit im Vergleich zu vielen anderen Sorten relativ geringen Ertragseinbußen reagieren (Oberforster & Flamm, 2008). Größere Unterschiede in der Wurzelverteilung sind zwischen Sorten zu erwarten, die im Ertrag stark unterschiedlich auf Trockenstress reagieren.

Eine relativ große Streuung der Wurzellängendaten, wie auch in dieser Studie zu beobachten, ist für Wurzeluntersuchungen an besonders Freilandproben schon öfters thematisiert worden (z.B. Kücke et al. 1995). Generell ist davon auszugehen, dass erhobene Wurzellängendaten die effektive Wurzelproduktion unterschätzen (Pierret et al. 2005). Direkte vergleichende Untersuchungen von Sorten hinsichtlich ihrer Wurzelproduktion können allerdings dazu beitragen, beobachtete Unterschiede zwischen Sorten in deren besonders für den biologischen Ackerbau bedeutsamen Nährstoffaufnahmeeffizienz zu erklären.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie den Bundesländern im Rahmen des Projekts 1315 "Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau" finanziert.

## Literatur

- Asseng, S., Richter, C., Wessolek, G. (1997): Modelling root growth of wheat as the linkage between crop and soil. *Plant Soil* 190: 267-277.
- Ford, K.E., Gregory, P.J., Gooding, M.J., Pepler, S. (2006): Genotype and fungicide effects on late-season root growth of winter wheat. *Plant Soil* 284: 33-44.
- King, J., Gay, A., Sylvester-Bradley, R., Bingham, I., Foulkes, J., Gregory, P., Robinson, D. (2003): Modelling cereal root systems for water and nitrogen capture: towards an economic optimum. *Ann Bot* 91: 383-390.
- Kirkegaard, J.A., Lilley, J.M. (2007): Root penetration rate – a benchmark to identify soil and plant limitations to rooting depth in wheat. *Aust J Exp Agric* 47: 590-602.
- Kücke, M., Schmid, H., Spiess, A. (1995): A comparison of four methods for measuring roots of field crops in three contrasting soils. *Plant Soil* 172: 63-71.
- Løes, A.-K., & Gahoonia, T.S. (2004): Genetic variation in specific root length in Scandinavian wheat and barley accessions. *Euphytica* 137: 243-249.
- Manschadi, A.M., Christopher, J., deVoil, P., Hammer, G.L. (2006): The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments. *Funct Plant Biol* 33: 823-837.
- Mian, M.A.R., Nafziger, E.D., Kolb, F.L., Teyker, R.H. (1994): Root size and distribution of field-grown wheat genotypes. *Crop Science* 34: 810-812.
- Newman, E. (1966) A method for estimating the total length of root in a sample. *J Appl Ecol* 3: 139-145.
- Oberforster, M., Flamm, C. (2008): Ertragsreaktion eines Weizensortiments auf induzierten Trockenstress. Abschlussbericht des Projekts „Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau“.
- Pierret, A., Moran, C.J., Doussan, C. (2005): Conventional detection methodology is limiting our ability to understand the roles and functions of fine roots. *New Phytol* 166: 967-980.

## Mögliche Wirkungswege der biologisch-dynamischen Hornpräparate aus naturwissenschaftlicher Perspektive

Scheper, C.<sup>1</sup>, Raupp, J.<sup>2</sup> und Baars, T.<sup>1</sup>

*Keywords: bio-dynamic, horn manure, horn silica, eco-physiology, system regulation*

### Abstract

*Although since 1924 the biodynamic hornpreparations (cowhorn manure and cowhorn silica) have been practically used and investigated in several doctoral theses, hardly any attention has been paid at the scientific evaluation and explanation of their effects. The results of experimental studies with the preparations are summarized. To understand their mechanism, an ecological and ecophysiological focus can be used. It shows that at several levels of the agro-ecosystem regulative mechanisms can be found. Bacterial and hormonal effects are found, if the preparations are analysed. These scientific results should be understood and discussed in relation to the anthroposophical or esoteric understanding of the biodynamic preparations.*

### Einleitung

Die beiden Feldspritz- oder Hornpräparate Hornmist und Hornkiesel sind elementare Bestandteile der Biologisch-Dynamischen Wirtschaftsweise. Aus anthroposophischem Verständnis zeichnet sie sich besonders durch ihren ganzheitlichen Ansatz aus. So wird der landwirtschaftliche Betrieb in seinem Umfang als eine Art Organismus verstanden, als landwirtschaftliche Individualität (Steiner, 1985). Die Wirkung der Präparate beschrieb Steiner als einen Vorgang der Kräfte regulierung und Harmonisierung innerhalb dieses Organismus (Steiner 1985). Die Forschungsergebnisse zu den Hornpräparaten weisen, bei aller möglichen Skepsis gegenüber den anthroposophischen Hintergründen des Präparatekonzepts sowie den Besonderheiten der Präparateherstellung, auf wiederholt auftretende Wirkungsmuster hin, die rein zufällige Wirkungen als unwahrscheinlich erscheinen lassen (König 1993, Raupp & König 1996). Auf welchem Wege diese Wirkungen zustande kommen können, bleibt jedoch weiterhin unklar. Hier setzt der folgende Beitrag an. Ausgehend von einer Literaturrecherche wird versucht, neue Ansätze für ein Verständnis der Wirkung der Hornpräparate insbesondere auf Einzelorganismen (Kulturpflanzen, Bodenorganismen) auf Grundlage ökologischer und ökophysiologischer Zusammenhänge zu beschreiben und zur Diskussion zu stellen.

### Ergebnisse der Literaturrecherche

Es wurden nur Untersuchungen berücksichtigt, in denen die Methodik der Versuche hinreichend dargestellt wurde. Eine Auswahl von Versuchen wird hier berichtet. Weitere Untersuchungen sind in Scheper (2008) dargestellt.

#### *Ergebnisse zu Inhaltstoffen der Präparate*

Stearn (1976) konnte in Hornmist und Hornkiesel Cytokinine nachweisen, wobei der Gehalt in Hornmist in Abhängigkeit von der Präparateherkunft schwankte. Perumal &

<sup>1</sup> Universität Kassel, FG biodyn Landwirtschaft, Nordbahnhofstrasse 1A, 37213 Witzenhausen, carsten.scheper@gmail.com, baars@uni-kassel.de, <http://www.agrar.uni-kassel.de/bdl/>

<sup>2</sup> Institut für biologisch-dynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt, raupp@ibdf.de, www.ibdf.de

Vatsala (2002) konnten diese Ergebnisse bestätigen und zudem Indolessigsäure in Hornmist nachweisen. Deffune & Scofield (1995) konnten die Wirksamkeit von, aus fermentiertem Hornmistpräparat isolierten, Huminstoffen auf das Wachstum von Weizenkeimlingen bei der üblichen Praxisverdünnung nachweisen.

#### *Ergebnisse zur Wirkung der Fermentation (Präparateherstellung im Boden)*

Die Gesamtkeimzahlen von Bakterien und Pilzen nahmen während der Fermentation von Hornmist deutlich zu; auch Artenverschiebungen wurden beobachtet (Dewes, 1983a; Stearn, 1976). Die Artenzusammensetzung im Präparat grenzte sich von der des Bodens ab (Stearn 1976, Dewes 1983a). Sowohl Brinton (1997) wie auch Dewes (1983a, 1983b) konnten bei Verwendung echter und künstlicher Hörner deutliche Unterschiede der Fermentationsprozesse feststellen.

#### *Ergebnisse zum Rührvorgang*

Stearn (1976) beobachtete einen Übergang von Mikroorganismen in die Spritzbrühe und einen stimulierenden Effekt des Rührens auf die Mikroorganismenzahl. Eine gerührte Wasserkontrolle ohne Präparatezusatz zeigte eine tendenzielle, in einem Fall signifikante Wirkung auf den Strohertrag, die dem Effekt der Hornmist- und Hornkieselanwendung entsprach (Kotschi 1980).

#### *Ergebnisse zur Präparateanwendung*

Zu diesem Gebiet liegen die meisten Untersuchungen vor, mit oft uneinheitlichen Ergebnissen. Bei Einzelanwendung der Präparate wurden sowohl Ertragssteigerungen (Abele 1973, Fritz et al. 1999, Kotschi 1980, Spieß 1978) wie Ertragsminderungen (Fritz 2000, Kotschi 1980) beobachtet. Für die kombinierte Anwendung der Präparate zeigt sich ein ähnliches Bild. Auch für bodenbiologische, pflanzenmorphologische und physiologische Parameter sowie Qualitätseigenschaften wurden Präparateeffekte berichtet (El Saidi 1982, Fritz et al. 1997, Peschke 1994, Samaras 1980).

#### *Das Wirkungsmodell der Systemregulierung*

Die Auswertung von Ertragsdaten aus verschiedenen Feld- und Gefäßversuchen mit den Hornpräparaten vermochte zu zeigen, dass die konträren Ertragseffekte als Folge eines übergeordneten systemischen Regulationsprozesses interpretiert werden könnten (Dewes 1994, König 1993, Raupp & König 1996). Der Begriff der Systemregulierung besagt, dass die Präparate in Abhängigkeit von den jeweils herrschenden Wachstumsbedingungen verschiedene Wirkungsrichtungen auf Messparameter haben können (König 1993). Das Modell beinhaltet keine weiteren Aussagen über einen genauen Wirkungsweg innerhalb des Anbausystems oder des Agrarökosystems.

### **Diskussion und Schlussfolgerungen**

Die Ökophysiologie (Larcher 2001) bietet definierte Begriffe für die Wirkungen von Umweltfaktoren auf die Pflanzenentwicklung. Dies kann eine gute Interpretationsgrundlage für die beobachteten Präparatwirkungen sein. Standortfaktoren wirken auf Pflanzen auf verschiedenen Ebenen und bedingen funktionelle, morphogenetische und evolutive Anpassungs- und Selektionsvorgänge. Es wird zwischen induktiven, quantitativen und formativen Wirkungen unterschieden. Induktive Wirkungen bestehen in der Auslösung oder Beendigung von Entwicklungsvorgängen und sind zeitlich regulierend. Quantitative Wirkungen zeigen eine Auswirkung auf die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Wachstumsprozesse. Formative Wirkungen beeinflussen die Gestaltbildung (Morphogenese) und das Richtungswachstum (Tropismus).

Die Ergebnisse von Deffune & Scofield (1995) zeigen, dass es möglich ist, einen Zusammenhang zwischen der stofflichen Zusammensetzung des angewendeten Präparates und dessen Wirkung auf Einzelorganismen herzustellen. Es konnte die Wirkung von Huminstoffen, die aus dem Hornmistpräparat isoliert wurden, auf die Keimlingsentwicklung von Weizen gezeigt werden. Huminstoffe zeigen in sehr niedrigen Konzentrationen sowohl metabolische als auch formative Wirkungen auf Pflanzen, die dadurch anders auf Umweltfaktoren reagieren (Ziechmann 1996). Ähnliches ist auch für andere Inhaltsstoffe der Hornpräparate wie Cytokinine und Indoleessigsäure anzunehmen, die in sehr geringen Konzentrationen die physiologischen Regulationsprozesse in Pflanzen beeinflussen können (Stearn 1976, Perumal et al 2002). Die genannten Stoffe sind Signalstoffe oder Infochemikalien, die innerhalb eines Organismus oder auch zwischen Organismen zur Übertragung von (chemischer) Information dienen. In Pflanzen regulieren Signalstoffe Wachstum und Entwicklung sowie Schutzmechanismen. Bei Präsenz einer Vielzahl von verschiedenen Organismen wie in der Rhizosphäre, kann ein (Signal-)Stoff für den einen Organismus ein Signal, für einen anderen Organismus ein Substrat sein (Heldmaier & Werner 2003). Die Arbeiten von Stearn (1976) sowie Perumal & Vatsala (2002) zeigen, dass sich Arten wie Rhizobium, die Signalstoffe produzieren können, in den Präparaten während der Fermentation anreichern und über die Spritzbrühe auf den Boden gelangen können. Die Ergebnisse von Perumal & Vatsala (2002) geben Hinweise darauf, dass sich die Artenzusammensetzung der Bodenmikroflora nach der Präparateanwendung verändert.

Zusammenfassend kann man den Schluss ziehen, dass sich neben den klassischen anthroposophischen Erklärungsansätzen auch Ansatzpunkte für ein naturwissenschaftliches Verständnis der Präparatewirkung bieten. Beide sollten gleichberechtigt nebeneinander diskutiert werden um neue methodische Perspektiven zur Erforschung der Präparate und ihrer Wirkungen zu schaffen.

Die Forschungsergebnisse zu den Hornpräparaten zeigen, dass ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Ergebnis der Fermentationsprozesse und der Anwendungswirkung besteht. Aus naturwissenschaftlicher Sicht ist es anzustreben, die Methodik auf eine Einbeziehung aller Präparateprozesse von der Herstellung über den Rührvorgang bis zur Anwendung abzustimmen um Bezüge zwischen den einzelnen Prozessebenen herstellen zu können. So könnte an die Arbeiten von Deffune & Scofield 1995 methodisch angeknüpft werden um die Wirksamkeit von weiteren aus dem Präparatesubstrat isolierten Inhaltsstoffen wie bspw. den Pflanzenhormonen auf Pflanzen zu prüfen. Aus ökophysiologischer Sicht beeinflusst die Präparateanwendung die Reaktion der Pflanze auf äußere Faktoren. Ein Großteil der Versuche zu den Hornpräparaten wurde unter Feldbedingungen vorgenommen, die eine Kontrolle oder Manipulation einer Vielzahl von Faktoren nicht oder nur unzureichend zulassen. Klimakammerversuche sind demgegenüber dazu geeignet einzelne Faktoren bei Kontrolle der restlichen Faktoren gezielt zu manipulieren, und so die Genauigkeit der Reaktionen des Versuchsgegenstandes auf die Versuchsbedingungen zu erhöhen. Die wenigen Klimakammerversuche, die zur Hornpräparateanwendung vorliegen sind ein Hinweis darauf, dass sich die komplexen und variablen Reaktionsmuster auf die Präparateanwendung unter stark kontrollierten Bedingungen besser abbilden lassen (Stearn 1976).

## Literatur

- Abele U. (1973): Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und bio-dynamischen Pflanzenanbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten, Diss. Gießen  
 Brinton, W.F. (1997): Dynamical chemical processes underlying BD Horn manure (500) preparation, *Journal of Biodynamics* 214.1-8

- Deffune G., Scofield A. M. (1995): The effects of humic acids and three bio-dynamic preparations on the growth of wheat seedlings. In: Cook, H. F. & Lee, H. C. (Hrsg.): Soil management in sustainable agriculture, Wye College Press, Ashford, Kent
- Dewes T. (1983a): Das biologisch-dynamische Hornmistpräparat, Teil 1, Leb. Erde 34, 12-17
- Dewes T. (1983b): Das biologisch-dynamische Hornmistpräparat, Teil 2, Leb. Erde, 34, 56-61
- Dewes T. (1994): Die Wirkung der biologisch-dynamischen Präparate. In: Ökologischer Landbau-Perspektive für die Zukunft, SÖL Bad Dürkheim, 291-298.
- El Saidi S. M. (1982): Das Nachernteverhalten von Gemüse, insbesondere Spinat unter besonderer Berücksichtigung der Nitratanreicherung in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen und von der Düngung, Diss. Giessen.
- Fritz J., Meyer-Glitza P., Weidinger G., Köpke U. (1997): Grundlagenuntersuchung zu dem Pflanzenbehandlungsmittel Hornkiesel. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, 244-250.
- Fritz J., Bauer S., Klös J., Köpke U. (1999): Hornkieselanwendungen in Kombination mit Pflanzentinkturen. In: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum ökol. Landbau, 423-427
- Fritz J. (2000): Reaktionen von Pflücksalat (*Lactuca sativa* var. *crispa*) und Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*) auf das Spritzpräparat Hornkiesel, Diss. Bonn
- Heldmaier G., Werner D. (Hrsg.) (2003): Environmental Signal Processing and Adaption, Springer Verlag, Berlin
- Kotschi J. (1980): Untersuchungen zur Wirkung der in der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise verwendeten Spritzpräparate "500" und "501" auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Diss. Gießen
- König U.J. (1993): Systemregulierung – Ein Wirkprinzip der biologisch-dynamischen Präparate. In: Forschung im ökologischen Landbau: Beiträge zur zweiten Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, SÖL-Sonderausgabe Nr. 42, Bad Dürkheim, , S.394-396.
- Larcher W. (2001): Ökophysiologie der Pflanzen, UTB Ulmer, Stuttgart
- Perumal K. & Vatsala T. M. (2002): Utilization of local materials in cow horn manure (BD500) Preparations: A Case Study on Biodynamic vegetable cultivation, Journal of Biodynamic Agriculture 52, S.16-21
- Peschke J. (1994): Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota* L.) im Nacherntestadium unter dem Einfluß von Sorte, Herkunft und Anbaubedingung, Diss. Giessen
- Raupp J., König U.J. (1996): Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels, Biol. Agric. & Horticulture 13, S. 175-188
- Samaras F. (1980): Die epiphytische Mikroflora in Beziehung zu einigen chemischen Merkmalen und zu einigen Kriterien der Verderbnisanfälligkeit ausgewählter Nahrungspflanzen, insbesondere Getreide, Diss. Giessen zitiert nach: Koepf, H. 1993, Biologisch-dynamische Forschung. Methoden und Ergebnisse, Verlag Freies Geistesleben Stuttgart
- Scheper C. (2008): Die biologisch-dynamischen Hornpräparate. Mögliche Wirkungswege auf Grundlage wissenschaftlicher Ergebnisse. Bachelorarbeit am FG Biologisch-Dynamische Landwirtschaft, Univ. Kassel-Witzenhausen
- Spieß H. (1978): Konventionelle und biologisch-dynamische Verfahren zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, Diss. Gießen
- Stearn W.C. (1976): Effectiveness of two biodynamic preparations on higher plants and possible mechanisms for the observed response, M.S. thesis, Columbus OH
- Steiner R. (1985): Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft, 7. Auflage, Rudolf Steiner Verlag, Dornach
- Ziechmann W. (1996): Huminstoffe und ihre Wirkungen, Spektrum, Heidelberg

## Anbau der Blauen Lupine (*Lupinus angustifolius*) mit unterschiedlichen Reihenabständen und Bewertung der Futterqualität mittels NIRS

Böhm, H.<sup>1</sup> und Aulrich, K.<sup>1</sup>

*Keywords: plant production, blue lupin, yield, quality, NIRS*

### Abstract

*Blue lupins have become more important in animal feeding due to increasing organic animal husbandry. They have a low starch content, a high protein content and the best protein quality of the home-grown grain legumes. The feed quality of blue lupins can be analysed by NIRS very quickly and cost-efficiently. Weed infestation in pure stands of blue lupin is often a problem. Mixed cropping systems are a good alternative for weed suppression, but the yield percentage of blue lupins in mixed cultivation is low. Weed infestation can be reduced by hoeing. Therefore the cultivation of blue lupins with the possibility of hoeing in the wider row distances (25.0 cm, 37.5 cm), were compared to 12.5 cm row distance (only currying). Field experiments were conducted in combinations with two different cultivars (Boruta, determinate type), Bora (branched type) and two seeding rates (normal: 100% and reduced: 75% of the seeding rate).*

*The results show a significant effect of the factors year, cultivar and row distance for the grain yield. Yields of the row distance 12.5 cm and 25.0 cm were, with 2.21 and 2.23 t ha<sup>-1</sup> DM, on the same level; but yield of the row distance 37.5 cm was significantly lower (1.98 t ha<sup>-1</sup>). The reduction of seeding density had no significant effect on yield and the tested parameters of feed quality. The 37.5 row distance had a lower protein content, and a higher starch content, but no difference in metabolised energy for pigs.*

### Einleitung und Zielsetzung

Blaue Lupinen gewinnen in der Fütterung aufgrund der expandierenden ökologischen Tierhaltung eine zunehmende Bedeutung. Blaue Lupinen zeichnen sich durch hohe Proteingehalte bei gleichzeitig niedrigen Stärkegehalten aus und stellen somit eine gute Futtermittelkomponente für Kraftfuttermischungen dar, in denen sie in Abhängigkeit der Tierart einen Anteil von bis zu 30% einnehmen können. Das Protein der Lupine ist im Vergleich der heimischen Körnerleguminosen aus ernährungsphysiologischer Sicht das geeignetste Protein, da die Aminosäuren mit Ausnahme des Methionins untereinander in einem guten Verhältnis stehen. Die Bestimmung der Futterqualität kann heute mittels NIRS erfolgen, so dass die betriebseigenen Futtermittel schnell und kostengünstig untersucht werden können.

Der Anbau der Blauen Lupine gestaltet sich aufgrund ihrer langsamen Jugendentwicklung und der damit einhergehenden geringen Unkraut unterdrückenden Wirkung oftmals als schwierig. Hier bietet der Mischfruchtanbau mit Getreide eine Lösungsmöglichkeit (Bilau et al. 2006), jedoch werden in den Gemengen oftmals nur geringe Ertragsanteile an Blauer Lupine erzielt (Böhm et al. 2008). Aus diesem Grund wurde geprüft, ob ein Anbau der Blauen Lupine mit größeren Reihenabständen, der die Möglichkeit einer intensiveren mechanischen Unkrautregulierung (Hacken) eröffnet,

---

<sup>1</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847, Westerau, Germany, herwart.boehm@vti.bund.de, www.vti.bund.de

eine Alternative darstellen kann. Gleichzeitig wurde geprüft, ob eine Reduzierung der Aussaatstärke den Ertrag und die Qualitäten beeinflusst.

## Methoden

In den Jahren 2006 und 2007 wurden am Standort Trenthorst (SH) (sL, Parabraunerde) Parzellenversuche als randomisierte Blockanlage in 4-facher Feldwiederholung mit den Faktoren Sorte ((Boruta (endständiger Typ) und Bora (verzweigter Typ)), Reihenweite (RW: 12,5 cm, 25,0 cm und 37,5 cm) sowie Aussaatstärke (S100%: 130 Kö m<sup>-2</sup> Boruta bzw. 100 Kö m<sup>-2</sup> Bora, S75%: 98 Kö m<sup>-2</sup> Boruta bzw. 75 Kö m<sup>-2</sup> Bora) angelegt. Verfahrensbedingt wurden die Varianten mit den größeren Reihenweiten zweimal gehackt, während die Variante mit der Reihenweite 12,5 cm einmal gestriegelt wurde.

An den Ernteproben wurden ausgewählte Parameter der Futterqualität NIR-spektroskopisch untersucht. Die metabolisierbare Energie für Schweine (ME<sub>s</sub>) wurde mit der von der GfE publizierten Formel (DLG 2006) berechnet. Die NIR-Messungen erfolgten am FT-NIR-Spektrometer NIRLab N-200 (Fa. Büchi, Essen). Die Spektren wurden anschließend in das Softwarepaket NIRCAL (Fa. Büchi, Essen) exportiert und die Gehalte an qualitätsbestimmenden Rohnährstoffen mit Hilfe der für jeden Inhaltsstoff entwickelten Kalibrationsgleichungen geschätzt.

## Ergebnisse

Die bisher zweijährigen Ergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss des Jahres und der Sorte sowie der Reihenweite (RW) auf den Kornertrag, der im Jahr 2006 mit durchschnittlich 19,1 dt ha<sup>-1</sup> TM niedriger ausfiel als 2007 mit 23,9 dt ha<sup>-1</sup> TM (Tab. 1). Die endständige Sorte Boruta wies mit 23,8 dt ha<sup>-1</sup> TM einen höheren Ertrag auf als die verzweigte Sorte Bora mit 18,9 dt ha<sup>-1</sup> TM. Während die Erträge bei den RW 12,5 und 25,0 cm mit 22,1 bzw. 22,3 dt ha<sup>-1</sup> TM auf gleichem Niveau lagen, führte die RW 37,5 cm zu signifikant geringeren Erträgen (19,8 dt ha<sup>-1</sup> TM). Dagegen hatte die Reduzierung der Aussaatstärke um 25% keinen signifikanten Effekt auf den Ertrag.

**Tabelle 1: Erträge und Qualitäten der Blauen Lupine in Abhängigkeit der Hauptfaktoren Jahr, Sorte, Reihenweite und Saatstärke**

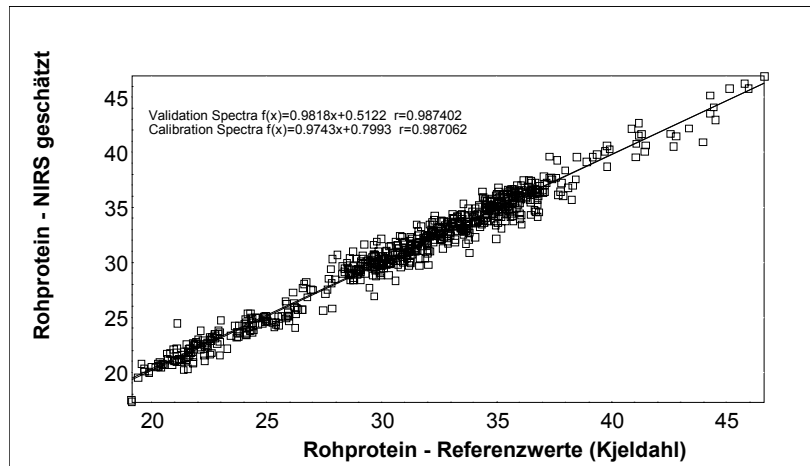
		Ertrag [dt ha <sup>-1</sup> TM]	XP [% in TM]	XP-Ertrag [dt ha <sup>-1</sup> TM]	XS [% in TM]	ME <sub>s</sub> [MJ kg <sup>-1</sup> TM]
Jahr	2006	19,11 a	35,88 ns	6,86 b	9,49 a	15,86 b
	2007	23,83 b	36,03 ns	8,56 a	10,05 b	15,75 a
Sorte	Bora	18,90 a	36,05 ns	6,82 b	9,96 b	15,84 b
	Boruta	23,83 b	35,86 ns	8,52 a	9,59 a	15,78 a
Reihenweite	12,5 cm	22,10 b	35,83 a	7,91 a	9,96 a	15,80 ns
	25,0 cm	22,32 b	35,83 a	8,00 b	10,04 a	15,80 ns
	37,5 cm	19,75 a	36,22 b	7,15 a	9,32 b	15,82 ns
Aussaatstärke	100%	22,13 ns	35,86 ns	7,93 ns	9,93 b	15,80 ns
	75%	20,78 ns	36,06 ns	7,48 ns	9,62 a	15,81 ns

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied, Tukey-Test,  $\alpha = 0,05$ , ns = nicht signifikant, XP = Rohprotein, XS = Stärke, ME<sub>s</sub> = metabolisierbare Energie für Schweine

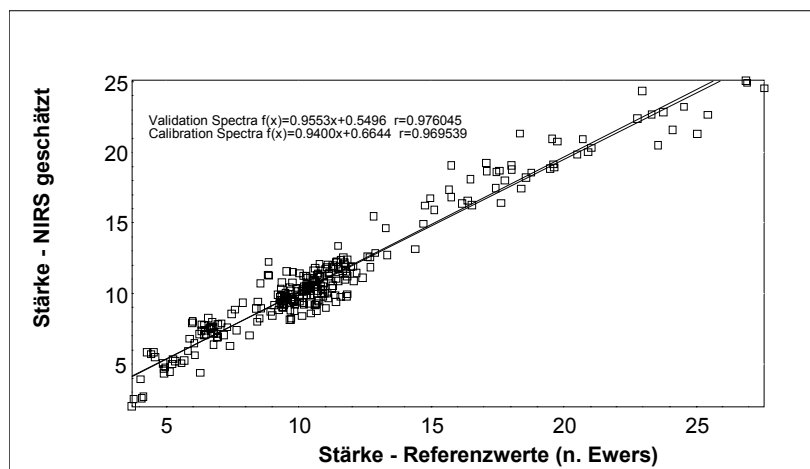
Die NIRS Schätzungen wurden mit den mittels PLS (Partial Least Square) Methode erhaltenen Regressionen für Rohprotein und Stärke (Abbildung 1 und 2) vorgenommen. Diese wiesen eine zufriedenstellende Schätzgenauigkeit auf und wurden so für die Vorhersage der Rohprotein- und Stärkegehalte in den Lupinenproben verwendet. Der Schätzfehler für Rohprotein (XP) (Spannbreite: 19-45 % XP) mit der



ermittelten Regressionsgleichung betrug 0,87 %. Der Schätzfehler für die Vorhersage der Stärkegehalte (XS) betrug 1,09 % bei einer Spannweite von 4 bis 28 %.



**Abbildung 1: NIRS geschätzte Proteingehalte vs. chemisch ermittelter Referenzwerte (Kjeldahl-Methode)**



**Abbildung 2: NIRS geschätzte Stärkegehalte vs. chemisch ermittelter Referenzwerte (Methode nach Ewers)**

Der Proteingehalt lag im Versuchsmittel bei 35 % in der TM. Ein signifikanter Einfluss wurde nur für die Reihenweite festgestellt. Hier war der Proteingehalt bei der Reihenweite 37,5 cm mit 36 % in der TM am höchsten. Die für die Berechnung des Proteinertrages nachgewiesenen signifikanten Unterschiede sind vor allem auf die Unterschiede in der Ertragshöhe zurückzuführen. Dadurch ergibt sich der höchste Proteintrag für die Reihenweite 25,0 cm. Keinen Einfluss hatte die Reduzierung der Aussaatstärke.

Für die Stärkegehalte wurden signifikante Unterschiede für alle geprüften Faktoren ausgewiesen. Für den Faktor Reihenabstand wurden die niedrigsten Stärkegehalte für die Variante 37,5 cm ausgewiesen. Die Reduzierung der Saatstärke führte ebenfalls zu niedrigeren Stärkegehalten.

Die Berechnung der metabolisierbaren Energie für Schweine wies für die Faktoren Jahr und Sorte statistische Unterschiede auf, nicht aber für die Faktoren Reihenweite und Saatstärke.

### **Diskussion**

Der Anbau von Blauen Lupinen mit unterschiedlichen Reihenabständen führte bei dem Reihenabstand von 37,5 cm zu geringeren Erträgen bei gleichzeitig höherer Verunkrautung. Keine Ertragsunterschiede lagen zwischen den Reihenabständen 12,5 cm und 25,0 cm vor. In diesen Varianten konnte gleichfalls eine geringere Verunkrautung beobachtet werden.

Mit Hilfe der NIRS kann eine schnelle Qualitätsbewertung nach der Ernte vorgenommen werden.

### **Schlussfolgerungen**

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Anbau der Blauen Lupine in weiteren Reihenabständen unter den gegebenen Standortbedingungen nur geringe Effekte auf die untersuchten Parameter zeigte. Der Anbau mit einem Reihenabstand von 25,0 cm führte zu gleich hohen Erträgen wie der Anbau mit 12,5 cm bei gleichzeitig erhöhtem Proteinertrag. Beachtet werden muss jedoch der höhere Aufwand, der für das Hacken der Bestände erbracht werden muss. Der Bekämpfungserfolg durch Hacken der 25cm-Reihe war jedoch in der Regel besser als bei einmaligem Striegeln. Die Reduzierung der Saatstärke hatte in diesen Untersuchungen in keinem Fall einen negativen Einfluss auf die untersuchten Parameter.

### **Literatur**

- Bilau A., Böhm H., Gerowitt B. (2006): Unkrautunterdrückende Wirkung von Mischfruchtbeständen mit Blauer Süßlupine (*L. angustifolius*) im Ökologischen Landbau. In: Herrmann A und Taube F (2006): Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18: 72-73.
- Böhm H., Bramm A., Aulrich K., Rühl G. (2008): Effect of different sowing densities in mixed cultivation of blue lupin (*L. angustifolius*) with spring crops on yield and quality. In: 12th International Lupin Conference, Perth, Australia (in press).
- DLG (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt, 247 S.

## Verschiedene Gründüngerpflanzen – Anbaueignung und Unkrautunterdrückung im Direktsaatsystem vor Winterweizen

Stadler, M.<sup>1</sup>, Zihlmann, U.<sup>1</sup>, Scherrer, C.<sup>1</sup>, Jossi, W.,<sup>1</sup> und Streit, B.<sup>2</sup>

*Keywords: Green manure, roll-chopper, no-tillage, weed suppression, winter wheat*

### Abstract

*In a small-plot field trial 33 green manure plants (GM) were examined for their ability to suppress weeds in a no-tillage system. A roll-chopper was used to suppress the GMs before seeding winter wheat. The success of this organic method to control GMs was compared to the standard method using a non selective herbicide. Species of the group brassicaceae, monocotyles and plant mixtures covered the soil faster, produced more biomass and suppressed weeds more efficiently than species of the group legumes and dicotyles. In spring, weed infestation in all roll-chopper treatments always exceeded economic threshold values whereas in the herbicide treatment weed infestations remained below these values. Additionally, wheat yield and density was reduced in the roll-chopper treatment compared to the herbicide treatment. Application of the roll-chopper together with a suitable GM for Swiss growing conditions will have to be improved before its introduction for no tillage agriculture in organic farming.*

### Einleitung und Zielsetzung

Direktsaatsysteme bieten vielfältige ökologische Vorteile und wären auch im Biolandbau anstrebenswert. Ein schwerwiegendes Problem ist jedoch der erhöhte Unkrautdruck hauptsächlich resultierend aus der nicht wendenden Bodenbearbeitung zwischen zwei Hauptkulturen. Eine mögliche Lösung sind Gründüngerpflanzen zur Unkrautunterdrückung und Verhinderung von Nährstoffverlusten (Hampl, 1996). Traditionell werden im Direktsaatsystem Zwischenkulturen mit einem Totalherbizid abgetötet. In Südamerika wird zu diesem Zweck auch eine Messerwalze benutzt, welche die Gründüngerpflanzen quetscht (Creamer et al., 2002). Dies hat den Vorteil, dass die Pflanzen langsam absterben und somit eine längere Zeit eine unkrautunterdrückende Mulchschicht bilden. Das Ziel dieses Versuches war geeignete Gründüngerpflanzen für Direktsaatsysteme im Bioackerbau zu finden, welche sich unter Schweizer Bedingungen mit der Messerwalze unterdrücken lassen.

### Methoden

In einem Kleinparzellenversuch wurden 33 verschiedene Gründüngerpflanzen in drei Wiederholungen vor Winterweizen im Direktsaatsystem gesät. Die Pflanzenarten wurden nach ihren speziellen Eigenschaften wie Wüchsigkeit, Auflaufgeschwindigkeit oder ihrer Fähigkeit Stickstoff zu fixieren, ausgewählt. Vor der Saat des Winterweizens wurden die Gründüngerpflanzen entweder mit der Messerwalze niedergewalzt oder, als Vergleich zur Standardmethode im Direktsaatsystem, mit einem Totalherbizid abgetötet. Nach der Saat wurde alle zwei Wochen die Bodenbedeckung der Gründüngerpflanzen visuell erhoben. Kurz vor der Saat des Winterweizens wurde die Trockensubstanz der Gründüngerpflanzen und des Unkrauts bestimmt. Die Bestandesdichte des Winterweizens von ausgewählten Verfahren wurde vor der

<sup>1</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz, marina.stadler@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>2</sup> Berner Fachhochschule Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, Länggasse 85, 3052 Zollikofen, Schweiz, bernhard.streit@shl.bfh.ch, www.shl.bfh.ch

Einwinterung, kurz vor Vegetationsbeginn und vor der Ernte des Winterweizens im Folgejahr ausgezählt. Ebenso wurde die Länge des Weizens vor der Einwinterung gemessen. Im Frühjahr und kurz vor der Ernte des Winterweizens wurde der Unkrautbesatz erhoben und mit den ökonomischen Schadschwellen verglichen. Der Ertrag des Winterweizens wurde gemessen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Gründüngerpflanzen aus der Gruppe der Brassica-Arten, Monokotyle und Standard-Saatmischungen bedeckten den Boden schneller, produzierten mehr Biomasse und der Unkrautbesatz war geringer als bei Gründüngerpflanzen aus der Gruppe der Leguminosen und Dikotylen. Die Schadschwellen der Unkräuter im Frühjahr wurden im Verfahren mit dem Herbizid fast nie erreicht. Im Messerwalzeverfahren wurden sie immer überschritten. Die Bestandesdichte des Winterweizens kurz vor der Einwinterung wurde durch einige Gründüngerpflanzen leicht, aber signifikant negativ beeinflusst, diese Unterschiede waren jedoch bei Vegetationsbeginn nicht mehr sichtbar. Die Länge des Weizens im Winter wurde von den Gründüngerverfahren hoch signifikant beeinflusst, wahrscheinlich durch die aufliegende Mulchschicht. Im Verfahren mit der Messerwalze war die Bestandesdichte des Weizens nach der Bestockung generell tiefer als im Standardverfahren mit dem Herbizid.

Die Unkraut-Bonitur vor der Ernte des Weizens zeigte, dass der Unkraut-Besatz mit der Bestandesdichte des Weizens negativ korreliert. Daraus lässt sich schliessen, dass nicht alle Gründüngerpflanzen gleichermassen zur Unkrautunterdrückung geeignet sind. Brassica-Arten, Monokotyle und Saatmischungen unterdrückten das Unkraut besser als Pflanzen der Gruppe Leguminosen und Dikotyle. Der Einsatz einer Messerwalze kann die Unkräuter nicht im selben Mass reduzieren wie ein Totalherbizid. Die Resultate zeigten zudem, dass mit erhöhtem Unkrautbesatz die Bestandesdichte des Weizens tiefer ausfällt. Der Ertrag des Winterweizens war im Verfahren der Messerwalze tiefer als im Herbizidverfahren.

Die Anwendung von Gründüngerpflanzen und deren Abtötung mittels einer Messerwalze leistet einen Beitrag zur Förderung des Direktsaatsystems im Biolandbau. Allerdings ist der Einsatz der Messerwalze unter Schweizer Bedingungen noch nicht ausgereift. Weitere Versuche zur besseren Charakterisierung der Gründüngerpflanzen und deren Eignung für das System Direktsaat-Messerwalze werden abgeklärt.

### **Literaturangaben**

- Hampel U. (1996): Gründüngung. Leopold Stocker, Graz, 120 S.  
Creamer N.G., Dabney S.M. (2002): Killing cover crops mechanically: review of recent literature and assessment of new research results. American Journal of Alternative Agriculture 17:32-40.

## Fruchtresistenz von Tomaten gegen *P. infestans*

Butz, A. F.<sup>1</sup> und Finckh, M.R.<sup>1</sup>

*Keywords: latent period, incubation period, race specific resistance*

### Abstract

*Resistance of tomato fruits to Phytophthora infestans*

*Late blight, caused by Phytophthora infestans (Mont) de Bary, is one of the important diseases in organic potato and tomato production. While some information on foliar disease resistance of tomatoes is available, virtually no information exists on the relation of leaf to fruit resistance.*

*The central parameters of the infection chain, incubation and latency period were determined for 40 tomato varieties using three isolates of P. infestans. A total of 2858 fruits were drop inoculated in the lab and assessed daily for symptoms or sporulation for 16 days.*

*There were significant variety by isolate interactions for incubation period, latency period and the interim time suggesting race specific interactions with tomato fruits. A Manteltest showed that the distance matrix of the isolate x variety interaction of leaf and fruit reactions were not correlated. Thus, it appears that fruit and leaf resistance are independent characters.*

### Einleitung und Zielsetzung

Tomaten sind eines der wichtigsten Gemüse in Deutschland. Pro Jahr und BundesbürgerIn werden über 14 kg Tomaten verzehrt. Jedoch werden die meisten Tomaten importiert, so dass der geringe Inlandsanbau von Tomaten mit 300 ha den Bedarf nicht abdecken kann (FAO 2008).

*Ein begrenzender Faktor für den Tomatenanbau ist Phytophthora infestans (Mont) De Bary, einer der wichtigsten Krankheitserreger im ökologischen Kartoffel- und Tomatenanbau in Deutschland. Bei Tomaten führt neben dem Blattbefall, auch der Fruchtbefall zu empfindlichen Ertragsausfällen, da befallene Früchte unabhängig vom Ausmaß des Befalls nicht mehr vermarktungsfähig sind. Besonders im nicht geschützten Anbau kann der *P. infestans* Befall unter suboptimalen Umweltbedingungen bis zum Totalausfall führen.*

Im Gegensatz zu Kartoffeln, bei denen die Unterschiede zwischen der Resistenz des Blattes und der Knolle gegenüber *P. infestans* seit längerem bekannt sind, und auch in der Resistenzprüfung getrennt analysiert werden (Schöber-Butin 2001), ist die Beziehung der Resistenzen zwischen Blatt und Frucht bei der Tomate nicht geklärt. In der Resistenz- und Epidemologieforschung über *P. infestans* und Tomaten ist kaum etwas über Tomatenfrüchte bekannt.

Ziel dieser Untersuchung war es, die zentralen Kenngrößen Inkubations- und Latenzperiode der Epidemiologie von *P. infestans* auf Tomatenfrüchten zu ermitteln,

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaft, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213, Witzenhausen, Deutschland, abutz@uni-kassel.de, www.wiz.uni-kassel.de/phytomed

und zu prüfen, ob Sorten und Isolate hier Unterschiede zeigen und inwieweit die Ergebnisse mit bereits bekannten Blattreaktionen übereinstimmen.

### Material und Methoden

Die zentralen Kenngrößen der Infektionskette: Inkubationsperiode (Zeit bis zum Auftreten erster Symptome) und Latenzperiode (Zeit bis zur ersten Sporulation) wurden anhand von 40 Tomatensorten mit drei in ihrer Virulenzstruktur und Wirtsherkunft verschiedenen Isolaten von *P. infestans* ermittelt. Hierzu wurden insgesamt 2858 grüne Früchte im Labor mit jeweils 20µl Sporangienlösung mit  $5 \cdot 10^4$  Sporangien pro ml künstlich inokuliert.

Um die genetische Variation innerhalb der Tomatenherkünfte zu minimieren, wurden zur Erzeugung der Tomatenfrüchte je zwei Ablegerklone aus einer Mutterpflanze pro Sorte verwendet. Die Pflanzen standen im beheizten Gewächshaus und die Früchte wurden vor der Inokulation mit 4% Natriumhypochlorid oberflächensterilisiert.

Die Inkubations- und Latenzperiode wurde im Rahmen einer täglichen Sichtbonitur bis Tag 16 nach der Inokulation ermittelt.

Für die Varianzanalyse wurden die Daten der Inkubations- und Latenzperiode mit der Box-Cox Transformation transformiert und zusätzlich für die Clusteranalyse mittels z-Transformation standardisiert. Die Clusteranalyse (Ward) basiert auf der T2- Distanz von Sanghvi (1953), welche die Varianz der Isolat-Sorte Interaktion, mithilfe der mittleren Überlappung der Student T- Verteilung berücksichtigt. Die Distanzmatrix der Latenzperiode wurde mit der Distanzmatrix von Blattflächenbefallsdaten (Butz & Finckh 2007) mittels Manteltest mit 10'000 Permutationen für ein in beiden Versuchen vorliegenden Teildatensatz von 20 Tomatensorten verglichen.

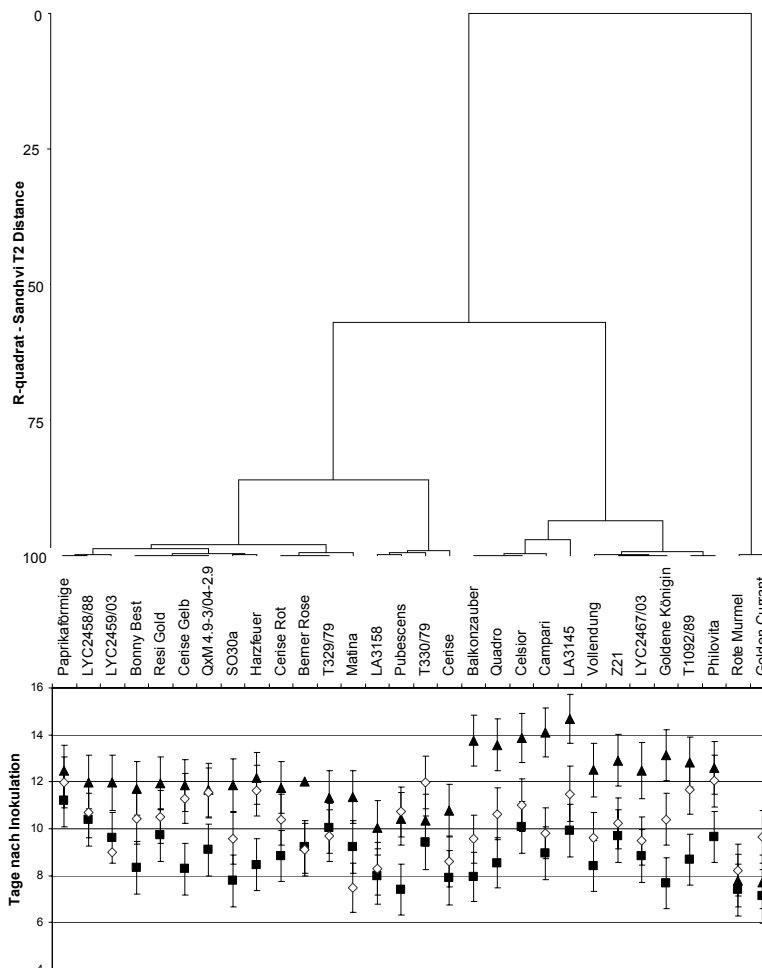
Die Datenanalyse erfolgte mit R GNU 2.7 und SAS. 9.1.

### Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt konnten 50,3% der Früchte erfolgreich infiziert werden. Ein Anteil von 8,9% der Früchte war nach 16 Tagen Inkubation verzehrsreif. Bei diesen Früchten war der Infektionserfolg signifikant geringer (38,4%). Dies bestätigt die Ergebnisse von Olivia Risco (1984), der im Zuge der Reife von Tomatenfrüchten einen starken Rückgang der Infektionsrate gefunden hat. Sowohl die Tomatensorten als auch die Isolate unterschieden sich signifikant ( $p < 0,001$ ,  $\chi^2$  Test) in der Infektionseffizienz.

Bei 30 der 40 Tomatensorten wurden wenigstens zwei Früchte von allen drei Isolaten erfolgreich infiziert. Diese wurden in der folgenden Datenanalyse berücksichtigt.

Es wurden mittlere Inkubationsperioden von 6 bis 10 Tagen und mittlere Latenzperioden von 7 bis 15 Tagen (siehe Abbildung 1) gemessen. Tomatenblätter haben unter gleichen Bedingungen zumeist eine Latenzperiode zwischen 4 und 7 Tagen (eigene Ergebnisse). Sowohl bei der Inkubationsperiode als auch bei der Latenzperiode fanden sich signifikante Unterschiede zwischen den getesteten Tomatensorten und zwischen den drei *P. infestans* Isolaten. Auch die Zeit vom Ende der Inkubation bis zur Sporulation weist signifikante Unterschiede zwischen den Isolaten und Sorten auf. Dies ist ein Indiz für Rassenspezifität der Wirt-Pathogen Interaktion in der Tomatenfrucht bei *P. infestans*.



**Abbildung 1: Differenzierung von 30 Tomatensorten hinsichtlich ihrer Latenzzeit gegenüber Fruchtfäule mit drei *P. infestans* Isolaten. Dendrogramm: Ward Cluster basierend auf der Sanghvi-T2-Distanz; Punktdiagramm: Mittelwerte und Standardabweichung der Latenzzeit [rücktransformiert Box-Cox Lambda=-0.343] schwarze Dreiecke: Isolat 19, schwarze Quadrate: Isolat 75, weiße Raute: Isolat 108**

Die Clusteranalyse (Abbildung1) ermöglicht unter Berücksichtigung der Interaktion zwischen Isolaten und Sorten diese in Cluster mit ähnlicher Latenzperiode und rassenspezifischer Interaktion zusammenzufassen.

Der Vergleich der beiden Distanzmatrizes Blattflächenbefall und Latenzperiode (Daten nicht gezeigt) ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Parametern ( $r = -0.026$   $p = 0.509$ , Manteltest). Dies ist ein Hinweis darauf, dass die

Entwicklungsgeschwindigkeit von *P. infestans* in der Tomatenfrucht von anderen Mechanismen als im Tomatenblatt beeinflusst wird.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Fruchtgesundheit als eigenständiger Parameter neben der Blattgesundheit bei der Entwicklung von Bekämpfungsmaßnahmen wie bei der Züchtung neuer Tomatensorten untersucht werden muss. Des Weiteren wird deutlich, dass bei Prüfungen von Tomaten gegenüber *P. infestans* künstliche Infektionen mit mehreren Isolaten erfolgen sollten, da eine Rassenspezifität sehr wahrscheinlich ist.

### Literatur

- Butz, A.F. & Finckh, M., 2007. Quantitative resistance of tomatoes (*Lycopersicon* ssp.) against *Phytophthora infestans*. In The British Crop Protection Council, ed. Proceedings of the XVI International Plant Protection Congress, 15-18 October 2007, Glasgow, UK. Hampshire, UK. pp. 324-325
- FAO, 2008. FAOstat. <http://faostat.fao.org>. Accessed at 10.09.2008
- Olivia Risco, E., 1984. Determinacion del periodo de susceptibilidad de la planta y el fruto del tomate (*Lycopersicum*. L. Karsten) al ataque de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. *Agricola Vergel*, 3 (25), 29—31.
- Sanghvi, L.D., 1953. Comparison of genetical and morphological methods for study of biological differences. *American J. Physical Anthropology*, 11, 385—404.
- Schöber-Butin, B., 2001. Die Kraut- und Braunfäule der Kartoffel und ihr Erreger *Phytophthora infestans* (MONT.) De Bary F. L. Biologische Bundesanstalt, ed., Berlin: Parey



## Desinfektion von Gemüsesamen mit belüftetem Dampf

Heller, W.E.<sup>1</sup>

*Keywords: seed borne pathogens, vegetable seeds, steam disinfection*

### Abstract

*Healthy seeds are a necessary condition for economic production of high quality vegetables, not only in organic production. Seed health comprises not just high levels of germination and emergence, but also absence of fungal infections. More than 200 genera of vegetable seed borne pathogenic fungi are listed in the literature: e.g. Alternaria, Ascochyta, Botrytis, Bremia, Cercospora, Colletotrichum, Peronospora, Phoma, Plasmopara, Phytophthora, Stemphylium, Septoria.*

*Hot water seed treatment or hot air treatment can be applied to disinfect vegetable seeds. Both techniques result in an intensive soaking of the seeds, which makes expensive drying necessary to avoid unwanted germination of the grains. Disinfection of carrot seeds with aerated steam (90 sec./65° C.) completely eliminates fungal contaminations without impairing germination percentage. Because of the limited exposure time, little water is taken up by the grains, leading to comparably low drying costs.*

### Einleitung und Zielsetzung

Für das Gelingen jeder Gemüsekultur ist die Gesundheit des Saatgutes von ausschlaggebender Bedeutung. Unter Gesundheit wird eine hohe biologische Qualität, das heisst eine gute Keimfähigkeit und Triebkraft, zusätzlich aber auch die Freiheit von Krankheitserregern verstanden. Aus der Literatur und aus der Praxis ist hinlänglich belegt, dass krankheitserregende Pilze mit dem Saatgut vieler Gemüsearten übertragen werden können. Die Saatgutindustrie beizt zwar das Saatgut mit Fungiziden oder unternimmt weitere Anstrengungen wie Heisswasser- oder Chlordesinfektion, um die biologische Qualität der Samen zu verbessern. Für die biologische Produktion ist eigentlich nur die Heisswasser-Desinfektion von Relevanz. Diese Methode ist technisch aufwändig und insofern problematisch, als sich die Abtötungstemperaturen des Keimlings und jene der samenbürtigen Pilze oft nicht wesentlich unterscheiden. Je nach Art des Krankheitserregers muss also die Temperatur während der Beizung nahe an den Abtötungspunkt des Keimlings herangeführt werden, um die Krankheitserreger zuverlässig abzutöten.

Weil das Saatgut während 20 bis 30 Minuten in warmem Wasser eingeweicht wird, nehmen die Körner eine beträchtliche Menge Wasser auf, das anschliessend durch eine langsame, schonende Trocknung wieder entzogen werden muss, um eine vorzeitige Keimung zu verhindern und das Saatgut mechanisch säen zu können. Die Kosten für diese Trocknung sind hoch. Um die Kosten zu senken, müsste die Wasseraufnahme der Samenkörner während der Desinfektion reduziert werden können. Daher scheint die Desinfektion mit heiss-feuchter Luft (Forsberg, 2005) oder belüftetem Dampf (Navaratnam et. al., 1980) eine logische Weiterentwicklung zu sein.

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH 8820 Wädenswil, Schweiz, werner.heller@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch

Durch die höhere Prozesstemperatur wird eine kurze Behandlungszeit möglich, während der die Körner deutlich weniger Wasser aufnehmen können als bei der Heisswasserbehandlung. Als erste Testobjekte wählten wir Karottensamen aus. In Vorversuchen konnte gezeigt werden, dass sich der Temperaturbereich von 65 C für Karottensamen eignet.

### Methoden

Als Dampfquelle wurde ein Dampfkocher, ein Wasserkocher oder der Dampferzeuger eines Tapetenablösers verwendet. Über ein Mischrohr, in dem vom einströmenden Dampf nach dem Venturi-Prinzip Umgebungsluft angesaugt wird, gelangte das Dampf-Luft Gemisch in einen Trichter, der als Desinfektionskalotte diente. Durch Öffnen oder Schliessen der Bohrungen im Mischrohr konnte die Zufuhr von Luft geregelt werden, so dass die Temperatur des Dampf-Luftgemisches auf den gewünschten Wert eingestellt und konstant gehalten werden konnte (Abb. 1). Das zu desinfizierende Karottensaatgut (*Daucus carota*, cv. Bolero) wurde auf einer sauberen und luftdurchlässigen Unterlage einschichtig ausgebreitet und während 30, 60, 90 oder 120 Sekunden dem Dampfstrom von 65°C. ausgesetzt. Nach dem Desinfektionsprozess wurden die Körner sofort einer Trocknung bei 30 C unterworfen.

Als Erfolgskontrolle wurden Stichproben des unbehandelten und des behandelten Saatgutes auf Wasser-Agar (2%)-Petrischalen ausgelegt und bei 20 C und 12 Stunden Licht pro Tag inkubiert. Nach 8 bis 10 Tagen Inkubation wurde die Keimfähigkeit und die Kontamination der Körner mit Pilzen in Abhängigkeit der Behandlungen festgehalten.

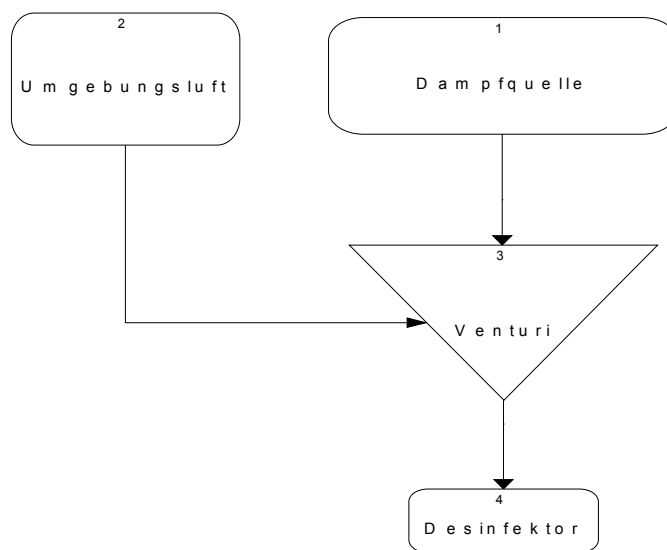
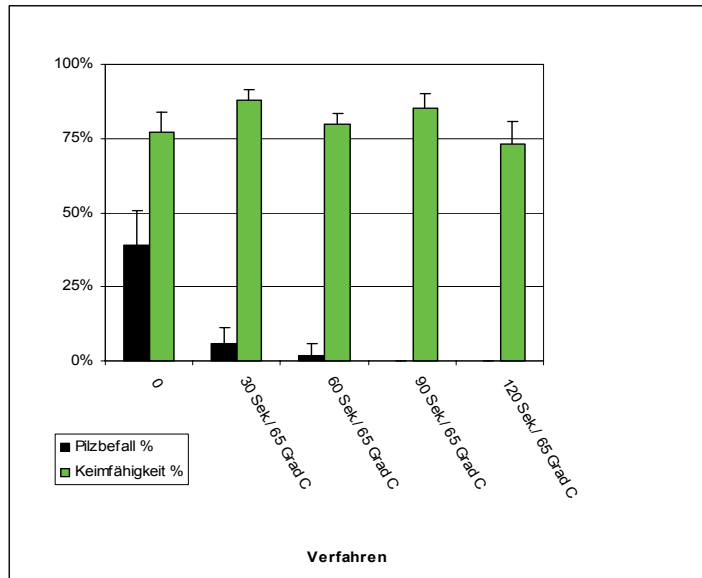


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Dampf+Luft-Desinfektionsanlage

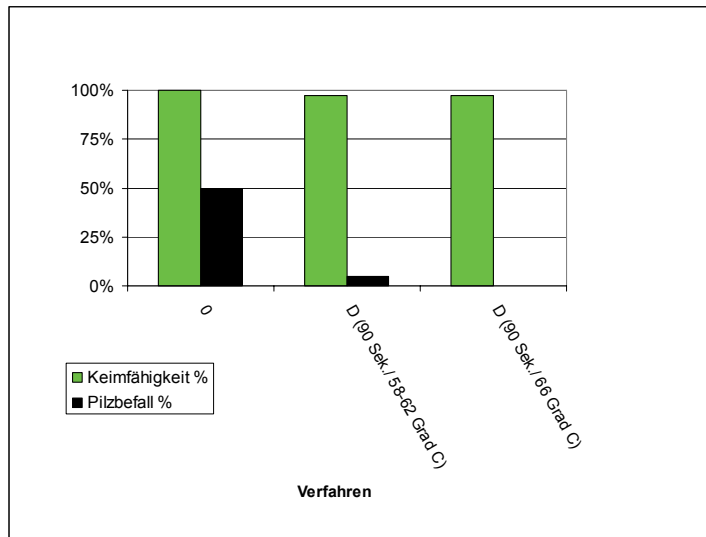
## Ergebnisse und Diskussion



**Abbildung 2: Auswirkung der Dampf+Luft-Desinfektion während 0 (K), 30, 60, 90 und 120 Sekunden bei 65°C auf Pilzbefall und Keimfähigkeit von Karottensamen (cv. Bolero), Fehlerindikator = Standardabweichung (6 Wiederholungen)**

Aus Abbildung 2 wird ersichtlich, dass bereits eine Desinfektionsdauer von 30 Sekunden zu einer markanten Reduktion des Pilzbefalles der Samen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle führte, ohne die Keimfähigkeit zu beeinträchtigen. Mit zunehmender Behandlungsdauer nahm die Desinfektionswirkung zu. Nach 90 Sekunden Behandlungsdauer wurden die Pilzkontaminationen vollständig abgetötet. Über den geprüften Bereich bis 120 Sekunden wurde keine Beeinträchtigung der Vitalität der Samen festgestellt. Der Prozess kann somit in Bezug auf die Behandlungsdauer als elastisch und sicher für die Keimfähigkeit der Samen betrachtet werden. Wegen der kurzen Behandlungszeit dringt nur wenig Wasser in die Samenkörner ein, was zu einem Nachtrocknungsprozess führt, der, verglichen mit der Heisswasserbehandlung, auf ein Drittel der Zeit verkürzt ist. Die Desinfektion mit belüftetem Dampf ist daher eine weit kostengünstigere Methode als die bereits geschilderten Alternativen. Im Gegensatz zu anderen physikalischen Desinfektionsverfahren lässt sich die Dampf-Luft-Methode relativ einfach mechanisieren. Wir haben inzwischen eine automatische Pilotanlage entwickelt, deren Leistung bei circa 1 kg Karotten-Saatgut pro Stunde liegt.

In weiteren Untersuchungen wurde die Dampf-Luft-Desinfektion auch an Samen von Tomaten, Paprika, Nüsslisalat (Feldsalat) (Abb. 3) und Radies erprobt.



**Abbildung 3: Auswirkung der Dampf+Luft-Desinfektion während 0 (K) oder 90 Sekunden bei Temperaturen von 58°C bis 66°C auf Pilzbefall und Keimfähigkeit von Feldsalat-Samen (cv. Favor)**

Die Ergebnisse sind mit jenen von Karottensamen vergleichbar. Interessierten Kreisen können wir auf Anfrage die Prozessparameter weiterer Gemüsearten zur Verfügung stellen.

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Prozess-Parameter Anhaltspunkte darstellen, die unbedingt an Mustern der Saatgut-Chargen auf die Verträglichkeit überprüft werden müssen. Falls bereits andere, nicht zwingend zu deklarierende physikalische Desinfektionsmethoden bei den Samen angewendet worden sind, darf keine weitere Behandlung erfolgen, da die Keimfähigkeit möglicherweise stark in Mitleidenschaft gezogen würde!

#### Literatur

- Navaratnam S.J., Shuttleworth D., Wallace D. (1980): The effect of aerated steam on six seed-borne pathogens. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20 (102): 97- 101.
- Forsberg G. (2005): Effect of aerated steam on cereal seed-borne diseases and crop yield. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 112(3) 247- 256.

## Ausdünnung von Äpfeln durch Beschattung

Widmer, A.<sup>1</sup>, Kockerols, K. und Gölles, M.

*Keywords: apple, thinning, alternate bearing, shading net, crop load*

### Abstract

*Shading with nets of 2 m and 3 m width respectively, which reduce the photosynthetic active radiation by 74%, lead to successful fruit thinning of apple trees. In field trials, three days of shading reduced fruits per 100 flower clusters to a satisfactory extent for Golden Delicious (if shading occurred after 19, 26 and 33 days after full bloom (DAFB)) and Topaz (if shading occurred after 19 and 26 DAFB). For Elstar, seven days shading at 25 DAFB resulted in a good thinning effect. However, practicability of the method in commercial orchards has to be improved.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Blüten und Früchte von Apfelbäumen müssen jedes Jahr ausgedünnt werden, um einen gleichmässigen Ertrag und eine optimale Fruchtqualität zu ermöglichen. Die Ausdünnung von Früchtchen nach dem Junifruchtfall fördert zwar noch die Fruchtqualität, kann aber die Alternanz nicht brechen (Schumacher 1965). Da im Bio-Obstanbau in der Schweiz zurzeit kein Wirkstoff für die Ausdünnung zugelassen ist, muss nach Alternativen geforscht werden. Byers et al. (1985) stellten fest, dass starke Beschattung vor dem Junifruchtfall den natürlichen Fruchtfall fördert. Beschattungsversuche von Berüter und Droz (1991) in Töpfen und Klimakammern sowie Stopar et al. (2001), McCartney et al. (2004) und Stadler et al. (2005) im Feld lieferten erste Ergebnisse über den quantitativen Zusammenhang zwischen Zeitpunkt und Auswirkung der Beschattung auf den Fruchtfall. Im Rahmen des Projektes ISAFRUIT (Increasing fruit consumption through a trans-disciplinary approach delivering high quality produce from environmentally friendly, sustainable production methods) wird in den Jahren 2006 bis 2008 untersucht, ob die bisher gewonnenen Erkenntnisse für eine in der Praxis anwendbare Methode genutzt werden können.

### Methoden

Ziel der Versuche 2006 war es, die Auswirkungen der Beschattungsdauer auf den Ertrag und die innere Qualität von Golden Delicious und Elstar zu untersuchen. Die Beschattung erfolgte mit 3 m breiten Schattiermatten, welche die photosynthetisch aktive Strahlung um 74% (Angabe des Herstellers) reduzieren. Die Bäume wurden von den Matten komplett bedeckt und mit Plaketten an einem über die Baumreihe gezogenen Firstdraht befestigt.

Verfahren: 1) Kontrolle (keine Ausdünnung); 2) praxisübliche chemische Ausdünnung (Golden: 400 g NAAm/ha, Elstar: 400 g NAAm + 0.3 l Ethephon/ha) + praxisübliche Handausdünnung; 3) Beschattung 25 Tage nach Vollblüte (TnVB), drei Tage lang; 4) Beschattung 25 TnVB bis zum stärksten Fruchtfall. Erhebungen: Fruchtansatz nach dem Junifall, Ertrag (kg/Baum), Kalibrierung nach Fruchtgrösse und -farbe, Fleischfestigkeit, Zuckergehalt (10 Früchte/Baum). Die Datenauswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 14.0.

---

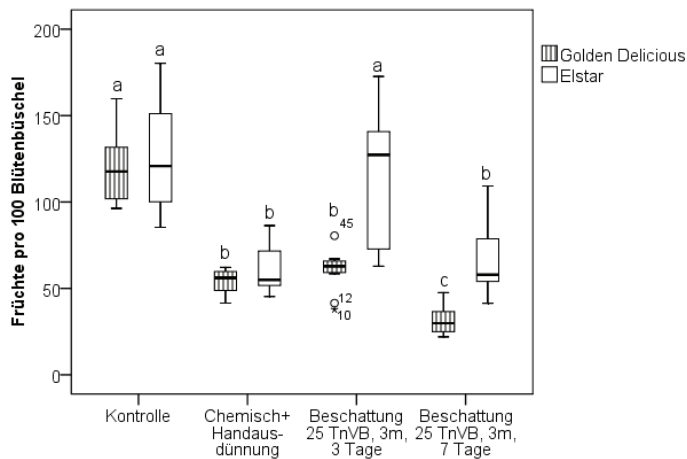
<sup>1</sup> Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Schloss, Postfach 185, 8820 Wädenswil, Schweiz, Albert.Widmer@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch

Ziel der Versuche 2007 war es, die Auswirkungen der Beschattungszeitpunkte mit 2 m statt mit 3 m breiten Matten auf den Ertrag und die innere Qualität von Golden Delicious und Topaz zu testen. Es wurden die gleichen Matten verwendet wie in 2006. Beschattet wurde jeweils 3 Tage lang.

Verfahren: 1) Kontrolle (keine Ausdünnung); 2) praxisübliche chemische Ausdünnung (400 g NAAM/ha) + praxisübliche Handausdünnung; 3) praxisübliche chemische Ausdünnung (NAAM); 4) Beschattung, 2 m Matten, 19 TnVB; 5) Beschattung, 3 m Matten, 19 TnVB; 6) Beschattung, 2 m Matten, 26 TnVB; 7) Beschattung, 3 m Matten, 26 TnVB; 8) Beschattung, 2 m Matten, 33 TnVB; 9) Beschattung, 3 m Matten, 33 TnVB. Erhebung und Datenauswertungen erfolgten wie im Jahr 2006.

## Ergebnisse

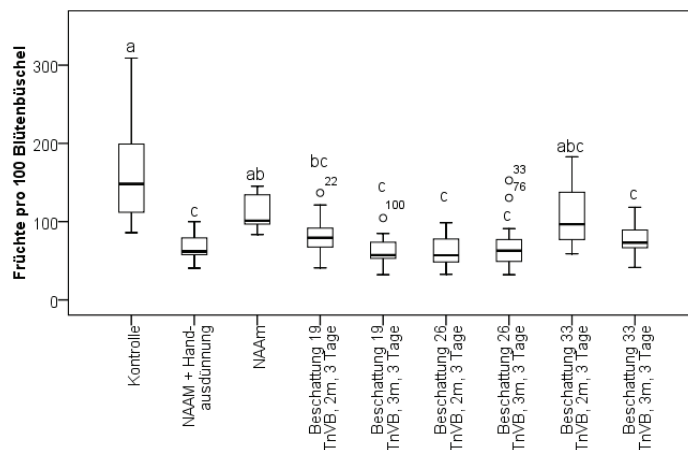
Versuche 2006: Eine dreitägige Beschattung führte bei Golden Delicious zu einer Behangsdichte von 60 Früchten pro 100 Blütenbüschel (Abb. 1), der Unterschied zur Kontrolle mit 120 Früchten pro 100 Blütenbüschel war signifikant. Allerdings war das Fruchtgewicht der Äpfel mit durchschnittlich 122 g im Vergleich zur chemischen Variante plus Handausdünnung mit durchschnittlich 146 g gering. Der Blütenansatz im Folgejahr 2007 war gut (Daten nicht gezeigt), die Alternanz wurde verhindert. Die innere Qualität zeigte bezüglich Zucker und Festigkeit sehr gute Werte (Daten nicht gezeigt), die mit der Praxisvariante (NAAM + Handausdünnung) vergleichbar waren. Bei Elstar führten sieben Tage Beschattung zu einem guten Behang von 66 Früchten pro 100 Blütenbüschel (Abb. 1). Der Blütenansatz im Folgejahr 2007 zeigte auch bei Elstar, dass keine Alternanz zu befürchten war (Daten nicht gezeigt). Fruchtgewicht, Ertrag und innere Qualität waren bei sieben Tagen Beschattung mit der Praxisvariante (chemische + Handausdünnung) vergleichbar.



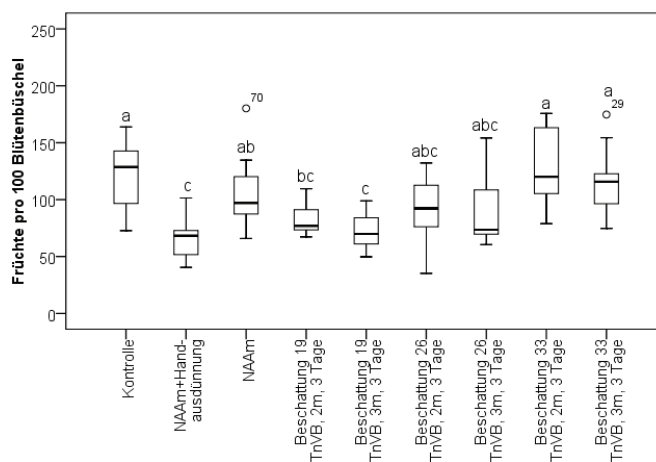
**Abbildung 1: Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel bei den Apfelsorten Golden Delicious und Elstar, 2006. Gabriel-Test,  $\alpha=0,05$ . Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. TnVB = Tage nach Vollblüte.**

Versuche 2007: Die dreitägige Beschattung zeigte bei Golden Delicious nach 19, 26 (2 m und 3 m Matte) und 33 (3 m Matte) TnVB eine gute Ausdünnwirkung, die mit der praxisüblichen Variante vergleichbar ist (Abb. 2). Ertrag, Fruchtgewicht und innere Qualität zeigten gute Werte (Daten nicht gezeigt). Bei Topaz erreichte nur die dreitägige Beschattung 19 TnVB eine signifikante Ausdünnwirkung (Abb. 3) sowie

einen Effekt beim Zuckergehalt. Das Fruchtgewicht war bei diesen Varianten sehr gut. Hinsichtlich Festigkeit zeigten die Beschattungsvarianten keinen Unterschied.



**Abbildung 2: Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel bei der Apfelsorte Golden Delicious, 2007. Tamhane-Test,  $\alpha=0,05$ . Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. TnVB = Tage nach Vollblüte.**



**Abbildung 3: Anzahl Früchte pro 100 Blütenbüschel bei der Apfelsorte Topaz, 2007. Tamhane-Test,  $\alpha=0,05$ . Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant. TnVB = Tage nach Vollblüte.**

### Diskussion

Die Versuche in den Jahren 2006 und 2007 zeigten, dass bei den Sorten Golden Delicious, Elstar und Topaz der Ertrag auf das notwendige Mass reduziert werden konnte. Zählungen der Blütenbüschel in den jeweils darauffolgenden Jahren ergaben, dass die Kontrollbäume einen tieferen Blütenansatz aufwiesen als die chemisch oder

durch Beschattung ausgedünnten Bäume. Die Alternanz konnte bei den beschatteten Bäumen verhindert oder zumindest deutlich reduziert werden. Die erreichte Fruchtqualität ist gut. Die Sorten reagieren jedoch unterschiedlich auf die Dauer der Beschattung. In den Versuchen 2007 zeigte sich, dass der Praktiker bei der Festlegung des Tages, an dem die Beschattungsmatten montiert werden müssen, ausreichend flexibel sein kann, um beispielsweise auf die Witterung Rücksicht nehmen zu können, ohne dass der Ausdünnungserfolg wesentlich beeinträchtigt wird.

### Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Beschattungsversuche der Jahre 2006 und 2007 zeigen, dass eine Ausdünnung von Äpfeln mittels Beschattung möglich ist. Die praktische Umsetzung muss allerdings noch stark verbessert werden. Kosten könnten gespart werden, indem die gleichen Matten mehrere Male für verschiedene Sorten verwendet werden. Die Verwendung von 2 m anstatt 3 m Matten bei einer Baumhöhe von 3m würde zusätzlich Kosten reduzieren. Die Montage der Matten müsste mit einer Maschine erfolgen, die ein effizientes Auf- und Abrollen ermöglicht. Im Jahr 2008 wird diesbezüglich nach Lösungen gesucht.

ISAFRUIT wird finanziert durch die Europäische Kommission unter der thematischen Priorität 5 - Lebensmittelqualität und -sicherheit im 6. Forschungsrahmenprogramm (Vertrag No. FP6-FOOD-CT-2006-016279).

### Literatur

- Berüter J., Droz P. (1991): Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree. *Scientia Horticulturae* 46: 201-214.
- Byers R.E., Lyons C.G. Jr, Yoder K.S., Barden J.A., Young R.W. (1985): Peach and apple thinning by shading and photosynthetic inhibition. *Journal of Horticultural Science* 60 (4): 465-472.
- McArtney S., White M., Latter I., Campbell J. (2004): Individual and combined effects of shading and thinning chemicals on abscission and dry-matter accumulation of 'Royal Gala' apple fruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 79 (3): 441-448.
- Schumacher R. (1965): Regulierung des Fruchtansatzes. In: Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau, Heft 113, Eugen Ulmer, Stuttgart, 134 S.
- Stadler W., Widmer A., Dolega E., Schaffner M., Bertschinger L. (2005): Fruchtausdünnung durch Beschattung der Apfelbäume - eine Methode mit Zukunft? *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 10: 10-13.
- Stopar M., Resnik M., Pongrac V.Z. (2001): Non - structural carbohydrate status and CO<sub>2</sub> exchange rate of apple fruitlets at the time of the abscission influenced by shade, NAA or BA. *Scientia Horticulturae* 87: 65-76.



## Entwicklung einer modernen Bio-Tafelkirschenproduktion Erhebungsergebnisse 2004 - 2007

Häseli, A.<sup>1</sup> und Weibel, F.<sup>1</sup>

*Keywords: organic, cherry, cultivar, Monilia, cherry fly, economy*

### Abstract

*Currently the market demand for Swiss organic sweet cherries is far above the actual production. However, organic sweet cherry production is under high pressure to change the cultivation system and cultivars in order to meet the new requirements of the market for a regular supply of faultless and big-sized fruit. Additionally there is a necessity to for a more economical management. In this study we assessed the agronomic and economic result of a modern organic sweet cherry orchard over the first 4 cropping years. The orchard is equipped with modern cultivars like Kordia, Regina etc. and a plastic cover to prevent rain-due cracking and Monilia disease. Sideward's an insect net is fitted to exclude cherry fly infestation. The results prove that diseases and pests could be sufficiently controlled. Yields were regular, high and economically valuable with cv. Merchant, Kordia and Regina. We conclude that with well managed modern orchard systems there are appealing options to extend organic sweet cherry production.*

### Einleitung und Zielsetzung

Bio-Tafelkirschen werden in der Schweiz bislang überwiegend in traditionellen, oft nicht mehr rentablen Strukturen auf Hochstämmen und in Halbstammanlagen produziert. Das jährlich stark schwankende Angebot mit nur 4 bis 12 t vermag das geschätzte Marktpotenzial von ca. 100 t bei weitem nicht decken. Zudem entspricht das eher kleinfrüchtige Sortiment kaum mehr den Anforderungen des Marktes. Zur Verbesserung der Situation muss sich auch der Bio-Tafelkirschenanbau vermehrt auf den Niederstammanbau mit grossfrüchtigen Sorten konzentrieren. Grossfrüchtige Kirschensorten können bei unseren klimatischen Verhältnissen wegen der Platzanfälligkeit jedoch nur unter Witterungsschutz produziert werden. Zur Deckung der hohen Investitionskosten muss die Ertragssicherheit gewährleistet sein. Frühere Versuche zeigten, dass mit einer vor der Blüte installierten Überdachung die Blütenmonilia um 90 % reduziert werden kann (Häseli, 2004). Doch im Bio-Kirschenanbau ist der Anbauerfolg wegen den limitierten Möglichkeiten im Pflanzenschutz kritisch, insbesondere in Bezug auf Fruchtmonilia, Kirschenfliege und Kirschenblattlaus.

In zahlreichen Versuchen und On-Farm-Erhebungen haben wir untersucht, ob die Schlüsselprobleme mit neuen Bio-Mitteln und -Verfahren ausreichend und wirtschaftlich reduziert werden können und damit ein wirtschaftlicher Anbau möglich ist.

### Erhebungsanlage und Methoden

In einer 2001 gepflanzten 7.5 Aren grossen Bio-Tafelkirschenanlage in Baden (AG) werden seit 2004 Ertrags- und Qualitätserhebungen durchgeführt. Die sechs Sorten Burlat, Merchant, Kristin, Techlovan, Kordia und Regina auf der Unterlage Gisela 6 werden im Drapeau Marchand System erzogen. Die Anlage wird vor Blühbeginn zum

---

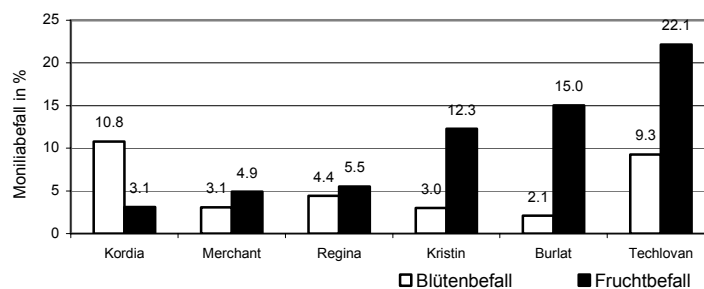
<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, 5070 CH-Frick, andreas.haeseli@fibl.org, www.fibl.org

Schutz vor Krankheiten und Platzer mit einem Plastik überdacht. Die Seiten werden ab Stadium Gelbumschlag der Früchte mit einem feinmaschigen Insektenschutznetz (Rantai K) zum Schutz vor Kirschenfliege und Tieren geschlossen. Folgende direkte Pflanzenschutzmassnahmen wurden durchgeführt: Gegen Schrotschusskrankheit 1-2 Austriebbehandlungen mit 0.5 kg/ha Kupfer, gegen Kirschenblattlaus 1-2 Behandlungen mit *Pyrethrum HF* (bis 2005) resp. ab 2006 eine Behandlung mit *NeemAzal T/S* unmittelbar nach Blühende sowie, falls vorhanden, gegen den Frostspanner mit *Bacillus thuringiensis*. Erhebungen wurden vorgenommen unmittelbar vor der Blüte (Frostspanner, Wickler), nach der Blüte (Blütenmonilia, Schädlinge), während dem Sommer (Blattläuse), vor der Ernte (Fruchtmonilia, Fruchtschäden, Fruchtgrösse) und bei der Ernte (Ertrag, Qualität). Die ermittelten Erträge wurden entsprechend der Anzahl Bäume pro Sorte auf Hektarenertrag hochgerechnet.

## Ergebnisse

### Blüten- und Fruchtmonilia

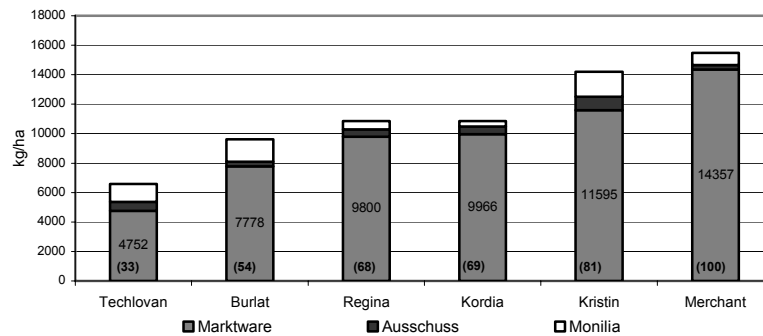
Unter Plastiküberdachung entwickelte sich bei Kordia und Techlovan mit ca. 10 % Befallshäufigkeit der stärkste, allerdings kaum ertragsbeeinflussende Blütenmoniliabefall (Abbildung 1). Die übrigen vier Sorten wiesen nur einen Blütenbefall von 2 bis 4 % auf. Erheblich grösser war der Befallsunterschied bei der Fruchtmonilia. Sehr robust zeigten sich die Sorten Kordia, Merchant und Regina mit einem Befall von 3 bis 5 %. Einen deutlichen Ertragsausfall durch Monilia musste bei den Sorten Kristin mit 12 % Burlat mit 15 % und Techlovan mit 22 % in Kauf genommen werden.



**Abbildung 1: Mittlere Befallshäufigkeit mit Blüten- und Fruchtmonilia bei 6 Kirschensorten in Baden 2004 – 2007**

### Erträge

Merchant mit durchschnittlich über 14 Tonnen erzielte 20 % Mehrertrag gegenüber Kristin und ca. 30 % gegenüber Kordia und Regine, welche eine Ertragsmenge von ca. 10 Tonnen erreichten (Abbildung 2). Burlat mit 7.8 Tonnen wies nur etwa die Hälfte und Techlovan mit durchschnittlich 4.7 Tonnen sogar nur einen Drittel des Ertrages von Merchant auf. Merchant, Kordia und Regina erzielten einen sehr hohen Anteil an marktfähigen Früchten von 90 bis 92 %. Nur sehr gering war bei diesen drei Sorten der Ausfall durch Monilia (3-5 %) und an Ausschuss (5-6 %). Kristin und Burlat erreichten einen noch akzeptablen Anteil an Marktware von etwa 80 %. Der Moniliaanteil war mit 11 % erheblich grösser als bei den besten drei Sorten und auch der Anteil an Ausschuss war mit 6-8 % leicht höher. Nochmals deutlich schlechter war der Anteil an Marktware bei Techlovan mit 72 %.



**Abbildung 2: Durchschnittlicher Ertrag bei 6 Kirscharten in Baden 2004-2007. Werte in Klammer = Anteil in % im Vergleich mit Merchant.**

**Fruchtgrößenkalibrierung:** Techlovan, Burlat und Regina wiesen mit 97-99 % den grössten Anteil an den Klassen "Extra" (>24 mm) und "Premium" (> 28 mm). Es folgen Kordia mit 92 % Merchant mit 85 % und Kristin mit 72 %.

**Monetäre Erträge:** Diese wurden unter Berücksichtigung der Kalibrierergebnisse und einem Kilopreis von Franken 5.5, 7 und 9 für die Klassen 1, Extra und Premium errechnet. Merchant erzielte das mit Abstand beste finanzielle Ergebnis mit einem Mehrertrag von 21 % gegenüber Regina, 23 % gegenüber Kristin und 27 % gegenüber Kordia. Burlat mit einem Minderertrag von 54 % und vor allem Techlovan mit einem um 64 % geringeren monetären Ertrag schnitten deutlich am schlechtesten ab.

**Schrotschuss- und Sprühfleckenkrankheit:** Mit 1-2 Kupfer-Austriebbehandlungen sowie durch den Witterungsschutz ab Beginn Blüte konnte die Ausbreitung der Schrotschuss- und der Sprühfleckenkrankheit vollständig unterdrückt werden.

**Kirschenfliegenbefall:** Das jeweils vor dem Gelbumschlag der Kirschen montierte feinmaschige Rantai-Insektenschutznetz verhinderte den Einflug der Kirschenfliege und damit den Befall vollständig.

**Kirschenblattlaus:** Das ab 2006 eingesetzte, neu bewilligte Präparat *NeemAzal T/S* zeigte gegenüber dem früher eingesetzten Kontaktinsektizid *Pyrethrum HF* klare Wirkungsvorteile. Die Stammütter und die Folgegeneration entwickelten sich zwar auch nach der Behandlung normal weiter und führten durch ihre Saugtätigkeit zu einer gewissen Blatt- und Triebdeformation. Erst ab der zweiten Folgegeneration, aber noch deutlich vor der Fruchtreife, setzte die Wirkung mit der Verminderung der Vermehrungsfähigkeit deutlich ein. Dadurch konnte eine stärkere Triebdeformation und vor allem die problematische Fruchtverunreinigung durch Honigtauausscheidung verhindert werden.

**Frostspanner:** Mit einem *Bacillus thuringiensis* Präparat sowie mit der Teilwirkung von *NeemAzal T/S* konnte der Befall mit Frostspanner und Wickler ausreichend reguliert werden.

## Diskussion

Trotz einem starken Befallsdruck mit Monilia von den umliegenden ungepflegten Hochstammbäumen reichte der Witterungsschutz bei Merchant, Kordia und Regina aus, um den Frucht-Moniliabefall auch ohne direkten Pflanzenschutz mit 3-5 % deutlich unter der Schadensschwelle zu halten. Der hohe Befall bei Techlovan mit 22 % zeigte aber, dass die Wahl von robusten Sorten trotz Witterungsschutz Voraussetzung für den Bioanbau bleibt, da gegen Monilia weiterhin keine ausreichend wirksamen Mittel zur Verfügung stehen (Häseli 2004). Der Witterungsschutz konnte hingegen Blütenmonilia ausreichend und die Schrotschuss- und Sprühfleckenkrankheit voll-

ständig verhindern. Dieser markante Einfluss eines Witterungsschutzes bestätigen auch frühere Versuche (Häseli 2004). Mit der seitlichen Einnetzung konnte zudem der Kirschenfliegenbefall verhindert werden. Auch das dritte Schlüsselproblem zur Erzielung einer ausreichenden Ertragssicherheit, die Kirschenblattlaus, konnte mit dem Einsatz von NeemAzal T/S ausreichend reguliert werden. Versuche und Praxiserfahrungen haben jedoch gezeigt, dass NeemAzal T/S durch die nur langsam eintretende Wirkung bei stark wachsenden Bäumen (Jungbäume, unveredelte Bäume) nicht ausreichend wirkt und durch Behandlungen mit Kontaktmitteln (Pyrethrum) oder einer Austriebbehandlung mit Mineralöl ergänzt werden muss (Häseli 2007).

Der gute Erfolg im Pflanzenschutz hatte zur Folge, dass mit Ausnahme von Techlovan und etwas weniger ausgeprägt Burlat regelmässige und hohe Erträge von 10 bis 14 Tonnen erzielt werden konnten. Die auch bei den Konsumenten beliebten Sorten Merchant, Regina und Kordia zeichneten sich durch hohe Erträge, grosses Fruchtkaliber sowie einem hohen Anteil an Marktware von ca. 95 % aus. Dies wirkt sich auch positiv auf die Ernteleistung und damit auf die Wirtschaftlichkeit aus.

### Schlussfolgerungen

Die vierjährigen Erhebungen in einer Tafelkirschenanlage in Baden haben gezeigt, dass ein ertragssicherer und wirtschaftlicher Bioanbau von grosskalibrigen Früchten möglich ist. Die Pflanzenschutzprobleme können mit einem Witterungsschutz ab Blühbeginn (Monilia, Schrotschusskrankheit, Sprühfleckenkrankheit), einer feinmaschigen Einnetzung der Seiten (Kirschenfliege) sowie mit Unterstützung von robusten Sorten und dem Einsatz des Neemproduktes *NeemAzal T/S* gegen die Kirschenblattlaus ausreichend reguliert werden. Mit Merchant, Kordia und Regina zeigen sich drei im Markt etablierte Sorten als für den Bioanbau gut geeignet. Weitere Sorten zur Abdeckung eines breiten Erntefensters müssen aber noch gefunden werden. Ebenso muss die Blattlausregulierung in Junganlagen noch optimiert werden.

### Literatur

Häseli, Andreas und Weibel, Franco (2004). Krankheitsregulierung im biologischen Kirschenanbau mit neuen Produkten und einer frühzeitigen, vor der Blüte installierten Überdachung. In 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. Proceedings to the Conference February 3rd to 5th 2004 at D-Weinsberg, Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. S.122-130.

Häseli, Andreas (2007). Entwicklung einer modernen Biosteinobstproduktion. Interne Versuchsberichte FiBL; 46 S.

## Stärke und Malto-Oligosaccharide in Möhrensorten aus ökologischer Züchtung

Bufler, G.<sup>1</sup>

*Keywords: Carrots, starch, malto-oligosaccharides, sugars, organic cultivars.*

### Abstract

*Until now starch and its metabolites malto-oligosaccharides have been overlooked as potentially important constituents of carbohydrates in carrots. A comparison of the organically bred cultivars Rodelika and Robila with the hybrid cultivars Maestro F<sub>1</sub> and Starca F<sub>1</sub> revealed that the content of malto-oligosaccharides in the organic cultivars (126 and 191 mg g<sup>-1</sup> dry matter, respectively) surpassed the content in the two hybrid cultivars (86 and 89 mg g<sup>-1</sup> dry matter, respectively), although the starch content was similar in all cultivars (between 50 and 70 mg g<sup>-1</sup> dry matter). There were also cultivar differences in the pattern of glucose, fructose, and sucrose, however, the total amount of water-soluble carbohydrates (between 550 and 600 mg g<sup>-1</sup> dry matter) was similar in each cultivar. Relatively high contents of starch and malto-oligosaccharides in carrot cultivars may be a key factor for their storage potential and quality.*

### Einleitung und Zielsetzung

Möhren gelten allgemein als Gemüse ohne oder mit sehr geringem Stärkegehalt (Rubatzky et al. 1999). Verschiedene Beobachtungen, wie z. B. die Zunahme des Süßgeschmacks von Möhren während der Kühlung, gaben Anlass, die Kohlenhydratzusammensetzung verschiedener Möhrensorten genauer zu untersuchen. In diesem Beitrag werden jeweils zwei Sorten aus ökologischer (‘Rodelika’ und ‘Robila’) und konventioneller Züchtung (‘Maestro F<sub>1</sub>’ und ‘Starca F<sub>1</sub>’) gegenüber gestellt.

### Methoden

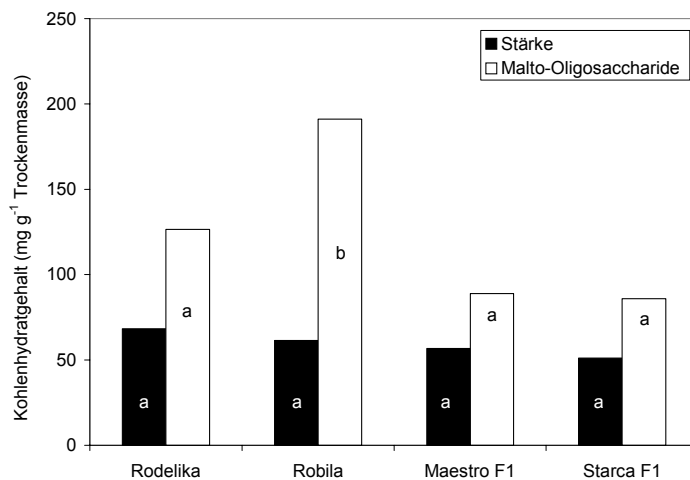
Die analysierten Möhren stammten aus Anbauversuchen 2006 und 2007; es werden nur Ergebnisse von 2006 vorgestellt. Dünne Scheiben aus 10 Möhren (oberes Drittel der Rübe) wurden zu einer Probe (Wiederholung) zusammengefasst. Die Analysenwerte sind Mittelwerte aus jeweils 4 solcher Proben; Signifikanzprüfung der Mittelwerte mit Student-Newman-Keuls-Test ( $P < 0,05$ ). Möhrenscheiben wurden frisch nach der Ernte in flüssigem Stickstoff eingefroren, gefriergetrocknet und zu feinem Pulver vermahlen. Daraus wurden wasserlösliche Zucker durch wiederholte Extraktion mit warmem Wasser (60 °C) vollständig extrahiert und der pelletierte Rückstand auf Stärke analysiert (Rasmussen und Henry 1990). Glucose, Fructose und Saccharose im wässrigen Überstand wurden enzymatisch bestimmt (verändert nach Gomez et al. 2007). Der Gehalt an Malto-Oligosacchariden einschließlich Maltose wurde nach Verdauung des wässrigen Überstands mit Amyloglucosidase ( $\alpha$ -Glucosidase) bestimmt.

---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie (370), D-70593 Stuttgart, buflergw@uni-hohenheim.de

## Ergebnisse und Diskussion

Alle vier Möhrensorten enthielten ähnliche Stärkegehalte zwischen ca. 50 und 70 mg g<sup>-1</sup> Trockenmasse (Abb. 1). Obwohl im Gesamtgehalt wasserlöslicher Kohlenhydrate (ca. 550 bis 600 mg g<sup>-1</sup> Trockenmasse) ebenfalls keine signifikante Differenz gefunden wurde, ergaben sich Unterschiede in ihrer Zusammensetzung, vor allem im Anteil der Malto-Oligosaccharide. Ihr Gehalt war bei ‚Robila‘ mit 191 ± 18 mg g<sup>-1</sup> Trockenmasse genau doppelt so hoch wie bei den beiden Hybridsorten (Abb. 1).



**Abbildung 1: Stärke- und Malto-Oligosaccharidgehalte von Möhrensorten.**

Bei ‚Rodelika‘ war der Malto-Oligosaccharidgehalt mit 126 ± 10 mg g<sup>-1</sup> Trockenmasse ebenfalls höher als bei den Hybridsorten, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Der relativ hohe Gehalt an Stärke und Malto-Oligosacchariden bei den beiden ökologischen Sorten könnte bei der Züchtung durch die Selektion süßer Möhren während der Lagerung entstanden sein. Die Bedeutung der Stärkefraktion und ihrer Metaboliten für die Bildung von Glucose, Fructose und Saccharose während Anbau und Kühlung wird zurzeit näher untersucht. Ihr Gehalt könnte die Qualität und Lagerfähigkeit von Möhrensorten entscheidend beeinflussen.

## Literatur

- Gomez L., Bancel D., Rubio E., Vercambre, G. (2007): The microplate reader: an efficient tool for the separate enzymatic analysis of sugars in plant tissues – validation of a micro method. *J. Sci. Food Agric.* 87: 1893-1905.
- Rasmussen T.S., Henry, R.J. (1990): Starch determination in horticultural plant material by an enzymic-colorimetric procedure. *J. Sci. Food Agric.* 52: 159-170.
- Rubatzky V.E., Quiros C.F., Simon P.W. (1999): Carrots and related vegetable Umbelliferae. CABI Publishing, Wallingford, 294 p.

## Anbauerfahrungen mit Artischocken im Organischen Landbau

Kautz, T.<sup>1</sup> und Köpke, U.<sup>1</sup>

Keywords: artichokes, yield, bud reduction

### Abstract

*The aim of this study was to gain experience in the organic cultivation of artichokes (Cynara scolymus L.) under the condition of the temperate climate of the Lower Rhine Bay. The effects of reducing the number of buds by removing bastard branches on the yield of two cultivars were tested in a field experiment. Cultivar 'Imperial Star' yielded up to 10.31 t FM / ha, for cultivar 'JW 109' the yield was up to 7.63 t FM / ha. In both cultivars, removing bastard branches resulted in higher bud weight, whereas total yield per ha was reduced.*

### Einleitung und Zielsetzung

Positive Erfahrungen von Praxisbetrieben zeigen, dass der Artischockenanbau unter hiesigen Standortbedingungen im Organischen Landbau pflanzenbaulich möglich ist und profitabel sein kann. Die Direktvermarktung von Artischocken (*Cynara scolymus* L.) ist für ökologisch wirtschaftende Betriebe eine Chance zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit durch Verbreiterung der Angebotspalette. Aufgrund des interessanten Geschmacks- und Inhaltsstoffprofils bietet die Artischocke günstige Vermarktungsoptionen. Der Ökologische Landbau kann durch marktführende Produktion dieser *high value crop* sein Profil als Anbieter gesunder und attraktiver Lebensmittel schärfen. Ziel des hier vorgestellten Versuchs war die Gewinnung von Anbauerfahrungen mit verschiedenen Sorten der Artischocke im Organischen Landbau unter den Standortbedingungen der Niederrheinischen Bucht. Besonderes Augenmerk lag auf der Prüfung des Zurückschneidens der Pflanzen auf zwei bis drei Stängel, das in der Literatur zur Produktion größerer Blütenköpfe empfohlen wird (Fritz et al. 1989) und das angesichts des hohen Nährstoffbedarfs der Artischocke (Gesamtdüngung konventionell ca. 300 kg N/ha und 400 kg K<sub>2</sub>O/ha, Halter et al. 2001) bei dem im Organischen Landbau eingeschränkten Nährstoffangebot eine Relevanz haben könnte.

### Methoden

Auf der Lehr- und Versuchsstation „Versuchsbetrieb für Organischen Landbau Wiesengut“ in der Siegniederung bei Hennef (9,5 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Jahresniederschlag 700 mm) wurde auf lehmig-schluffigem bis sandig-schluffigem Boden ein Feldversuch angelegt. Untersucht wurden die Wirkung des Rückschnitts auf die Frischmasseerträge bei den Sorten 'Imperial Star', mit grau-grün glänzenden, kugeligen Köpfen und stachellosen Hülschuppen (Schrader & Mayberry 1992) sowie 'JW 109' (violette, elliptische Köpfe, Hülschuppen mit Stacheln). Die Artischocken wurden ab Anfang Februar 2007 im Gewächshaus angezogen und am 18.4. mit 1 x 1,6 m Abstand ins Freiland gepflanzt. Der Versuch wurde als Blockanlage mit 4 Feldwiederholungen und 4 x 5 Pflanzen pro Parzelle angelegt. Die Grunddüngung erfolgte mit Stallmist (15,5 % TM, 1,8 % N i.d.TM, 600 dt FM/ha). Zudem wurden 80

---

<sup>1</sup> Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Deutschland, [iol@uni-bonn.de](mailto:iol@uni-bonn.de), <http://www.iol.uni-bonn.de>

g/m<sup>2</sup> Oscorana Algenkalk (81 % CaCO<sub>3</sub>, 12 % MgCO<sub>3</sub>) aufgebracht. Während der Vegetationsperiode wurde die Fläche nach Bedarf bewässert. Die Beikrautregulierung erfolgte durch Einsatz der Handhacke. Ein Ende Mai auftretender starker Befall der Blätter mit Läusen (*Aphis fabae* Scop.) wurde erfolgreich durch einmalige Anwendung von Natur-Pyrethrum (*Spruzit*) kontrolliert. In den Varianten „mit Knospenreduktion“ wurden die Anzahl der Blütenstände durch Entfernung von Seitentrieben (ab dem 3. Seitentrieb) und ggf. durch die Entfernung von Sekundärknospen reduziert. Die Ernteperiode begann am 5. Juli und dauerte bis zum 5. September.

### Ergebnisse und Diskussion

Die unter den Bedingungen des Organischen Landbaus erzeugten Erträge erreichten in den Varianten ohne Knospenreduktion das Ertragsniveau des konventionellen Anbaus, das von Wonneberger et al. (2004) mit 8-10 t/ha angegeben wird (Tab. 1). Auch die Anzahl der marktfähigen Knospen je Flächeneinheit (Durchmesser ≥ 6 cm) entsprach Literaturangaben für den konventionellen Anbau hiesiger Klimate (2-4 Knospen / m<sup>2</sup>, Wonneberger et al. 2004). Aufgrund der größeren Knospenanzahl je Pflanze erbrachte die Sorte 'Imperial Star' höhere Hektarerträge als die Sorte 'JW 109'.

**Tabelle 1: Wirkung der Knospenreduktion auf Mittelwerte von Ertragsparametern der Artischockensorten 'Imperial Star' und 'JW 109'**

Sorte	Knospenreduktion	g FM / Knospe	Knospen/ Pflanze	kg FM / Pflanze	Knospen / ha	t FM / ha
'Imperial Star'	ohne	196,9 b*	8,4 a	1,65 a	52.500 a	10,34 a
	mit	325,7 a	2,4 c	0,78 c	15.000 c	4,89 c
'JW 109'	ohne	222,2 b	5,5 b	1,22 b	34.375 b	7,64 b
	mit	293,5 a	2,2 c	0,65 c	13.750 c	4,04 c

\* Varianten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (einfaktorielle ANOVA mit Tukey-Test, p<0,05).

Die Reduktion der Knospen führte bei beiden Sorten zwar zu erhöhten Frischmassen der Einzelknospen, die Hektarerträge waren aber deutlich niedriger als in den zurückgeschnittenen Varianten. Es lässt sich schlussfolgern, dass beim Anbau von Artischocken im Organischen Landbau hiesiger Klimate die Reduktion von Knospen zur Ertragssteigerung durch Entfernung von Seitentrieben nicht zu empfehlen ist.

### Literatur

- Fritz D., Stolz W., Venter F., Weichmann J., Wonneberger C. (1989): Gemüsebau. Ulmer, Stuttgart.
- Halter L., Habegger R., Schnitzler W. H. (2001): Empfehlungen für den Anbau von Artischocken. Gemüse 37: 22-24.
- Schrader W. L., Mayberry K. S. (1992): 'Imperial Star' Artichoke. HortScience 27(4): 375-376.
- Wonneberger C., Keller F., Bahn Müller H., Böttcher H., Geyer B., Meyer J. (2004): Gemüsebau. Ulmer, Stuttgart.



## Vergleich verschiedener direkten Regulierungsmöglichkeiten der Trauermücken in der biologischen Topfkräuterproduktion

Koller, M.<sup>1</sup>

*Keywords: sciarid flies, Steinernema feltiae, Bacillus thuringiensis, potted herbs*

### Abstract

*Sciarid flies (or fungus gnat, Bradysia sp.) are the most important pests in organic production of potted herbs. Our experiments show, that control with the nematode Steinernema feltiae is most successful, with an efficacy of 69-90 % at 24 °C air temperature. Azadirachtin (Neem-seed oil) could be an alternative under hot condition (> 28 °C). Bacillus thuringiensis israelensis, however, showed only a minor effect (1-54 % efficacy).*

### Einleitung und Zielsetzung

Trauermücken (*Bradysia* sp., Sciaridae, Diptera) sind in der Kultur von biologischen Topfkräutern der wichtigste Schädling bzw. Lästling.

Neben Kulturmassnahmen, wie trockene Kulturführung und gezielte Düngung sind im biologischen Anbau mehrere Bio Control Organismen eingeführt und zugelassen. Am besten eingeführt sind die insektenpathogenen Nematoden *Steinernema feltiae* und das Bakterienpräparat *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Andere Arten haben sich in der Praxis bis jetzt noch nicht durchgesetzt.

In der Praxis gibt es Unsicherheiten zur richtigen Einsatzstrategie der Nützlinge. Es wird z.T. vermutet, dass Nematoden in komposthaltigem Substrat schlecht parasitieren und dass hohe Temperaturen die Wirkung von *S. feltiae* beeinträchtigen. In Versuchen soll die Wirkung von *S. feltiae* und Bti mit Azadirachtin (Neem Azal T/S) verglichen werden, das ebenfalls als mögliches Regulierungsmittel diskutiert wird.

### Methoden

Es wurden drei Versuche zur Wirkung verschiedener Behandlungsmittel vorgenommen: (A) Jungpflanzen in Erdpresstöpfe getaucht (1 h überstaut), (B) die Behandlungsmittel ins Substrat eingemischt (50 ml pro l Substrat) und (C) Töpfe angegossen (50 ml pro l pro 10.5 cm Topf –entspricht 3 l/m<sup>2</sup>, Versuch 3).

Natürlich mit Trauermücken belegte Erdpresstöpfe und Substrat wurden aus einem Praxisbetrieb entnommen. Nach der Behandlung wurden 6 x 9-cm-Töpfe (B), 5 x 10.5-cm-Töpfe (C) bzw. sechs Erdpresstöpfe (A) in Übertöpfe gestellt, auf die eine halbe Gelbfalle („Catch-it“) gelegt und mit Vlies (17 g/m<sup>2</sup>) zugedeckt wurde. Die Töpfe wurden – mit einer Ausnahme (C-2) - bei 24 °C inkubiert und regelmässig feucht gehalten (Wasserhaltekapazität 50 -70 %). Nach 30 Tagen sind die Anzahl Trauermücken auf der Gelbfalle gezählt worden (Optimale Entwicklungszeit 21 Tagen).

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, martin.koller@fibl.org, www.fibl.org

## Ergebnisse und Diskussion

Die Erdpresstöpfe bzw. das Substrat wies eine hohe natürliche Belegung mit Trauermücken auf (siehe Tab. 1). Mit Ausnahme des Versuchs C-2 wies nur *S. feltiae* in allen Versuchen eine gesicherte Wirkung auf (68 – 90 % Wirkungsgrad n. Abbott; Tab. 1). Einzig beim Versuch mit Inkubation bei 32 °C wiesen die Nematoden keine gesicherte Wirkung mehr auf. Bti wies nur im Versuch A bei zweimaliger Anwendung eine signifikante Wirkung auf (Wirkungsgrad 54 %). Damit war die Effizienz deutlich tiefer als erwartet. Azadirachtin in einer erhöhten Aufwandmenge wies in einem Fall eine signifikante Wirkung auf und im Versuch C-2 bei 32 °C die geringste Menge Trauermücken auf. Bei der hohen Inkubationstemperatur war auch die Entwicklung der Trauermücken deutlich reduziert.

**Tabelle 1: Anzahl Trauermücken in Abhängigkeit verschiedener Behandlungen (Mittelwerte und Signifikanzunterschiede des Mittelwertsvergleich nach Tukey)**

Verfahren	Konzentration (Anzahl Behandlungen)	A) Jung- pflanzen tauchen	B) Substrat giessen	C-1) Giessen; Inkubation 24 °C	C-2) Giessen; Inkubation 32 °C
Wasser	–	310 a	153 a	110 a	14.6 a
<i>Steinernema feltiae</i>	0.3 Mio. E. /l	–	–	35 bc	12.6 a
	0.5 Mio. E. /l	79 c	–	–	–
	1.0 Mio. E. /l	–	–	11 c	26.4 a
	2.0 Mio. E. /l	–	19 b	–	–
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.25 % (1 x)	270 ab	129 a	109 a	25.2 a
	0.25 % (2 x)	168 bc	–	–	–
	<i>israelensis</i> (Bti) 0.25 % (3 x)	–	–	85 ab	15.4 a
Azadirachtin	0.3 %	293 a	–	–	–
	0.5 %	118 c	–	77 ab	8.4 a
	<i>Wiederholungen</i>	4	6	5	5
	ANOVA	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.05$

Verfahren ohne gemeinsame Buchstaben unterscheiden sich im entsprechenden Versuch signifikant (Tukey  $\alpha=0.05$ ).

Die Versuche lassen keinen Hinweis auf eine verminderte Wirkung von *S. feltiae* in komposthaltigen Substraten zu. Scheinbar schlechte Wirkungen der Nematoden in der Praxis können auf hohe Temperaturen oder auf hohe Ausgangspopulationen zurückzuführen sein. So wurden z.B. im Versuch B trotz einer Wirkung von 77 % pro sechs Jungpflanzen immer noch 79 Trauermücken gefangen

Bei hohen Temperaturen ab 28 °C scheint Azadirachtin eine wirkungsvollere Alternative zu *S. feltiae* sein. Die unerwartet schlechte Wirkung von Bti in diesen Versuchen muss weiter untersucht werden.

Diese Arbeit wurde vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit unterstützt. Andermatt Biocontrol AG, Grossdietwil stellte verdankenswerter Weise die Versuchsmittel zur Verfügung.

## Futterqualität, Vorfruchtleistung und Nitratauswaschung von über Winter beweideten Klee grasbeständen

Loges, R., Westphal, D. und Taube, F.<sup>1</sup>

*Keywords: grass/clover, winter grazing, forage quality, pre crop value, nitrate leaching*

### Abstract

*In comparison to harvesting, grazing is less cost intensive. For economical reasons an extended duration of grazing period is recommended. Grazing during winter can cause pasture damages, which is of minor relevance for older grass clover grown on arable land, which will be ploughed in the following spring. Against this background yield and forage quality of 3 different legume species, i.e. white clover, red clover and alfalfa, grown in binary mixtures with two grass species, perennial ryegrass and tall fescue, respectively, were examined before grazing the third growth in autumn or winter. Nitrate leaching losses during winter and yield of the following spring wheat were recorded.*

*Yield and forage quality of the total sward was not significantly influenced by grass species while the interaction of legume species and grazing date had a high impact on yield and quality of the swards. Before grazing in October, swards with white clover showed lower yields and through lower legume contents also lower crude protein concentrations compared to swards with alfalfa or red clover. Losses of leave material led to losses of crude protein concentration in swards with alfalfa or red clover as well as high losses of energy content in swards with alfalfa, which at the latest grazing date were significantly lower than in sward with white clover. Mulching the last growth and autumn grazing led to higher nitrate losses than late winter grazing. After ploughing, no effect of clover grass management on spring wheat yields was observed. Grazing in January led to higher grain crude protein contents in spring wheat than autumn grazing or cutting of the last growth for silage.*

### Einleitung und Zielsetzung

Ertrag, Futterqualität und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung sowie Nitratauswaschung und Vorfruchtleistung von Klee grasbeständen werden von Saadmischung und Art der Bewirtschaftung in weiten Bereichen beeinflusst (Dreyman, 2005). Ausschließlich beweidete bzw. ausschließlich gemulchte Klee grasflächen können zu N-Auswaschungen führen, deren Nitratkonzentration weit über dem EU-Trinkwassergrenzwert von 50 mg NO<sub>3</sub>- l<sup>-1</sup> liegen. Neben der reinen Schnittnutzung und der Nutzung als Gründüngung besteht die Möglichkeit der Nutzung als Mähweidesystem. Weidehaltung gilt durch die geringeren Gebäude- und Futtermittelkosten im Vergleich zur Schnittnutzung als deutlich kostengünstiger. Aus ökonomischen Gründen sollte eine möglichst lange Weidedauer angestrebt werden. Narbenverletzungen, die häufig bei Winterbeweidung beobachtet werden (Opitz v. Boberfeld et al, 2005), sind auf Ackerklee gras, welches ohnehin im darauf folgenden Frühjahr umgebrochen wird, von geringer Relevanz.

Ziel dieses Projektes ist die Prüfung unterschiedlicher Klee gras-Saadmischungen in Bezug auf Ertragsleistung, Futterqualität und Eignung zur Winterbeweidung, deren Vorfruchtwirkung auf nachfolgenden Sommerweizen aber auch auf Gefahren einer

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau, Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Str.9, D-24118 Kiel, Email: rloges@email.uni-kiel.de

möglichen N-Auswaschung. Dabei wird erwartet, dass es mit Klee-grasgemengen gelingen kann, extensive Mutterkuhrassen bzw. Mutterschafe, ohne größere Gewichtsverluste im Winter, auf der Weide zu ernähren.

## Methoden

Die Untersuchungen wurden auf dem nach Bioland-Richtlinien bewirtschafteten Betrieb "Hof Ritzerau" (48 Bp, 8,5°C Jahresdurchschnittstemperatur, 750 mm Durchschnittsjahresniederschlag) im ostholsteinischen Hügelland durchgeführt. Als Versuchsvarianten wurden binäre Gemenge, die sich in Bezug auf die Faktoren Grasart (Dt. Weidelgras (DW) versus Rohrschwengel (RS)) bzw. Leguminosenart ((Weißklee (WK), Rotklee (RK) und Luzerne (LZ)) unterschieden als Großteilstücke einer randomisierten Blockanlage mit dreifacher Wiederholung als Untersaat in Wintergetreide etabliert (Tab 1.). Im jeweils 1. Hauptnutzungsjahr wurden die Bestände auf Unterparzellen folgenden 5 alternativen Nutzungssystemen unterzogen: 3 Mulchschnitte (I), 3 Siloschnitte (II) bzw. als Mähweidesystem mit 2 Siloschnitten und Beweidung des letzten Aufwuchses im Oktober (III), Dezember (IV) oder Januar (V). Zu jeder Nutzung wurden die potentiellen Trockenmasseerträge, Rohprotein- (RP) und Energiegehalt festgestellt. Im Zeitraum Anfang November bis Ende März wurde die Nitratauswaschung durch wöchentliche Beprobung keramischer Saugkerzen erhoben. Nach jeweiligem Frühjahrsumbruch wurde Sommerweizen gesät und zur Ernte Erträge und Kornqualitäten ermittelt. Die statistische Analyse erfolgte mit der SAS-Prozedur „Mixed“, Mittelwertvergleiche erfolgten mit dem Tukey-Test, die Auswertung von Wechselwirkungen basiert auf dem Bonferroni-Holm-Verfahren.

**Tabelle 1: Versuchsfaktoren und Faktorstufen**

Faktor	Faktorstufe	Beschreibung
1. Mischungspartner: Grasart	1.1 Dt. Weidelgras (DW)	Typische Grasart Norddeutschlands
	1.2 Rohrschwengel (RS)	Wintergrüne tiefwurzelnde Grasart
2. Mischungspartner Leguminose	2.1 Weißklee (WK)	weidefest flachwurzelnd
	2.2 Rotklee (RK)	tiefwurzelnd, standorttypisch
	2.3 Luzerne (LZ)	Tiefwurzelnd, trockenheitstolerant
3. Nutzungssystem	3.1 Gründüngung	3 x gemulcht
	3.2 Schnittnutzung	3 Siloschnitte
	3.3 Mähweide mit	2 Siloschnitte...
	3.3.1 Herbstbeweidung	... + Beweidung Anfang Oktober
	3.3.2 früher Winterbeweidung	... + Beweidung Anfang Dezember
	3.3.3 später Winterbeweidung	... + Beweidung Anfang Januar
4. Versuchsperiode	4.1 2005/2006	aus Untersaat 2004/ Umbruch 2006
	4.2 2006/2007	aus Untersaat 2005/ Umbruch 2007

## Ergebnisse

Tabelle 2 zeigt im Mittel der beiden Versuchsjahre und Begleitgrasarten den Einfluss von Leguminosenart und Beweidungszeitpunkt auf Ertrag und Futterqualität kurz vor dem Auftrieb der Weidetiere im Herbst bzw. Winter. Die betrachteten Ertrags- und Qualitätsparameter wurden von der Wahl des Grasmischungspartners nicht beeinflusst. Zum Oktobertermin zeigten die Saatmischungen mit Luzerne und Rotklee deutlich höhere Erträge an weidbarer Biomasse, die sich im Gegensatz zum Weißklee aus mindestens 75% Leguminosen zusammensetzte. Höhere Leguminosenanteile am Aufwuchs führten bei Luzerne und Rotklee im Vergleich zu Weißklee zu deutlich höheren RP-Gehalten. Die höheren Grasanteile in den Mischungen mit Weißklee bei

der Herbstbeweidung korrespondieren mit höheren Energiegehalten. Die Verzögerung des Weidetermins führte bei allen Leguminosenarten zu Abnahmen in Bezug auf weidbare Biomasse, Leguminosenanteil, sowie RP- und Energiegehalt. Während die Verluste in den auf niedrigerem Ertragsniveau angesiedelten Weißklee parzellen gering ausfielen, waren diese in den Mischungen mit Luzerne bzw. Rotklee deutlich stärkere ausgeprägt. Bei Luzerne traten ausgeprägte Ertrags- und Qualitätsverluste bereits vor dem Dezembertermin ein, während in den Beständen mit Rotklee ähnliche Verluste erst im Laufe des Januars festgestellt wurden. Am Januartermin konnten keine statistischen Ertragsunterschiede zwischen den getesteten Saatmischungen festgestellt werden. Zu diesem Termin wiesen alle Bestände einen für den Erhaltungsbedarf von Mutterkühen und -schafen ausreichenden RP-Gehalt von über 11% auf, während nur die Bestände mit Weißklee und bedingt auch die mit Rotklee ausreichende Energiekonzentrationen zur Erhaltung von über 8,5 MJ NEL erzielten.

**Tabelle 2: Ertrag, Leguminosenanteil und Futterqualitätsparameter in Abhängigkeit von Leguminosenart und Beweidungstermin des 3. Aufwuchses**

Beweidungstermin	Futterangebot (dt TM ha <sup>-1</sup> )			Leguminosenanteil (%)		
	WK	RK	LZ	WK	RK	LZ
Anfang Oktober	19,85 <sup>ab</sup>	33,57 <sup>abA</sup>	44,93 <sup>aA</sup>	32,47 <sup>ab</sup>	78,34 <sup>aA</sup>	92,27 <sup>aA</sup>
Anfang Dezember	18,83 <sup>ab</sup>	36,42 <sup>aA</sup>	24,39 <sup>bb</sup>	7,88 <sup>bb</sup>	78,98 <sup>aA</sup>	86,12 <sup>aA</sup>
Anfang Januar	15,40 <sup>aA</sup>	21,62 <sup>bA</sup>	25,25 <sup>bA</sup>	0,88 <sup>bb</sup>	66,18 <sup>bA</sup>	83,04 <sup>aA</sup>

Beweidungstermin	Rohproteingehalt (% d. TM)			Energiegehalt (MJ ME)		
	WK	RK	LZ	WK	RK	LZ
Anfang Oktober	17,90 <sup>ab</sup>	22,64 <sup>aA</sup>	24,15 <sup>aA</sup>	11,11 <sup>aA</sup>	10,63 <sup>aAB</sup>	10,05 <sup>ab</sup>
Anfang Dezember	14,74 <sup>aA</sup>	13,63 <sup>bAB</sup>	11,24 <sup>bb</sup>	10,46 <sup>abA</sup>	7,59 <sup>bb</sup>	5,66 <sup>bc</sup>
Anfang Januar	16,52 <sup>aA</sup>	12,74 <sup>bb</sup>	13,47 <sup>bb</sup>	10,04 <sup>bA</sup>	7,15 <sup>bb</sup>	5,84 <sup>bc</sup>

Verschiedene Kleinbuchstaben weisen signifikante Unterschiede zwischen den Beweidungszeitpunkten innerhalb einer Leguminosenart aus, verschiedene Großbuchstaben weisen signifikante Unterschiede zwischen den Leguminosenarten innerhalb eines Beweidungstermins aus, signifikant für  $P < 0.05$

**Tabelle 3: Nitrat-Auswaschung im Zeitraum November bis März, Kornertrag und Rohproteingehalt von Sommerweizen in Abhängigkeit des Nutzungssystems des letzten Aufwuchses der Vorfrucht Klee gras.**

Nutzungssystem der Vorfrucht Klee gras	Schnitt-nutzung	Gründüngung (gemulcht)	Beweidung Anf. Okt.	Beweidung Anf. Dez.	Beweidung Anf. Jan.
Nitrat Auswaschung [kg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N ha <sup>-1</sup> ]	13,53 <sup>ab*</sup>	17,53 <sup>a</sup>	18,94 <sup>a</sup>	12,99 <sup>ab</sup>	10,82 <sup>b</sup>
Sommerweizenertrag [dt TM ha <sup>-1</sup> ]	32,70 <sup>a</sup>	33,13 <sup>a</sup>	32,14 <sup>a</sup>	34,74 <sup>a</sup>	33,68 <sup>a</sup>
Rohproteingehalt Sommerweizen [%]	13,84 <sup>b</sup>	14,05 <sup>ab</sup>	13,75 <sup>b</sup>	13,96 <sup>ab</sup>	14,25 <sup>a</sup>

Verschiedene Kleinbuchstaben weisen signifikante Unterschiede zwischen den Klee grasnutzungssystemen aus, signifikant für  $P < 0.05$

Tabelle 3 zeigt im Mittel der beiden Versuchsjahre und Begleitgrasarten sowie der 3 Leguminosenarten den Einfluss der Nutzungsart des letzten Aufwuchses der Vorfrucht

Kleegrass auf die Nitrat-Auswaschung über Winter sowie auf den Körnertrag bzw. Rohproteingehalt von Sommerweizen. Generell wiesen alle Bestände nur eine geringe Nitrat-Auswaschung auf. Zwischen Schnittnutzung, Gründüngung und Beweidung ergaben sich in Bezug auf diesen Parameter keine Unterschiede. Bei den beweideten Beständen führte die zeitliche Verschiebung der Beweidung zu einer Verringerung der Nitrat-Auswaschung. Eine variierte Nutzung des letzten Aufwuchses blieb ohne Einfluss auf die Höhe des Körnertrages der Folgefrucht. Im Gegensatz dazu wurde der bei allen Varianten auf einem sehr hohen Niveau gelegene Korn-RP-Gehalt des Sommerweizens durch die Nutzung der Vorfrucht geringfügig beeinflusst. Bemerkenswert ist, dass bei den beweideten Parzellen mit zunehmender Verschiebung des Weidetermins die RP-Gehalte des Sommerweizens anstiegen.

### **Diskussion**

Im Gegensatz zu Beobachtungen aus kontinentalen Klimaten liegen für maritim geprägte Klimate keine Untersuchungen zur Winterbeweidung von Klee-Grasschlägen vor. Die vorliegende in feuchten wintermilden Klimaten durchgeführte Studie zeigt die Winterbeweidung von Ackerklee-Grasschlägen als interessante Nutzungsalternative. Im Gegensatz zu kontinentalen Klimaten blieb die Wahl der wintergrünen Begleitgrasart Rohrschwingel ohne Vorteil, da auch das standorttypische Begleitgras Dt. Weidelgras unter den milden Winterbedingungen keine Verluste zeigte. Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten geringen Auswirkungen der Klee-Grassnutzung auf das Ertragspotential der Folgefrucht decken sich mit Beobachtungen anderer unter vergleichbaren Klimabedingungen durchgeführten Studien (z.B. Dreymann, 2005).

### **Schlussfolgerungen**

Die Winterbeweidung zeigte sich als interessante Nutzungsalternative zur Mulchnutzung des letzten Klee-Grassaufwuchses, ohne dass Ertragsnachteile für die Folgefrucht oder Nitratbelastungen des Sickerwassers entstehen. Wird Winterbeweidung in Betracht gezogen empfiehlt es sich, leguminosenreiche Flächen vor grasreichen Flächen zu beweidern, da Leguminosen im Vergleich zu Gräsern über Winter zu stärkeren Futterverlusten neigen. Da Rotklee im Herbst relativ hohe Erträge aufweist und dort die Qualitätsverluste im Vergleich zu Luzerne erst vergleichsweise spät auftreten und auch Weißklee überproportional hohe Biomasseverluste aufwies, zeigt sich Rotklee als die am besten zur Winterbeweidung geeignete Kleeart. Die „wintergrüne“ Grasart Rohrschwingel blieb unter den maritimen Klimaverhältnissen ohne Vorteile gegenüber dem standorttypischen Deutschen Weidelgras.

### **Danksagung**

Die Studie wurde von Herrn Günther Fielmann dankenswerterweise finanziert.

### **Literatur**

- Opitz von Boberfeld W., Banzhaf K., Hrabe F., Skladanka J., Kozłowski S., Golinski P., Szeman L., Tasi J., 2005: Effect of different agronomical measures on yield and quality of autumn saved herbage during winter grazing – 1st communication: Yield and digestibility of organic matter. Czech J. Anim. Sci., 51, 2006 (5): 205–213.
- Dreymann S., 2005: N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im Ökologischen Landbau. Dissertation, Universität Kiel

## Positive Mischungseffekte auf Ertrag und Stickstoffversorgung in Klee-Gras-Mischungen

Huguenin-Elie, O.<sup>1</sup>, Nyfeler, D.<sup>1,2</sup>, Suter, M.<sup>1,3</sup>, Frossard, E.<sup>2</sup>, und Lüscher, A.<sup>1</sup>

*Keywords: grass-clover mixtures, overyielding, clover proportion, symbiotic N fixation*

### Abstract

*High plant species richness has been shown to positively influence grassland biomass production. In mixtures containing two forage grass and two forage legume species we quantified the diversity-productivity effect and the nitrogen economy of the swards across a broad range of species proportions. Positive diversity-productivity effects resulted in higher yield (up to +35%) of the four-species grass-clover-mixtures than the highest yielding monoculture (transgressive overyielding). The diversity-productivity effect depended on the species proportion in the mixture and was maximal in well balanced mixtures with a clover proportion of 40 – 60%. Transgressive overyielding was significant over a fairly wide range of clover proportions. Well balanced grass-clover-mixtures allowed obtaining up to 320 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> deriving from symbiotic N<sub>2</sub> fixation and allowed an optimal transformation of fixed N into dry matter yield. These mixtures allowed benefiting from maximal fixation activity of the legumes without reducing the uptake of N from soil and fertiliser by the grasses in the sward.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die zwischen Leguminosen und Knöllchenbakterien ablaufende symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung ist im biologischen Landbau meistens die wichtigste externe Stickstoffquelle. Neben der Grundfutterproduktion steht der im Grasland fixierte Stickstoff (N) auch in Form von Hofdüngern und Pflanzenresten dem Ackerbau zur Verfügung. Biodiversitätsexperimente im Grasland, bei denen die Anzahl der Pflanzenarten experimentell variiert wird, haben häufig bei steigender Artenzahl eine steigende Biomasseproduktion gezeigt (Balvanera et al. 2006). Klee-Gras-Mischungen können deshalb möglicherweise zwei, für den biologischen Landbau wichtige Vorteile vereinen: Den Input von N aus der Luft und die Diversitätseffekte, die zu einer effizienteren Ressourcennutzung führen. Das Ziel dieser Studie ist es den Einfluss der Artenzahl und der Artenanteile auf den Ertrag und die N-Versorgung von Ansaatwiesen zu bestimmen, um eine hoch produktive und N-effiziente botanische Zusammensetzung für Klee-Gras-Mischungen zu definieren.

### Methoden

In einem Feldversuch wurden 50 unterschiedliche Pflanzenbestände (Tab. 1) als Reinkulturen oder Mischungen aus *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* und *Trifolium repens* (gemäss einem Simplex Design; Cornell 2002) angesät. Der Kleeanteil in den Saatmischungen deckte den Bereich von 0 bis 100% ab. Der Ertrag und die Entwicklung der botanischen Zusammensetzung wurden während drei Jahren gemessen. Die Parzellen wurden mit 50 oder 150 kg N ha<sup>-1</sup> J<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, olivier.huguenin@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>2</sup> Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, emmanuel.frossard@ipw.agrl.ethz.ch, www.pe.ipw.agrl.ethz.ch

<sup>3</sup> Institut für Integrative Biologie, ETH Zürich, Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich, Schweiz, matthias.suter@env.ethz.ch, www.plantecology.ethz.ch

(als N50 bzw. N150 bezeichnet) gedüngt. Die Mengen an geerntetem N, symbiotisch fixiertem N und Dünger-N wurden im 1. und 2. Jahr mit Hilfe der  $^{15}\text{N}$ -Isotopen-Anreicherungsmethode gemessen, was eine mineralische Düngung bedingte.

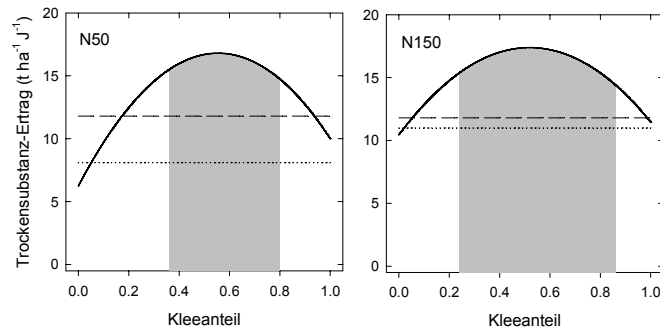
**Tab. 1: Relative Anteile (in %) der vier Arten in den Saatmischungen. Lp: *Lolium perenne*, Dg: *Dactylis glomerata*, Tp: *Trifolium pratense*, Tr: *Trifolium repens*. Jede dieser Saatmischungen wurde in zwei Saaddichten (100% und 60%) angelegt. Fett: Mischungen bei 50 und 150 kg N ha<sup>-1</sup> J<sup>-1</sup>. Nicht fett: zusätzliche Mischungen bei 150 kg N ha<sup>-1</sup> J<sup>-1</sup>.**

Reinkulturen	Zusammensetzung der Saatmischungen (%Lp/%Dg/%Tp/%Tr)			
	<b>(100/0/0/0)</b>	<b>(0/100/0/0)</b>	<b>(0/0/100/0)</b>	<b>(0/0/0/100)</b>
Zwei Arten, ausgeglichen	(50/50/0/0) (0/50/50/0)	(50/0/50/0) (0/50/0/50)	(50/0/0/50) (0/0/50/50)	
Vier Arten, extrem dominiert	(90/3/3/3)	(3/90/3/3)	(3/3/90/3)	(3/3/3/90)
Vier Arten, dominiert	<b>(70/10/10/10)</b>	<b>(10/70/10/10)</b>	<b>(10/10/70/10)</b>	<b>(10/10/10/70)</b>
Vier Arten, co-dominiert	(40/40/10/10) (10/40/40/10)	(40/10/40/10) (10/40/10/40)	(40/10/10/40) (10/10/40/40)	
Vier Arten, ausgeglichen	<b>(25/25/25/25)</b>			

## Ergebnisse und Diskussion

Der Ertrag der Mischungen war bei beiden N-Verfahren und in allen drei Versuchsjahren nicht nur deutlich höher als der Durchschnittsertrag der vier Reinkulturen, sondern sogar als der Ertrag der besten Reinkultur (Abb. 1). Über die drei Jahre erzielte die ausgeglichene Vier-Arten-Mischung einen Mehrertrag von 62% (N50) respektive 55% (N150) über dem Durchschnitt der vier Reinkulturen. Die Mischungen mit dem höchsten Ertrag erzielten sogar einen Mehrertrag von bis zu 35% über der besten Reinkultur. Die Regressionsanalyse zeigte, dass Mischungen mit einem Kleeanteil von 60 – 70% (N50) respektive 50 – 60% (N150) in der Saatmischung über die drei Jahre den höchsten Ertrag erzielten. Wegen der ausgeprägten Diversitätseffekte der getesteten Vier-Arten-Mischungen waren die Vorteile der Mischungen, trotz der Bedeutung der Artanteile, über einen weiten Bereich des Kleeanteils signifikant (Kleeanteil von 35 – 80% bei N50 und von 25 – 85% bei N150; Abb. 1). Es zeigte sich also, dass die Ansaat einer Mischung im Vergleich zur besten Reinkultur fast immer ein Vorteil war, selbst wenn die optimale Mischungszusammensetzung nicht erreicht wurde. Die Diversitätseffekte auf den Ertrag zeigen, dass mit Klee-Gras-Mischungen schon bei einer relativ tiefen Artenzahl sehr grosse Vorteile erzielt werden können. Der starke Einfluss des Kleeanteils auf die Diversitätseffekte lässt vermuten, dass die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung eine zentrale Rolle spielte. Deshalb quantifizierten wir auch den N-Haushalt der Bestände (Abb. 2). Detaillierte Analysen der Diversitätseffekte haben jedoch ergeben, dass auch andere Mechanismen als die N<sub>2</sub>-Fixierung von Bedeutung waren. Die Erschliessung unterschiedlicher Wurzelhorizonte, sich ergänzende Wachstumsrhythmen innerhalb der Vegetationsperiode und die Ablösung der Arten über die Jahre scheinen Faktoren zu sein, die eine effizientere Nutzung der Ressourcen ermöglichen.

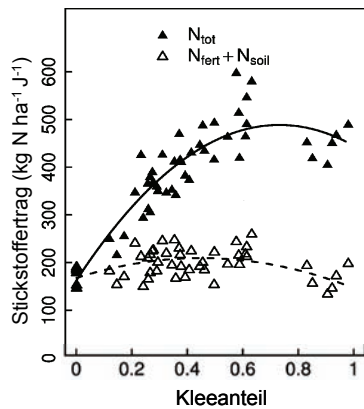




**Abbildung 1: Einfluss des Kleeanteils auf den Ertrag der Mischungen bei 50 und 150 kg N-Düngung  $\text{ha}^{-1} \text{J}^{-1}$  im zweiten Jahr (gefittete Linie der Regressionsanalyse durch die Messpunkte gemäss Tab. 1). Dargestellt sind die Erträge der Mischungen, die gleiche Anteile der beiden Grasarten *L. perenne* und *D. glomerata* und der beiden Leguminosenarten *T. pratense* und *T. repens* enthielten (—). Zum Vergleich sind ebenfalls die Erträge der Reinkulturen mit dem höchsten Ertrag (— — —) und dem durchschnittlichen Ertrag (.....) dargestellt. Grau eingefärbt ist der Bereich mit signifikant grösseren Mischungserträgen als die ertragreichste Reinkultur.**

Der N-Gehalt in den Gräsern ist mit dem Anstieg des Kleeanteils im Bestand linear angestiegen (Daten nicht gezeigt). Zwischen den Gras-Reinkulturen und den Mischungen mit 80% Klee betrug dieser Anstieg zirka  $10 \text{ g N kg}^{-1} \text{ TM}$ . Die N-Limitierung der Gräser wurde also mit steigendem Kleeanteil reduziert. In beiden Kleearten war der Anteil an N aus der symbiotischen  $\text{N}_2$ -Fixierung (%Nsym) bis zu einem Kleeanteil von 50 – 60% sehr hoch: Er betrug 80 – 90% (Daten nicht gezeigt). Diese Fixierungsleistung entspricht genau den Werten, die auch im langjährigen Systemvergleich in allen Bewirtschaftungsverfahren (biologisch-dynamisch, organisch-biologisch, konventionell, mineralisch gedüngt) gemessen wurden (Oberson et al. 2009). Stieg der Kleeanteil in den Mischungen jedoch über 60% sank die Fixierungsleistung der beiden Kleearten bis auf 50 – 60% ab. Die Gräser schienen in diesen klee-dominierten Beständen nicht mehr in der Lage gewesen zu sein den verfügbaren N im Boden vollständig auszuräumen (Hartwig 1998).

Der Ertrag an Gesamt-N war bei ausgeglichenen Mischungen bis zu viermal (N50) respektive 2,5-mal (N150) höher als in den Gras-Reinkulturen (Abb. 2). Die geerntete N-Menge aus der Luft (Symbiose-N und Transfer-N) stieg nur bis zu einem Kleeanteil im Bestand von 50 – 60% an (Abb. 2). Mit weniger als etwa 40 – 50% Gräser fixierte der Klee zwar viel N, was sich aber nicht in einem entsprechenden Mehrertrag ausdrückte. Die geerntete N-Menge aus dem Boden (aus den beiden Quellen Dünger-N und verfügbarem Boden-N) war bei den ausgeglichenen Mischungen gleich gross oder leicht grösser als bei den Gras- und Klee-Reinkulturen (Abb. 2). Der Effekt des Kleeanteils auf den N-Ertrag und die N-Quellen war im 1. und im 2. Jahr sehr ähnlich. In den ausgeglichenen Mischungen ergänzten sich die Gras- und Kleearten also in idealer Weise: Während die Kleearten grosse Mengen an  $\text{N}_2$  fixierten (bis zu  $320 \text{ kg ha}^{-1} \text{ J}^{-1}$ ), förderten die Gräser die Aufnahme an Boden-N und die %Nsym im Klee.



**Abbildung 2:** Ertrag an Gesamt-N (—;  $N_{\text{tot}}$ ) und an N aus dem Boden (---;  $N_{\text{fert}} + N_{\text{soil}}$ ) in Abhängigkeit des Kleeanteils im Bestand im ersten Jahr nach der Ansaat bei einer N-Düngung von  $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ J}^{-1}$ . Die Differenz zwischen Gesamt-N und N aus dem Boden stellt den Ertrag an symbiotisch fixiertem Luftstickstoff dar.

### Schlussfolgerungen

Mit Mischungen mit relativ wenigen, jedoch gut aufeinander abgestimmten Arten können grosse Ertragsvorteile gegenüber Reinkulturen erzielt werden. Neben der symbiotischen  $\text{N}_2$ -Fixierung sind auch andere Mechanismen für die effizientere Nutzung der Ressourcen in den Mischbeständen verantwortlich.

Klee-Gras-Mischungen mit einem ausgeglichenen Klee zu Gras Verhältnis im Bestand zeigen eine optimale Ertragswirkung der symbiotischen  $\text{N}_2$ -Fixierung. Diese Mischungen erlauben es, die volle Fixierungsleistung des Klees zu nutzen, ohne die Effizienz in der Aufnahme von verfügbarem N im Boden zu reduzieren.

### Literatur

- Balvanera P., Pfisterer A.B., Buchmann N., He J.-S., Nakashizuka T., Raffaelli D., Schmid B. (2006): Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9:1146-1156.
- Cornell J.A. (2002): Experiments with mixtures: designs, models, and the analysis of mixture data, 3<sup>rd</sup> edn. Wiley, New York, 680 S.
- Hartwig U.A. (1998): The regulation of symbiotic  $\text{N}_2$  fixation: a conceptual model of N feedback from the ecosystem to the gene expression level. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 1:92-120.
- Oberson, A., Frossard, E., Mayer, J., Flura, T., Mäder, P., Lüscher, A. (2009): Symbiotische Stickstofffixierung in biologisch und konventionell bewirtschafteten Wiesen. Dieser Tagungsband.

## Ergebnisse zur Ampferbekämpfung mittels Mikrowellentechnologie

Latsch, R.<sup>1</sup> und Sauter, J.<sup>1</sup>

*Keywords: Rumex obtusifolius, microwave technology, weed-control*

### Abstract

*The results of field trials on controlling broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) by means of microwave technology are presented. Two microwave prototypes of differing output levels were used in the tests under different site and weather conditions. In general, microwave technology is suitable for causing long-term damage to the roots of dock plants and preventing resprouting. The required length of treatment, and hence the energy to be applied, were revealed as problematic. With increasing heat output, the heating time evidently decreases linearly, which harbours optimisation potential. For an 18 kW-heat-output microwave device, the current required heating time to achieve an 80 % mortality rate is approx. 25 seconds, corresponding to a calculated exclusive diesel consumption of 0,09 litres/dock plant, or 0.18 CHF/dock plant.*

### Einleitung und Zielsetzung

Stumpfblätriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) ist eine der Problempflanzen auf Wiesen und Weiden biologisch wirtschaftender Betriebe der Schweiz. Der Ampfer wird vom Vieh wegen seiner nicht schmackhaften Inhaltstoffe verschmäht. Auf Grund seiner hohen Bewirtschaftungstoleranz und des enormen Vermehrungspotentials kann er sich sehr stark ausbreiten. Die biologische Bekämpfung des Licht-, Platz- und Nährstoffräubers erfolgt durch das manuelle Ausstechen der Ampferwurzeln in einer Tiefe von etwa 10-15 cm und das Entfernen der Pflanzen von der Fläche. Diese ungeliebte Tätigkeit ist zeitintensiv und physisch anstrengend.

Um diese Arbeit zu erleichtern, wurden verschiedene Wege beschritten. Neben Maschinen zur mechanischen (Altmann 2002, Böhm & Verschwele 2004) und zur thermischen Bekämpfung (Pötsch 2001) wurden auch Weidetiere (Briemle & Rück 2008) und Frassfeinde wie der Ampferblattkäfer (Hann & Kromp 2003) zur Bekämpfung des Ampfers herangezogen.

Die Mikrowellentechnologie zur Ampferbekämpfung verspricht eine Reihe von Vorteilen. Im Vergleich zu mechanischen Methoden ist kein Abtransport von Pflanzen- oder Bodenmaterial nötig. Es findet keine Bodenbearbeitung statt, sodass keine Ampfersamen zur Keimung angeregt werden. Ziel der vorgestellten Untersuchungen ist es, die Möglichkeiten zur rationellen Behandlung von Ampfern mittels Mikrowellen zu eruieren.

### Methoden

Zum Einsatz kommen zwei auf unterschiedlichen Traktoren installierte Mikrowellenprototypen. Sie bestehen aus je einer Hochspannungseinheit, einer Mikrowelleneinheit und einer Hornantenne. Die Hornantenne ist mit einem hydraulisch steuerbaren Steuerungsmechanismus verbunden, welcher exaktes Positionieren der

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen  
roy.latsch@art.admin.ch, www.art.admin.ch

nach unten offenen Hornantenne über die Ampferpflanze ermöglichen soll. Die benötigte Energie liefert ein auf die Aufnahmeleistung des jeweiligen Mikrowellengeräts abgestimmter Generator, der am Traktor angehängt ist.

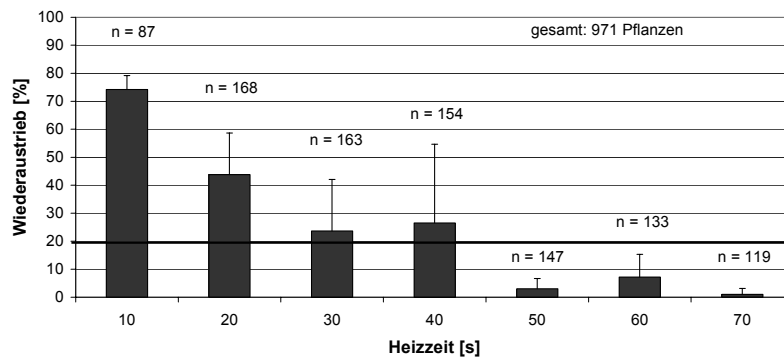
Die Leistungsdaten der zwei selbstfahrenden Prototypen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Feldversuche fanden an mehreren unterschiedlichen Standorten statt. Hierfür wurden einzeln stehende Ampferpflanzen gesucht, markiert, per RTK-GPS (hochpräzises Real-Time-Kinematik-GPS) eingemessen und anschliessend mit variierenden Heizzeiten behandelt. Die Heizzeiten beim Prototypen Robex II wurden zudem noch in Intervallen realisiert. Das heisst, dass ein Heizvorgang durch kurze Pausen in mehrere Teilabschnitte getrennt wird, um einen eventuellen Wärmeausgleich in der Wurzel zu fördern. Die visuelle Erfolgskontrolle erfolgte vier, acht und zwölf Wochen nach der Behandlung. Bonitiert wurde der Wiederaustrieb der Pflanzen.

**Tabelle 1: Leistungsdaten und geprüfte Heizzeiten der Mikrowellen-Prototypen**

	elektrische Heizleistung [kW]	Heizfläche [cm <sup>2</sup> ]	Leistungsdichte [W/cm <sup>2</sup> ]	Heizzeiten [s]
Robex I	4,8	193	24,9	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70
Robex II	18,0	302	59,6	5, 10, 15, 20, 25, 30

## Ergebnisse und Diskussion

Die Resultate mit dem Prototypen Robex I (4,8 kW) zeigen, dass bei Heizzeiten von etwa 50 Sekunden eine Absterberate von mehr als 80 % realisiert werden kann (Abbildung 1).

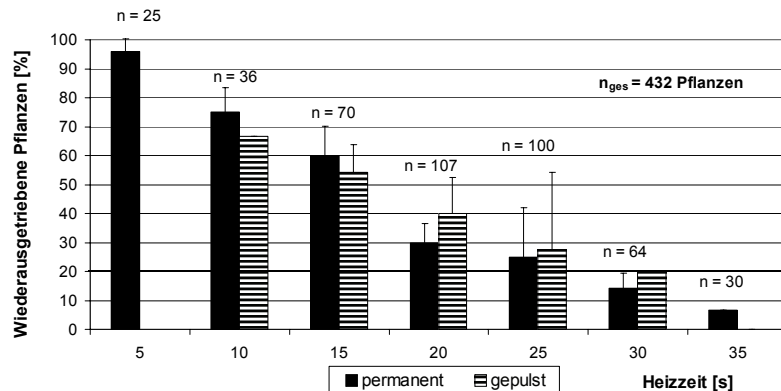


**Abbildung 1: Anteil wieder ausgetriebener Pflanzen (mit Standardabweichung) nach unterschiedlich langer Behandlungszeit mit dem Mikrowellenprototypen Robex I (4,8 kW)**

Dieses Ergebnis stützt sich auf eine Anzahl von knapp 1000 behandelten Pflanzen auf fünf Standorten. Allerdings ist die benötigte Heizzeit relativ lang. Da für die Behandlung auch noch die Zeiten zum Auffinden der Pflanzen und zum Positionieren der Mikrowellenantenne hinzukommen, ist die Verkürzung des eigentlichen Heizvorganges arbeitswirtschaftlich und ökonomisch wünschenswert.

Um die Heizzeiten zu verringern, wurde der zweite Prototyp mit einer knapp vierfach höheren elektrischen Heizleistung (18 kW) entwickelt. Die Konstruktion erforderte es,

die Heizfläche ebenfalls zu vergrössern, sodass die Leistungsdichte ( $\text{kW/m}^2$ ) 2,4-mal höher ist. Erste Ergebnisse im Jahr 2007 waren positiv (Latsch et al. 2007). Insgesamt wurden 2007 etwa 1000 Pflanzen behandelt und bonitiert. Hierbei konnten keine eindeutigen Ergebnisse gefunden werden, woraufhin der Prototyp Robex II revidiert und leicht modifiziert wurde. Die Ergebnisse aus 2008 zeigen, dass eine Halbierung der Behandlungsdauer möglich ist (Abbildung 2). Bei einer Behandlungszeit von 25 Sekunden starben 75 % der Pflanzen ab. Die intervallweise Behandlung zeigt keine eindeutige Verbesserung der Ergebnisse. Das Ergebnis generiert sich aus 432 behandelten Pflanzen auf vier Standorten.



**Abbildung 2: Anteil wieder ausgetriebener Pflanzen (mit Standardabweichung) nach unterschiedlich langer Behandlungszeit mit dem Mikrowellenprototypen Robex II (18 kW)**

Zur Bestimmung des Energieeinsatzes werden folgende Annahmen getroffen:  
Der Wirkungsgrad bei der Mikrowellenerzeugung liegt bei etwa 50 %. Daher ist ein Stromgenerator mit der doppelten elektrischen Ausgangsleistung gegenüber der Heizleistung der Mikrowelle erforderlich. Ein durchschnittliches Dieselaggregat benötigt 300 g Kraftstoff um 1 kWh Energie zu erzeugen. Die mittlere Dichte von Dieseldieselkraftstoff beträgt 0,83 kg/l. Die Dieseldieselkosten werden mit CHF 2.- pro Liter veranschlagt. Damit kann die in Tabelle 2 dargestellte Kostenhochrechnung zum reinen Energieeinsatz (ohne zusätzliche Kosten für Aggregat oder Trägerfahrzeug) durchgeführt werden.

Die Resultate mit dem Prototypen Robex I (4,8 kW) zeigen, dass der Einsatz der Mikrowellentechnologie grundsätzlich zielführend ist. Mit dem zweiten Prototypen ist es gelungen, die Heizzeit zu reduzieren. Trotz kürzerer Behandlungszeit weist das Gerät mit der höheren Heizleistung wegen der Vergrösserung der Heizfläche einen höheren Energieaufwand pro behandelter Pflanze auf, was kritisch zu beurteilen ist.

**Tabelle 2: Energieeinsatz und Kosten bei beiden Mikrowellengeräten**

	Heizleistung [kW]	Generatorleistung [kW]	Heizzeit [s]	Kraftstoffbedarf/Pflanze [l]	Kosten [CHF/Ampfer]
Robex I	4,8	9,6	50	0,05	0.10
Robex II	18	36	25	0,09	0.18

## Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Abtöten von Ampferpflanzen mittels Mikrowellentechnologie ist grundsätzlich möglich. Zum momentanen Zeitpunkt sind die hohen Investitionskosten und die anfallenden Energiekosten pro Pflanze allerdings kritisch zu sehen.

Eine Effizienzsteigerung ist bei den bestehenden Prototypen über die Erhöhung der Leistungsdichte zu erreichen. Dies könnte beispielsweise durch den Einsatz von neueren, leistungsfähigeren Standardmagnetrons unter Beibehaltung der übrigen Konfiguration realisiert werden. So könnte beim Prototypen Robex I mit dem Einsatz von sechs Stück 3-kW-Magnetrons eine 3,75-fach höhere Leistungsdichte erreicht werden. Heizzeiten von 10-15 Sekunden sind dann zu Kosten von CHF 0.06-0.09 pro Ampfer denkbar. Ungewiss bleibt, ob der Energiebedarf bei solch einer Modifikation nicht überproportional ansteigt.

## Danksagung

An diesem Projekt beteiligen sich dankenswerterweise die Partnerfirmen Gigatherm AG, Grub, Schweiz und Odermatt Landmaschinen AG, Hunzenschwil, Schweiz.

## Literatur

- Altmann, T. (2002): Der Ampferwiesel – eine Hoffnung für Biobetriebe. *top Journal*, 7, S. 22-23.
- Böhm, H., Verschwele, A. (2004): Ampfer- und Distelbekämpfung im Ökologischen Landbau. BBA, Statusseminar „Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2003“ März 2004, Kleinmachnow, S. 39-47.
- Briemle, G., Rück, K. (2008): Ampfer bekämpfen mit Schafen – Regelmässige Vorbeweidung drängt Ampfer zurück. *Lebendige Erde*, 1/2008, S. 16.
- Hann, P. und Kromp, B. 2003: Der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula* Deg.) - ein natürlicher Gegenspieler des Stumpflättrigen Wiesenampfers (*Rumex obtusifolius*). In: Böhm, H., Engelke, T., Finze, J., Häusler, A., Pallutt, B., Verschwele, A. und Zwerger, P. [Hrsg.]: Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau. *Landbauforsch Völknerode*, SH 255:73-78.
- Latsch, R., Sauter, J., Hermle, S., Dürr, L., Anken, T. (2007): Control of *Rumex Obtusifolius* L. in Grassland Using Microwave Technology. In: *Tagung Landtechnik AgEng 2007*, VDI-Verlag, Hannover, S. 501-506.
- Pötsch, E.M. (2001): Wissenswertes zur mechanischen und chemischen Ampferbekämpfung. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 7. Alpenländisches Expertenforum – Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland – Schwerpunkt Ampfer, S. 75-81.

## Erhalt ökologisch wertvoller Grünlandstandorte durch eine Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB-Verfahren)

Richter, F.<sup>1</sup>, Kuschnerreit, S., Graß, R., Fricke, T. und Wachendorf, M.

*Keywords: Semi-natural grassland, nature conservation, biogas, solid fuel, bioenergy.*

### Abstract

*As a new utilisation concept for the conservation of ecologically valuable habitats the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB) was tested on five semi-natural grasslands from typical German mountain areas. Through hydrothermal conditioning and mechanical dehydration grassland silage was separated into a press cake and a press fluid. In anaerobic digestion experiments with press fluids methane yields of 304 to 522 normal litre per kg organic dry matter were obtained within 13 days. The specific methane production was higher and went faster compared to the fermentation of the untreated grassland silage. Elemental analyses of the press cakes showed a significant reduction in compounds detrimental for combustion. The ash softening temperature and the lower heating value of the press cakes increased compared to the parent material. The conditioning at high temperatures (60°C and 80°C) showed the best effects for a qualitative improvement of the press fluid as fermentation substrate and the press cake as solid fuel compared to the untreated grassland silage. The energy conversion efficiency of the IFBB procedure (52-62%) was higher compared to a conventional digestion of the whole crop silage (26%). In view of the results, the IFBB procedure is a promising utilisation alternative for areas managed under nature conservation standards, whose biomass is difficult to exploit.*

### Einleitung und Zielsetzung

Aufgrund mangelnder Einkommensperspektiven in der Milchviehhaltung und eines auch im ökologischen Landbau (ÖL) steigenden Kraffuttereinsatzes werden ca. 25% des deutschen Grünlandes für Futterzwecke künftig keine Verwendung mehr finden (Prochnow et al. 2007). Am stärksten davon betroffen sind extensiv bewirtschaftete, artenreiche Grünlandbestände, die aufgrund von ungünstigen Standortverhältnissen meist keine andere Bewirtschaftung zulassen. Für den notwendigen Erhalt dieser naturschutzfachlich wertvollen Flächen mit ihren wichtigen Funktionen im Bereich des Umwelt- und Artenschutzes, aber auch ihrem ästhetischen Wert muss ein neues ökologisch und ökonomisch sinnvolles Nutzungskonzept gefunden werden. Dafür bietet sich eine energetische Verwertung an. Die auch im ÖL diskutierten negativen Auswirkungen des Energiepflanzenbaus, wie Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion oder Ausweitung von Mais-Monokulturen können dabei vermieden werden. Die herkömmlichen energetischen Verwertungsverfahren weisen jedoch in Bezug auf Biomasse von extensiv bewirtschaftetem Grünland einige Nachteile auf. Diese werden durch hohe Faser- und Ligningehalte im Falle der Vergärung zu Biogas und durch hohe Aschegehalte im Falle der direkten Verbrennung hervorgerufen und machen eine Verwertung vielfach unrentabel (Lemmer und Oechsner, 2001).

Vor diesem Hintergrund wurde das Verfahren der „Integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse“ (IFBB) entwickelt (Graß et al. 2007). Es hat zum

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, FG Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, Deutschland, frichter@uni-kassel.de, www.agrar.uni-kassel.de/gnr

Ziel, sowohl eine möglichst effiziente Konversion der in der Biomasse enthaltenen Energie zu realisieren, als auch im Gegensatz zu konventionellen Bioenergiesystemen, die Nutzung futterbaulich ungünstiger, aber ökologisch wertvoller Flächen zu ermöglichen. Durch hydrothermale Konditionierung und mechanische Entwässerung wird die verlustarm als Silage konservierte Grünlandbiomasse in einen faserarmen, leicht vergärbaren Presssaft und einen aschereduzierten, als Festbrennstoff nutzbaren Presskuchen separiert. Der Strom aus der Biogasproduktion des Presssaftes wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist, während die Abwärme, im Gegensatz zu vielen konventionellen Biogasanlagen, ganzjährig und vollständig zur Trocknung des Presskuchens genutzt wird. Dieser steht dann als lager- und verkaufsfähiger Brennstoff bereit und kann zu Pellets verarbeitet werden. Als drittes Produkt entsteht ein mineralstoffreicher Gärrest, der die teilweise Rückführung der Nährstoffe auf die landwirtschaftlichen Flächen gewährleistet und somit einer wichtigen Zielsetzung im ÖL, weitestgehend geschlossenen Nährstoffkreisläufen, Rechnung trägt.

Ziel der vorliegenden Studie war es, Grünlandbiomasse extensiver Standorte nach dem IFBB-Verfahren zu verwerten und das Methanpotenzial der Presssäfte in Gärversuchen sowie die Brennstoffqualität der Presskuchen zu analysieren, um daraus auf die Konversionseffizienz dieser Energiebereitstellung zu schließen.

## Material und Methoden

Das Ausgangsmaterial (AM) für die Untersuchungen stammte von fünf extensiven Grünlandflächen in den Höhenlagen der deutschen Mittelgebirge Rhön und Schwarzwald, die in einem späten ersten Schnitt (Ende Juli bzw. Ende August) beerntet und deren Biomassen zur Konservierung für 3 Monate einsiliert wurden. Bei den Flächen handelte es sich um zwei Magerrasen, ein Kleinseggenried, eine Hochstaudenflur und eine Goldhaferwiese. Nach Prüfung der Silagequalität (Geruch, Aussehen) wurde jede Silage im Rahmen der hydrothermalen Konditionierung in drei verschiedenen Temperaturstufen (5°C, 60°C, 80°C) mit Wasser im Verhältnis 1:4 (Silage:Wasser) für 15 Minuten gemischt. Anschließend fand die mechanische Entwässerung mit einer Schneckenpresse (Typ Av, Fa. Anhydro, Kassel) statt.

Die Presssäfte (PS) und die AM als Ganzpflanzensilagen (GPS) wurden in Batch-Versuchen mit Doppelbestimmung in 20-l-Fermentern bei 37°C für 13 (PS) bzw. 27 (AM) Tage vergoren. Als Impfsubstrat diente Gülle aus einer landwirtschaftlichen Biogasanlage. Aus den Gärversuchen wurde die spezifische Methanausbeute in Normlitern je kg organische Trockensubstanz ( $\text{NI kg}^{-1} \text{ oTS}$ ) ermittelt. Im Presskuchen (PK) und im AM wurden die Gehalte der für die Verbrennung schädlichen Elemente sowie der wasserfreie Heizwert ( $H_{u(wf)}$ ) und die Ascheerweichungstemperatur bestimmt.

Zur Berechnung der Konversionseffizienz des Verfahrens wurden Energieinput (Ernte, Lagerung, hydrothermale Konditionierung, mechanische Entwässerung, Fermenterbetrieb, Trocknung und Pelletierung der PK) und Energieoutput (Strom und Wärme aus PS, Wärme aus PK) erfasst. Der daraus errechnete Nettoenergieertrag wurde als prozentualer Anteil der in der Biomasse enthaltenen Energie (Heizwert) angegeben. Als Vergleichsverfahren diente die konventionelle GPS-Vergärung der AM.

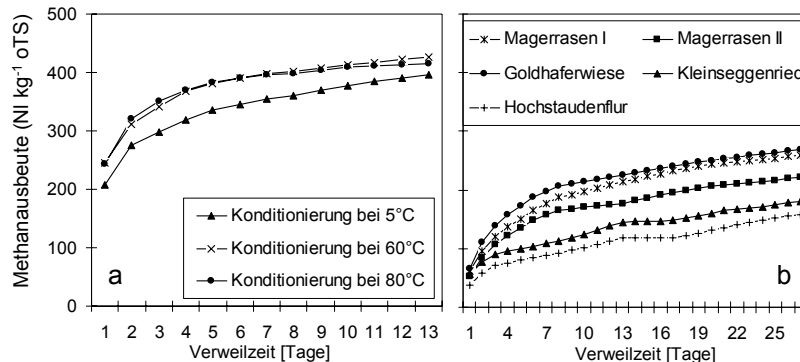
Als statistische Auswertung wurden Varianzanalysen mit den fünf Beständen als Wiederholungen auf dem Signifikanzniveau  $P < 0.05$  und Mittelwertvergleiche (Tukey Test) mit der GLM procedure in SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA) durchgeführt.

## Ergebnisse und Diskussion

Eine hohe Methanbildung in den ersten vier Tagen des Versuches (80-89% der gesamten Methanausbeute) war kennzeichnend für die Vergärung der PS (Abb. 1a).

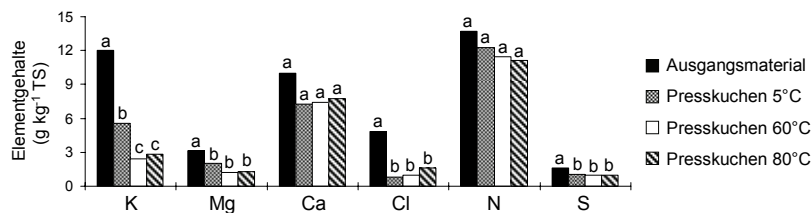


Die spezifische Methanausbeute war im Temperaturstufen-Mittel bei den warm konditionierten Varianten höher ( $60^{\circ}\text{C}$ :  $426 \text{ NI kg}^{-1} \text{ oTS}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$ :  $415 \text{ NI kg}^{-1} \text{ oTS}$ ) als bei den  $5^{\circ}\text{C}$ -Varianten ( $397 \text{ NI kg}^{-1} \text{ oTS}$ ) und lag zwischen den Extremwerten 304 (Magerrasen I,  $5^{\circ}\text{C}$ ) und 522 (Magerrasen II,  $60^{\circ}\text{C}$ )  $\text{NI kg}^{-1} \text{ oTS}$ . Die hier ermittelten spezifischen Methanausbeuten übertreffen damit deutlich die von Mais-GPS mit beispielsweise  $312\text{-}365 \text{ NI kg}^{-1} \text{ oTS}$  (Amon et al. 2007). Die Methanbildung der GPS aus dem AM erfolgte hingegen langsamer und kontinuierlicher über den gesamten Versuchszeitraum, während die spezifische Methanausbeute mit 158 (Hochstaudenflur) bis 268 (Goldhaferwiese)  $\text{NI kg}^{-1} \text{ oTS}$  deutlich geringer war (Abb. 1b)



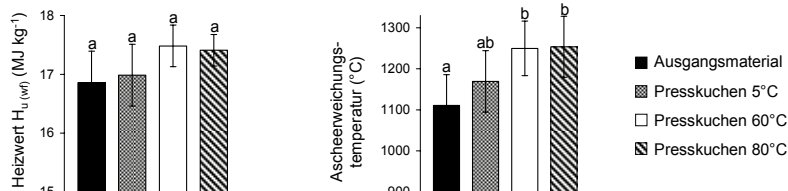
**Abbildung 1: Gärverläufe und spezifische Methanausbeuten der (a) Presssäfte bei unterschiedlichen Konditionierungstemperaturen (Mittelwerte der 5 Grünlandbestände) und (b) Ausgangsmaterialien (Ganzpflanzensilagen)**

Die Gehalte der feuerungstechnisch problematischen Elemente waren im PK gegenüber dem AM um bis zu 80% (K, Cl) bzw. 60% (Mg) reduziert (Abb. 2). K, Mg und Cl führen zur Erweichung der Asche und rufen Korrosionen im Brennkessel hervor (Hartmann, 2001). Eine stärkere Reduktion innerhalb der PK durch hohe Konditionierungstemperaturen konnte bei K (signifikant) und Mg beobachtet werden. Die vergleichsweise geringe Reduktion des Ca-Gehaltes ist positiv zu bewerten, da dieses Element der Ascheerweichung entgegen wirkt (Hartmann, 2001). Eine Minderung der emissionsrelevanten Elemente S und N fand nur in geringem Maße statt.



**Abbildung 2: Gehalte verschiedener Elemente als Mittelwerte der 5 Bestände im Ausgangsmaterial und den Presskuchen bei unterschiedlicher Konditionierung**

Im Vergleich mit dem AM zeigten sich in den PK leicht gesteigerte Heizwerte und eine signifikante Erhöhung der Ascheerweichungstemperatur (Abb. 3), die mit bis zu  $1250^{\circ}\text{C}$  das Niveau von Weidenholz aus Kurzumtriebsplantagen erreichte (Hartmann, 2001). Insgesamt wiesen die bei  $60^{\circ}\text{C}$  bzw.  $80^{\circ}\text{C}$  konditionierten PK die besten Brennstoffqualitäten auf.



**Abbildung 3: Heizwert und Ascheerweichung als Mittelwerte der 5 Bestände im Ausgangsmaterial und den Presskuchen bei unterschiedlicher Konditionierung**

Die mittlere Konversionseffizienz (Verhältnis Nettoenergieertrag zu Energiegehalt der Biomasse) lag beim IFBB-Verfahren bei 52% (5°C Konditionierung), 62% (60°C) und 59% (80°C), während sie bei der GPS-Vergärung inklusive vollständiger Abwärmenutzung nur 26% betrug. Der Anteil der elektrischen Energie am Nettoenergieertrag betrug dabei im Mittel aller Varianten 5% (IFBB) bzw. 51% (GPS-Vergärung), der Anteil der Wärmeenergie entsprechend 95% (IFBB) bzw. 49% (GPS-Vergärung).

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass mit dem IFBB-Verfahren eine viel versprechende Nutzungsalternative für schwierig zu verwertende Biomassen zur Verfügung steht, die auf ihre wirtschaftliche Realisierbarkeit hin geprüft werden muss. Bei der Erzeugung der Biomasse können naturschutzfachliche Gesichtspunkte (z.B. später Erntetermin, Erhalt von artenreichen Habitaten durch Nutzung) und geopolitische Ziele (Schonung fossiler Ressourcen, Klimaschutz) miteinander verknüpft werden. Darüber hinaus kann mit hoher Konversionseffizienz Bioenergie ohne Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion erzeugt werden. Für eine nachhaltige Flächenbewirtschaftung müssen jedoch Nährstoffzüge durch den Presskuchen (vor allem N) ausgeglichen werden.

### Literatur

- Amon T., Amon B., Kryvoruchko V., Zollitsch W., Mayer K., Gruber L. (2007): Biogas production from maize and dairy cattle manure - influence of biomass composition on the methane yield. *Agriculture, environment and the ecosystem* 118: 173-182.
- Graß R., Reulein J., Scheffer K., Wachendorf M. (2007): Innovatives Nutzungsverfahren zur energetischen Verwertung von Biomassen aus naturschutzfachlich bedeutsamen Landschaften. In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Hohenheim, 20.-23. März 2007, Band 1, S. 125-128.
- Hartmann, H. (2001): Brennstoffzusammensetzung und -eigenschaften. In Kaltschmitt, M. and Hartmann, H. (Hrsg.): *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 248-272.
- Lemmer A., Oechsner H. (2001): Kofermentation von Gras und Silomais. *Landtechnik* 56: 412-413
- Prochnow A., Heiermann M., Idler C., Linke B., Mähner P., Plöchl M. (2007): Biogas vom Grünland: Potenziale und Erträge. In: *Gas aus Gras und was noch? Schriftenreihe des Deutschen Grünlandverbandes*, 1/2007: 11-22. Deutscher Grünlandverband, Berlin.

## Untersuchungen zur Niederschlagsabhängigkeit der Verbreitung des Ampferblattkäfers (*Gastrophysa viridula*)

Hann, P.<sup>1</sup> und Kromp, B.<sup>1</sup>

*Keywords: Gastrophysa viridula, Rumex obtusifolius, organic dock regulation strategy*

### Abstract

*The broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) is a widely distributed weed of cultivated grasslands. Since the dock leaf beetle (*Gastrophysa viridula*) can defoliate docks extensively, if occurring in sufficient high densities, it is considered to be a potential part of a biocontrol strategy against *R. obtusifolius*. Our study aimed at investigating the influence of precipitation on the distribution of *G. viridula*. For that, 635 questionnaires were sent out to organic farmers and surveys were conducted on 39 farms in Lower Austria. The results showed *G. viridula* preferring regions with sufficient precipitation. These observations confirmed laboratory results reported in literature and should be considered in a concept for the enhancement of dock beetle populations as part of an organic dock regulation strategy.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Stumpfblättrige Wiesenampfer (*Rumex obtusifolius*, Fam. Polygonaceae) ist ein häufiges Unkraut im intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland, das bei starker Verunkrautung Futterertrag und Qualität (Fössleitner 2001) vermindern kann. Nachdem der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula*, Fam. Chrysomelidae) den Ampfer selektiv und bei ausreichender Dichte vollständig abfrisst, bietet er sich für die Einbindung in ein Programm zur herbizidfreien, biologischen Ampferbekämpfung an. Zur Abhängigkeit von *G. viridula* von klimatischen Faktoren gibt es in der Literatur nur wenige Angaben, die bislang vorwiegend auf Laboruntersuchungen basieren. So bezeichnen ihn Hilterhaus (1965) und Renner (1970) als relativ empfindlich gegen niedrige Luftfeuchte, besonders in Verbindung mit hohen Temperaturen. Einige Arbeiten wie Benz (1982) beschreiben eine Vorliebe des Käfers für feuchte Standorte.

In einer Studie am Institut Bio Forschung Austria wurde der Einfluss von Klima und Mikroklima auf *G. viridula* sowohl allgemein als auch im Zusammenhang mit fördernden Bewirtschaftungsmethoden anhand von Freilandhebungen und Feldversuchen untersucht (Hann 2007). Im hier vorliegenden Teil steht die Frage nach der Niederschlagsabhängigkeit der Verbreitung von *G. viridula* im Vordergrund.

### Methoden

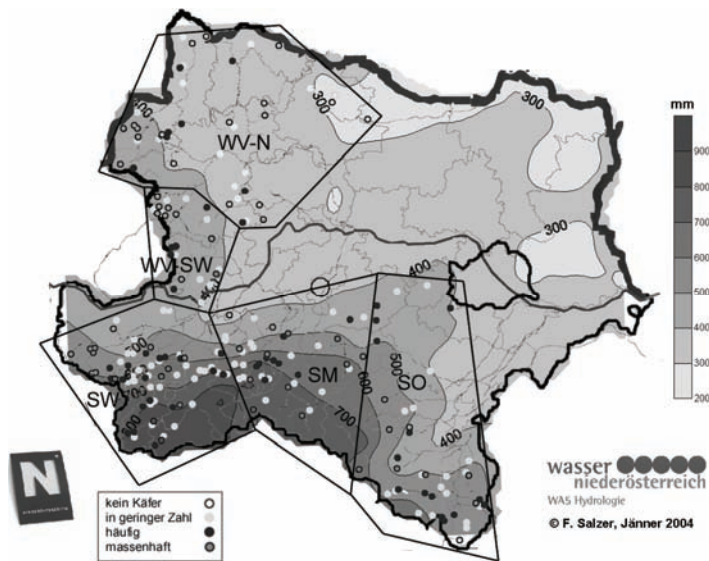
Als erster Schritt wurden im Spätsommer 2002 insgesamt 635 Fragebögen an nach den Richtlinien des biologischen Landbaus wirtschaftende Grünlandbetriebe in Niederösterreich versandt, die auch Fragen zur durchschnittlichen Stärke (kein Käfer, in geringer Zahl, häufig, massenhaft) und Häufigkeit (nie, selten, oft, massenhaft) des Auftretens von *G. viridula* enthielten. Im Sommer 2003 wurden 39 biologische Betriebe in NÖ besucht, um das Käfer- und Ampfervorkommen an insgesamt 393 Stellen vor Ort zu erheben. Die Abhängigkeit des Käferauftretens von der geographischen Region wurde mittels Chi-Quadrat-Test, die Zusammenhänge

---

<sup>1</sup> Bio Forschung Austria, Rinnböckstr. 15, 1110, Wien, Austria, office@bioforschung.at, www.bioforschung.at.

zwischen Käferauftreten und der Niederschlagsverteilung wurden mittels Korrelationsanalysen nach Spearman statistisch geprüft (Köhler et al 2002).

## Ergebnisse

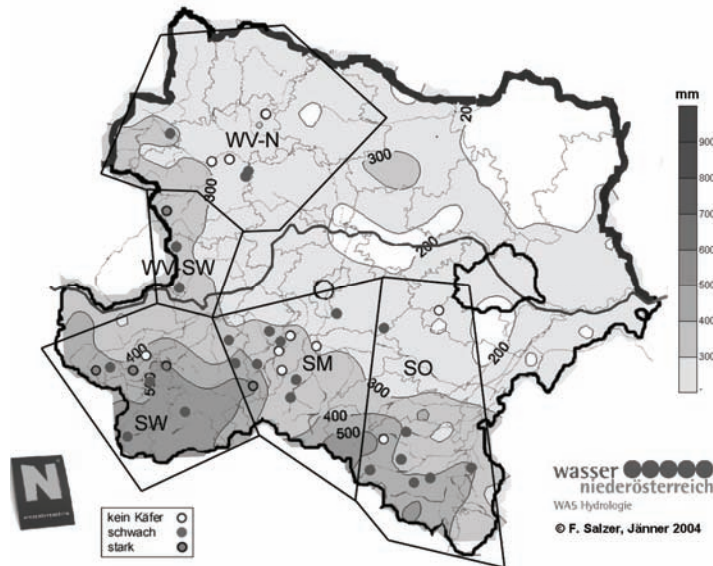


**Abbildung 1: Mittlere Niederschlagssumme von April bis August der Jahre 1991 – 2000 in Niederösterreich. Die Fragebogen-Rückmeldungen wurden von den Autoren mit Punkten verortet. Regionen: SO = südöstliches NÖ, SM = mittleres, südliches NÖ (ca. Traisen- bis Erlaufthal), WV-N = nördliches Waldviertel, SW = südwestliches NÖ (hpts. Ybbstal), WV-SW = südwestliches Waldviertel.**

Insgesamt wurden von den 635 verschickten Fragebögen 228 beantwortet (Rücklaufquote: 36%). Die Regionen „südwestliches NÖ“ (SW) und „mittleres südliches NÖ“ (SM) waren mit 400–900 mm und 400–800 mm Niederschlagssumme als niederschlagsreicher als die Regionen WV-N (300–400 mm), WV-SW (400–500 mm) und SO (400–600 mm) einzustufen (Abbildung 1). Aus diesen feuchteren Regionen kamen auch die meisten Rückmeldungen mit häufigem bis massenhaftem Käferauftreten, wobei in der Region SM 5 von insgesamt 7 Betrieben mit massenhaftem Auftreten zu finden waren (Tabelle 1). Der Anteil der Betriebe mit massenhaftem Käferauftreten stieg mit der mittleren Niederschlagssumme an (200–400 mm: 0%, 400–500: 5%, 500–600: 7%, 600–700: 6%, 700–900: 13%). Nach dem Chi-Quadrat-Test war das Käferauftreten signifikant von der geographischen Region abhängig ( $p = 0,011$ ). Die Korrelationsanalyse zeigte einen schwachen, aber hoch signifikanten Zusammenhang zwischen Käferauftreten und Niederschlagsstufe (Korrel.koeff. = 0,22;  $p = 0,001$ ).

**Tabelle 1: Anzahl der Fragebogenrückmeldungen pro Niederschlagssummenkategorie (April – August 1991-2000) und Stärke des Käferauftretens. Die zwei höchsten Werte pro Spalte sind fett gedruckt.**

Niederschlagssumme	nie	In geringer Zahl	häufig	massenhaft	Summe
200 – 400 (mm)	<b>14</b>	12	7	0	33
400 – 500 (mm)	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	3	<b>60</b>
500 – 600 (mm)	13	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>55</b>
600 – 700 (mm)	5	18	8	2	33
700 – 900 (mm)	3	16	10	<b>4</b>	33
Summe (mm)	51	97	53	13	214



**Abbildung 2: Niederschlagssumme April – August 2003. Die Lage der 2003 besuchten Betriebe wurde von den Autoren mit Punkten markiert. Regionen: SO = südöstliches NÖ, SM = mittleres, südliches NÖ (ca. Traisen- bis Erlaufthal), WV-N = nördliches Waldviertel, SW = südwestliches NÖ (hpts. Ybbstal), WV-SW = südwestliches Waldviertel.**

Im Jahr der Betriebserhebungen 2003 war der Ampferblattkäfer vor allem im östlichen NÖ nur schwach vertreten (Abbildung 2). Besonders der östliche Bereich der Region SM und der nördliche Bereich der Region SO zeichneten sich mit einer Niederschlagssumme von nur 200–400 mm von April bis August durch starke Niederschlagsdefizite gegenüber dem 10-jährigen Mittel aus. Im südwestlichen Niederösterreich (SW), in dem sich die meisten Betriebe mit sehr starkem Käferauftreten befanden, war das Niederschlagsdefizit mit Werten von 400–500 mm durchwegs geringer. Für das Jahr 2003 ergab der Chi-Quadrat-Test keine signifikante Abhängigkeit des Käferauftretens von der Region ( $p = 0,225$ ). Der Zusammenhang zwischen Käferauftreten und Niederschlagssumme zeigte sich mit den Werten der Betriebserhebungen aber deutlicher als mit den Fragebogenangaben (Korrel.koeff. = 0,45;  $p = 0,004$ ).

## Diskussion

Die hohe Rücklaufquote der Fragebogenaktion (36%) verdeutlichte die Relevanz des Ampferproblems für die biologische Grünlandwirtschaft. Sowohl die Ergebnisse der Fragebogenaktion (Abbildung 1) als auch der Betriebserhebungen (Abbildung 2) zeigten einen positiven Zusammenhang des Käferauftretens mit den Niederschlagssummen einer Region. Diese Beobachtungen stimmen mit der im Labor beobachteten Präferenz von *G. viridula* für hohe Luftfeuchte überein (siehe Einleitung). Aufgrund dieser Ergebnisse lässt sich die Hypothese formulieren, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit eines Konzeptes zur Förderung des Ampferblattkäfers in trockeneren Gebieten bzw. in Jahren mit ungünstiger trockener Witterung niedriger ist als in niederschlagsreicheren Gebieten bzw. Jahren. Diese Hypothese wurde im Rahmen der einleitend erwähnten Studie am Institut Bio Forschung Austria mittels Feldversuchen an drei Standorten getestet. Die Ergebnisse dieser Versuche bestärken die Annahmen und sind in der Dissertation Hann (2007) dargestellt.

## Schlussfolgerungen

Die hauptsächlich auf Laboruntersuchungen basierenden Literaturangaben zur Empfindlichkeit von *G. viridula* gegenüber niedriger Luftfeuchte wurden durch Freiland-Beobachtungen untermauert und sollten in Konzepten zur Förderung des Ampferblattkäfers als Element einer biologischen Ampferregulierungsstrategie berücksichtigt werden.

## Danksagung

Unser Dank gilt dem Land Niederösterreich für die Finanzierung, Herrn Mag. Friedrich Salzer von der Abteilung für Hydrologie der Landesregierung NÖ für die Bereitstellung der Klimakarten sowie allen mitwirkenden LandwirtInnen.

## Literatur

- Benz, W. (1982): Beobachtungen zum Auftreten und zur Populationsdynamik des Ampferblattkäfers an verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg. Diplomarbeit, Universität Hohenheim.
- Hiltehaus, V. (1965): Biologisch-ökologische Untersuchungen an Blattkäfern der Gattung *Lema* und *Gastroidea* (Chrysomelidae, Col.). Z. Angew. Zoologie 52: 257–295.
- Fössleitner, F. (2001): Lösung der Ampferproblematik in Praxisbiobetrieben – Ergebnisse einer Fallstudie. 7. Alpenländisches Expertenforum, Bericht, BAL Gumpenstein.
- Hann, P. (2007): Auswirkungen einer reduzierten Grünlandbewirtschaftung auf den Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula*, Deg.) unter besonderer Berücksichtigung des Klimaeinflusses. Dissertation, Universität Wien.
- Köhler, W., Schachtel, G., Voleske, P. (2002) Biostatistik, 3. Auflage. Springer-Verlag.
- Renner, K. (1970): Zur Fortpflanzungsbiologie und Embryonalentwicklung von *Gastroidea viridula* Deg.. Zool. Anz. 175: 274–283.

## **Eigenschaften von Mischungen mit perennierenden Leguminosen und Gräsern aus dem Anbau in alternierenden Reihen unter Einbeziehung einer Hochzuckergras-Sorte**

Lasert, H.<sup>1</sup>, Köhnke, S. und Leithold, G.

*Keywords: Lotus corniculatus, Medicago sativa, Trifolium pratense, high-sugar-grass*

### **Abstract**

*Three different perennial legume species (Lotus corniculatus, Medicago sativa, Trifolium pratense) were cultivated in alternate drills with one of three different grasses each. L. corniculatus is known to be rich in tannins, which are supposed to have positive effects on protein digestion of ruminants and methane emissions. One of the grass components was a Lolium perenne cultivar (cv. Aberavon) with increased concentrations of water-soluble carbohydrates (WSC). The influence of this grass variety on forage characteristics in mixtures was tested compared to other grasses (Lolium perenne cv. Gladio and Lolium multiflorum cv. Ligrande). Dry matter yield of different mixtures was determined and concentration of WSC in herbage before ensiling was analysed. Digestibility of organic matter (DOM) in silages was determined enzymatically. Aberavon had higher contents of WSC compared to other grasses but there were no differences in DOM of silages caused by the grass cultivar. Mixtures containing Aberavon yielded less dry matter than other grasses. Dry matter yields of mixtures with L. corniculatus were similar or slightly inferior to the yield of the mixtures with M. sativa or T. pratense. Digestibility of silages including L. corniculatus was similar to M. sativa variants and even superior to T. pratense mixtures in single cases.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Im ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb haben die Anforderungen an die Qualität des Grundfutters im Zuge ansteigender Milchleistungen in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Der Mischbau von mehrjährigen Leguminosen und Gräsern hat im Hinblick auf positive Stickstoff- und Humusbilanzen sowie den ganzjährigen Erosionsschutz eine große Bedeutung im ökologischen Landbau. Deshalb ist eine Verbesserung der Futterqualität und der Silierbarkeit entsprechender Aufwüchse von hoher Priorität. Neue Züchtungen, so genannte Hochzuckergräser, versprechen höhere Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und eine verbesserte Verdaulichkeit der organischen Substanz (Merry et al. 2006). Ziel dieser Untersuchungen ist es, den Ertrag, die Futterqualität und die Silierbarkeit der Hochzucker-Gräser im Mischbau mit verschiedenen Leguminosenarten unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus zu bewerten. Von besonderem Interesse ist dabei neben den weit verbreiteten Arten *Trifolium pratense* und *Medicago sativa* die stark tanninhaltige Art *Lotus corniculatus*. In jüngerer Vergangenheit wurden einige positive Eigenschaften der Tannine bekannt, die sie für den ökologischen Landbau besonders interessant machen. Kondensierte Tannine schützen durch Komplexbildung Futterprotein vor dem mikrobiellen Abbau im Pansen und können auf diese Weise die Proteinversorgungslage des Wiederkäuers verbessern. D.h. die Proteinaufnahmeeffizienz nimmt zu und die N-Emissionen nehmen ab (Broderick 1995, Westendarp et al. 2006). Eine dezimierende Wirkung auf Protozoen und parasitäre Magen-Darm-Nematoden bei Wiederkäuern wird kondensierten Tanninen

---

<sup>1</sup> Professur für organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner-Strasse 21C, D-35394 Giessen, Deutschland, email: Harald.Lasert@agr.uni-giessen.de

ebenfalls zugeschrieben (Westendarp et al. 2006). Außerdem können tanninhaltige Futtermittel die Emission von Methangas reduzieren (Puchala et al. 2005). Überschreiten die Tannin-Konzentrationen jedoch ein gewisses Maß, kann die Verdaulichkeit bzw. die nutzbare Energie des Futters aufgrund der antibakteriellen Wirkung auf die Mikroorganismen im Pansen auch abnehmen (Westendarp et al. 2006).

## Methoden

Der Versuch wurde im Frühjahr 2006 als Lateinisches Rechteck mit 3 Wiederholungen auf dem ökologisch wirtschaftenden Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof 180 m über NN (Bodentyp: erodierte Parabraunerde) angelegt und im Folgejahr erstmals beprobt. Die Parzellengröße betrug 2,5 x 8,0 m, die Nutzungshäufigkeit 3 Schnitte a<sup>-1</sup>. Die Parzellen wurden im Anlagejahr mit 80 kg N ha<sup>-1</sup> in Form von Rindergülle gedüngt. Die Mischungen aus jeweils einer Leguminosenart (*Trifolium pratense* (TP) Sorte Lucrum, *Medicago sativa* (MS) Sorte Planet, *Lotus corniculatus* (LC) Sorte Oberhaunstädter) und einem Graspartner (*Lolium multiflorum* (LM) Sorte Ligande, *Lolium perenne* - „Hochzuckergras“ Aberavon (HZG), *Lolium perenne* - Vergleichssorte Gladio (LP)) wurden, nach Arten getrennt, in alternierenden Reihen ausgesät, so dass jedem Mischungspartner 50% der Parzellenfläche zur Verfügung stand. Der Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten (wK) im Ausgangsmaterial wurde durch die Anthronmethode (Yemm & Willis 1954) bestimmt. Für die Schätzung der Verdaulichkeit der in luftdichten Glasgefäßen über mindestens 60 Tage gelagerten Silagen wurde die enzymlösliche organische Substanz (ELOS) ermittelt. Die in den Legenden angegebenen Grenzdifferenzen (GD) beziehen sich auf ein Signifikanzniveau von 95%.

## Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 zeigt die TS-Erträge der Mischungen des Jahres 2007. Es wird deutlich, dass die Erträge der Mischungen mit Hochzuckergras-Sorte (HZG) generell niedriger sind als die der Referenzsorte (LP). Mit Ausnahme der *Medicago sativa*-Variante sind auch die *Lolium multiflorum*-(LM)-Mischungen ertragreicher als die jeweiligen Mischungen mit dem HZG. Im Vergleich der Leguminosen sind die Erträge von TP, MS und LC bei jeweils gleichem Mischungspartner auf vergleichbarem Niveau. Lediglich mit dem Mischungspartner LM erreicht TP etwas höhere Erträge als die beiden anderen Leguminosen. Eine Ursache dafür sind Schäden durch Kleinnager, die bei Rotklee (TP) überdurchschnittlich stark und bei der tanninhaltigen Leguminose Hornklee (LC) wesentlich schwächer auftreten. LC ist eine Art, die im Grünland in von *Lolium* dominierten Beständen in der Regel nur geringe Ertragsanteile erreicht, profitiert in diesem Versuch offenbar von der nach Arten getrennten Anordnung von Gras und Leguminose in alternierenden Reihen. Die Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten (Abb. 2) werden signifikant vom Graspartner beeinflusst; durch die HZG-Sorte werden die höchsten Konzentrationen erreicht. In Mischungen mit dieser Züchtung steht den Milchsäurebakterien bei der Vergärung mehr leicht verfügbares Substrat zur Bildung von Milchsäure zur Verfügung. Damit ist gerade bei Aufwüchsen von Mischbeständen mit Gräsern und Leguminosen mit meist stark puffernden Eigenschaften ein vermindertes Silierrisiko zu erwarten. Allerdings wirkt sich dieser Umstand offenbar nicht zwingend auf die Verdaulichkeit der Silagen aus (Abb. 3). Trotz der höheren wK-Gehalte im Ausgangsmaterial bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Silagen aus Mischungen mit der HZG-Sorte und den vergleichbaren Varianten mit den anderen Gräsern. Der Faktor Leguminosenart erweist sich jedoch als hoch signifikant, wobei die Varianten mit TP unerwartet schlechte Verdaulichkeiten aufweisen, die deutlich unter den Werten der Rotklee-Reinsaat (nicht dargestellt) liegen. Die höchste Verdaulichkeit weisen Mischungen mit



MS auf, die Varianten mit LC sind aber nahezu gleichwertig. Die Nutzung von LC muss jedoch relativ früh erfolgen, da die Art sowohl in Reinsaat als auch in Mischungen mit zunehmendem Alter Lignin-Konzentrationen von teilweise über 10% (Opitz v. Boberfeld & Laser 1999) erreicht, was mit einer deutlichen Abnahme der Verdaulichkeit verbunden ist.

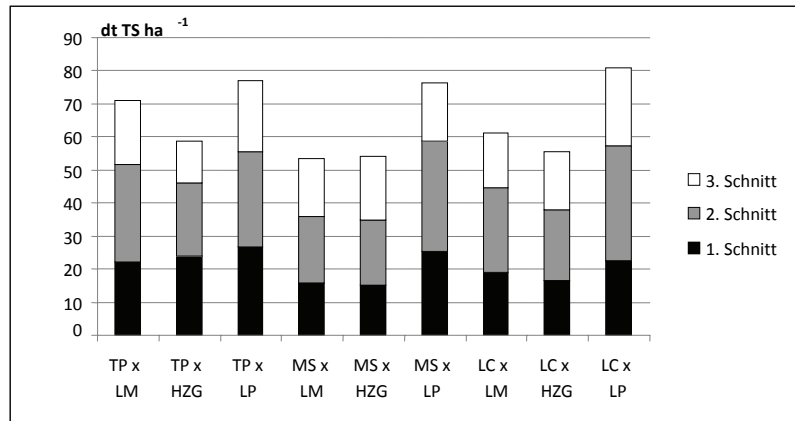


Abbildung 1: TS-Erträge der Mischungen im Jahr 2007 (GD= 4,9 dt ha<sup>-1</sup>)

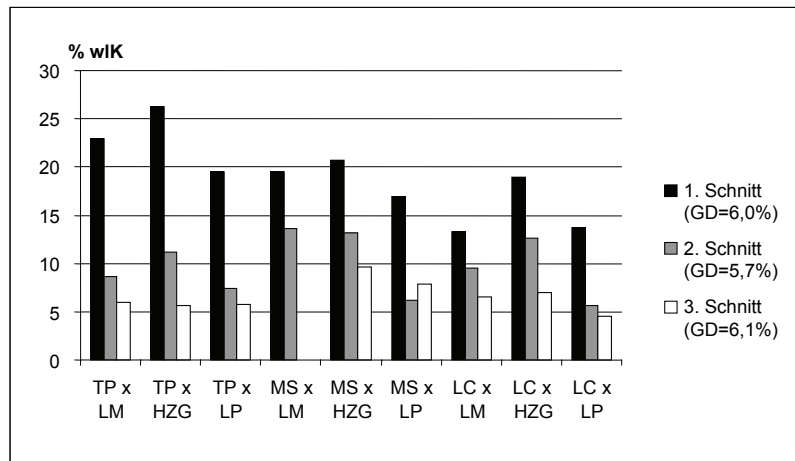


Abbildung 2: Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (wIK) im Siliergut

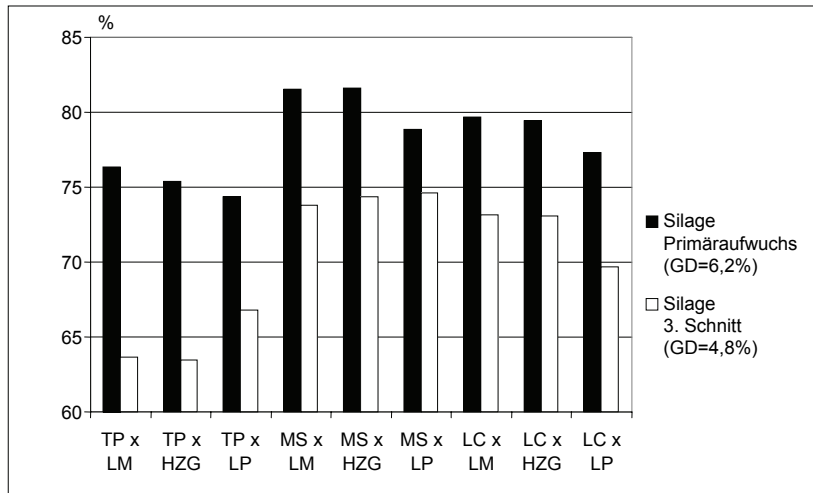


Abbildung 3: Anteil enzymlöslicher organischer Substanz (ELOS) in den Silagen

### Schlussfolgerungen

Die HZG-Sorten bieten eine Chance, die Siliereigenschaften von Mischbeständen aus Gräsern und Leguminosen durch höhere wVK-Gehalte zu verbessern, was sich jedoch nicht unbedingt in einer erhöhten Verdaulichkeit der Silagen widerspiegelt. Die höheren Zuckergehalte im Vergleich zur hier gewählten Referenzsorte müssen eventuell zumindest unter ökologischen Bedingungen (Verzicht auf mineralische N-Düngung) durch verminderte TS-Erträge „erkauft“ werden. Angesichts der zu erwartenden positiven Effekte der Tannine in *Lotus corniculatus*, seiner Anspruchslosigkeit und der vergleichsweise guten Ertragsleistung und Futterqualität in den Mischungen ist diese Leguminose für den ökologischen Milchviehbetrieb interessant. In Folgeversuchen wird derzeit geprüft, ob der hier praktizierte nach Arten getrennte Anbau in alternierenden Reihen vorteilhaft gegenüber dem Gemengeanbau ist, wenn Arten mit geringerer Konkurrenzkräft verwendet werden sollen.

### Literatur

- Broderick G.A. (1995): Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J Anim Sci* 73:2760-2773.
- Merry R.J., Le M.R.F., Davie D.R., Dewhurst R.J., Moorby J.M., Scollan N.D., Theodorou M.K. (2006): Effects of high-sugar ryegrass silage and mixtures with red clover silage on ruminant digestion. 1. *In vitro* and *in vivo* studies of nitrogen utilization. *J Anim Sci* 84:3046-3060.
- Opitz v. Boberfeld W., Laser H. (1999): Einfluß von *Lotus corniculatus* auf die Nutzungselastizität bestandsprägender Gräser der Extensiv-Weiden. *German J Agron* 3:88-93.
- Puchala R., Min B. R., Goetsch A. L., Sahl T. (2005): The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *J Anim Sci* 83:182-186.
- Westendarp H. (2006): Effects of tannins in animal nutrition 3. *Deutsche Tierärztl Wochenschrift*, 113:264-268.
- Yemm E.M., Willis A.J. (1954): The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem J* 57:85-97.

## Bewertung von Pflanzenbeständen und Milchleistung in Ökobetrieben Nordwestdeutschlands

Vormann, M.<sup>1</sup>, von Borstel, U.<sup>2</sup> und Leisen, E.<sup>1</sup>

*Keywords: Organic grassland, sward quality index, milk production*

### Abstract

*In order to produce high quality forages, the species composition of the grass sward is of special importance. A good measure for estimating the quality of grass swards is the so-called mean Futterwertzahl of the sward by Klapp (1965) which is further referred to as Sward Quality Index (SQI). On 56 organic farms the average SQI of the farm has been calculated and the yield proportion of different species of the sward has been calculated for different regions of Northwest Germany. Within 22 organic farms with grassland farming exclusively, a comparison of the milk yields (kg ECM/cow and year) and the mean SQI of the grassland has been calculated with special regard to the concentrate rates fed to the cows. In tendency the results show lower SQI in farms with lower milk yields in comparison to farms with higher SQI. However, the evaluations show high variations, indicating, that other factors (management, animal health problems, cutting dates and forage quality factors) might have influenced the result.*

### Fragestellung

Welche Zusammensetzung weist die Grünlandnarbe auf (Futterwertzahl), welche Milchleistung wird in ökologischen Grünlandbetrieben erreicht und gibt es eine Beziehung zwischen den beiden Parametern?

### Material und Methoden

- Betriebsauswahl: 56 Öko-Milchviehbetriebe, davon 22 reine Grünlandbetriebe
- Schätzung der Ertragsanteile einzelner Arten (KLAPP & STÄHLIN 1936, zit. in Voigtländer & Voss 1979) auf allen Grünlandflächen jedes Betriebes
- Mittlerer Futterwert der Bestände: errechnet anhand der Futterwertzahlen von Klapp et al. 1953 unter Berücksichtigung des Ertragsanteils jeder Art
- Milchmenge (kg ECM/Kuh\*a): verkaufte + verarbeitete + verfütterte + selbst verbrauchte Milch (Mittel der Jahre 2005 – 2007)
- Fütterungserhebung mithilfe von standardisierten Fragebögen (2005-2007)

---

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Nevinghoff 40, 48147 Münster  
www.landwirtschaftskammer.de

<sup>2</sup> ehemals Landwirtschaftskammer Hannover

## Ergebnisse und Diskussion

### Ertragsanteile

**Tabelle 1: Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen als Mittelwert von 1005 Einzelaufnahmen im Grünland von 56 Öko-Milchviehbetrieben**

	Gräser	Kräuter	Leguminosen
Ertragsanteil (%)*	80,6	13,1	6,3
davon Deutsches Weidelgras	24,3		

\* Aufnahmezeitpunkt: April/Mai

Der Ertragsanteil von Deutschem Weidelgras liegt im Mittel aller Erhebungen bei 24,3%. Dieses Niveau ist vergleichbar mit den Ergebnissen von Wachendorf & Taube (2001), die in Grünlandbeständen von 23 schleswig-holsteinischen Ökobetrieben einen Ertragsanteil von 28% ermittelten.

Dem Weißklee kommt im ökologischen Landbau eine hohe Bedeutung zu aufgrund seiner Fähigkeit zur symbiontischen Fixierung von Luftstickstoff. In den eigenen Untersuchungen erreichen die Leguminosen (v.a. Weißklee) durchschnittlich 6,3% Anteil am Ertrag in den Frühjahrsaufnahmen. (Anmerkung: im Sommer und Herbst liegen die Kleeanteile höher, wie eigene Bonituren zeigen).

### Futterwertzahl des Öko-Grünlandes in einzelnen Regionen

Anzustreben ist insbesondere in reinen Grünlandbetrieben eine möglichst hohe durchschnittliche Futterwertzahl innerhalb des Betriebes (möglichst etwa 7,0), da angenommen wird, dass nur bei guter Grundfutterqualität eine hohe Milchleistung zu erzielen ist.

Die untersuchten Betriebe im Münsterland, im Bergischen Land und in der Eifel zeichnen sich durch eine identische mittlere Futterwertzahl von 6,6 aus. Die Grünlandbestände sind gekennzeichnet durch einen hohen Anteil hochwertiger Futterpflanzen, wobei diese im Münsterland stärker grasbetont sind als im Bergland.

In den Betrieben am Niederrhein erreicht das Deutsche Weidelgras den höchsten Ertragsanteil (36,6 % EA) im Grünland, gleichzeitig die höchste Futterwertzahl von 7,0 und die niedrigste mittlere Artenzahl (13,7). Wachendorf & Taube (2001) ermittelten mit einer durchschnittlichen Futterwertzahl von 6,8 auf Öko-Grünland vergleichbare Kennwerte, die allerdings nicht die FWZ der konventionellen Flächen von 7,3 erreichten.

Auf Trockenstandorten in Übergangs- und Berglagen sinkt die Futterwertzahl auf 6,3 ab, denn dort kommen vermehrt weniger wertvolle Futterpflanzen wie das Wollige Honiggras vor und in der Krautschicht sind erhöhte Anteile von Löwenzahn (12,4% EA) zu finden. Diese Standorte sind gleichzeitig durch die höchste mittlere Artenzahl von 19,3 gekennzeichnet. Erhebungen zur Bewirtschaftung zeigen: Auf diesen Standorten treten in Trockenperioden Narbenschäden auf. Die Futterwertzahl auf den beiden untersuchten Niedermoorstandorten sinkt deutlich auf 4,8 ab. Hier fallen die Ertragsanteile von Weißklee und Deutschem Weidelgras auf ein Minimum zugunsten von Arten mit geringem Futterwert (u. a. Wolliges Honiggras) ab. Ein wesentlicher Grund dafür können erschwerte Bewirtschaftungsbedingungen (u. a. Befahrbarkeit) sein.

**Tabelle 2: Ertragsanteile bestandsbildender Arten sowie mittlere Arten- und Futterwertzahl von Öko-Grünland in verschiedenen Regionen Nordwestdeutschlands**

Standort	FWZ*	Nieder-moor	Trocken-standorte in Über-gangs- und Berglagen	Nieder-rhein	Berg-land <sup>1)</sup>	Münster-land
Anzahl Betriebe		2	9	7	16	19
Weißklee	8	1,3	7,7	6,6	7,0	5,3
Dt. Weidelgras	8	2,4	21,0	36,6	24,2	25,6
Gemeine Risppe	7	10,8	10,6	15,5	10,9	21,1
Wiesenfuchssch.	7	11,5	9,8	17,9	13,0	12,2
Woll.Honiggras	4	24,6	10,5	3,0	8,6	10,4
Löwenzahn	5	1,4	12,4	7,3	11,1	8,3
Mittl. FWZ		4,8	6,3	7,0	6,6	6,6
Mittlere Artenzahl		15,3	19,3	13,7	17,1	14,1
Gräser		90	74	82	78	83
Kräuter		9	17	11	15	11
Leguminosen		1	9	7	7	6

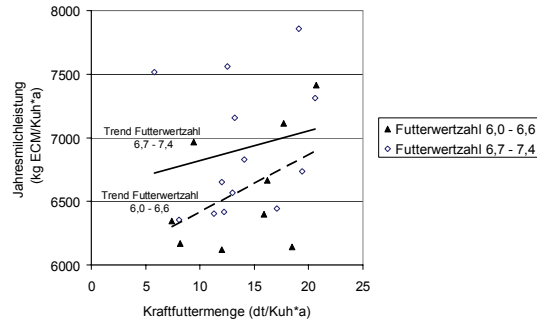
\* FWZ=Futterwertzahl nach KLAPP & STÄHLIN (1936)

<sup>1)</sup> Bergisches Land und Eifel

### Milchleistung, Kraffuttermenge und Futterwertzahlen

In der folgenden Abbildung wird die Milchleistung in 22 ausgewählten Grünlandbetrieben in Abhängigkeit von der Kraffuttermenge der ermittelten durchschnittlichen Futterwertzahl gegenüber gestellt. Die Darstellung erfolgt getrennt für die Betriebe, deren Grünlandbestände durch niedrigere (6,0 – 6,6) bzw. höhere (6,7 – 7,4) Futterwertzahlen gekennzeichnet sind.

Die Milchleistung im Mittel der Jahre 2005 bis 2007 variiert in den 22 ausgewerteten Öko-Grünlandbetrieben zwischen 6120 und 7859 kg ECM/Kuh\*Jahr. Tendenziell weisen Betriebe mit höherer Futterwertzahl höhere Milchleistungen auf als Betriebe mit futterwirtschaftlich weniger wertvollen Grünlandbeständen. Diese Beziehung gilt auch dann, wenn relativ hohe Kraffuttermengen gefüttert werden (bis zu 20 dt/Kuh\*Jahr). Allerdings zeigt die Auswertung eine große Streuung. Hier können viele Einflussfaktoren wirksam sein, die die Milchleistung beeinflussen, aber nicht erfasst wurden (beispielsweise Management, Krankheiten, Schnitttermine in einzelnen Jahren etc.) Auch die durchschnittliche Futterwertzahl ist in ihrer Aussage begrenzt, z.B. wenn schnell alternde, aber wertvolle Futterpflanzen wie der Wiesenfuchsschwanz (Futterwertzahl 7) aus standortbedingten Gründen nicht rechtzeitig geerntet werden können und somit der tatsächliche Futterwert schnell sinkt.



**Abb. 1: Milchleistung, Kraffuttermenge und Futterwertzahlen in 22 Öko-Grünlandbetrieben**

Milchleistung und Kraffuttermenge: 3-jähriges Mittel, unberücksichtigt: Moor- und Trockenstandorte.

### Schlussfolgerungen

Die vorliegende Auswertung zeigt, dass Betriebe mit höherer Futterwertzahl des Grünlandes gekennzeichnet sind durch eine tendenziell höhere Milchleistung als Betriebe mit futterwirtschaftlich weniger wertvollen Grünlandbeständen. Auch in Öko-Grünlandbetrieben sollte deshalb großes Augenmerk auf die Bestandeszusammensetzung der Grünlandflächen gelegt werden, um optimale Voraussetzungen für die Ernte guter Grundfutterqualitäten zu schaffen. In betriebswirtschaftlicher Hinsicht gewinnt diese Frage aktuell vor dem Hintergrund hoher Kraffuttermenge an Bedeutung.

### Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes und der EU durchgeführt.

### Literatur

- Klapp E. & Stählin A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Verlag E. Ulmer, Stuttgart.
- Klapp E., Boeker P., König F. & Stählin A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Grünland 2, S. 38-40.
- Voigtländer G. & Voss N. (1979): Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Verlag E. Ulmer, Stuttgart.
- Wachendorf M. & Taube F. (2001): Artenvielfalt, Leistungsmerkmale und bodenchemische Kennwerte des Dauergrünlands im konventionellen und ökologischen Landbau in Nordwestdeutschland. Pflanzenbauwissenschaften 5 (2), S. 75-86.

## Versuche zum Falschen Saatbett bei Winterweizen

Verschwele, A.<sup>1</sup>

*Keywords: sowing time, seed density, weeds, protein content, grain yield*

### Abstract

*The effect of the false seedbed technique on weed abundance and yield has been tested in organically grown winter wheat at 3 trials (2005-2007). The investigations were focussed on the evaluation of the different effects of the false seedbed and, in addition, the late sowing date. Early sowing resulted in high weed density and also low grain yield in all years. Also there was no clear proof, that the false seed bed technique results in lower weed infestation. Weed density and crop yield were on the same level as the late sown winter wheat with only one pass of seed bed preparation. In a long-term the false seedbed might reduce the weed seed bank, but due to the more intensive soil tillage there is also a high risk of sealing. Therefore the false seedbed technique can not be recommended especially for silty soils.*

### Einleitung und Zielsetzung

Durch eine verzögerte Aussaat von Winterweizen kann bekanntlich der Unkrautdruck deutlich reduziert werden. Das Verfahren „Falsches Saatbett“ bedeutet, dass 2-4 Wochen vor der eigentlichen Aussaat bereits eine intensive Bodenbearbeitung erfolgt. Die hierdurch zur Keimung angeregten Unkräuter werden so durch die zweite (richtige) Sattbettbereitung mechanisch vernichtet. Obwohl hierzu bereits positive Erfahrungen vorliegen (Rasmussen 2004), ist bislang kaum untersucht worden, welcher im Vergleich zur späten Aussaat zusätzliche Unkrauteffekt durch das Falsche Saatbett erzielt wird. Vor allem in schluffreichen Böden, die zur Verschlämmung neigen, kann es vorteilhaft sein, auf eine zweimalige Saatbettbereitung zu verzichten und zur indirekten Unkrautbekämpfung lediglich die Aussaat zu verzögern.

### Methoden

Auf der Versuchsfläche zum Ökologischen Landbau des Julius Kühn-Instituts wurden von 2005 bis 2007 drei faktorielle Versuche in Winterweizen (Sorte ‚Bussard‘) durchgeführt. Vorrucht war in allen Versuchen Winterraps. Folgende Varianten wurden in Parzellen von jeweils 120 m<sup>2</sup> in 6-facher Wiederholung geprüft:

- a) Saatsystem: Frühe Saat, Falsches Saatbett, Späte Saat
- b) Saatstärke: 300 und 450 Körner m<sup>-2</sup>

Vor dem ersten Aussaattermin wurde die gesamte Fläche gepflügt, zur Aussaat kam eine Kreiseleggen-Drillmaschinen-Kombination zum Einsatz. Die frühe Aussaat erfolgte in den drei Jahren zwischen dem 29.09. und 5.10., zum selben Zeitpunkt wurde der Boden in der Variante Falsches Saatbett mit einer Kreiselegge saarfertig bearbeitet. Der späte Aussaattermin lag zwischen dem 26.10 und 31.10. Zur Unkrautbekämpfung wurde Mitte April und Anfang Mai zweimal ein Hackstriegel eingesetzt. Erhoben wurden mehrfach (BBCH 13-21, 25-29, 37-41, 61-65) die Merkmale Unkraut-Deckungsgrad sowie Deckungsgrad, Wuchshöhe und Beschattung der Kultur. Zum Versuchsende wurden Dichte und Sprossmasse der Unkräuter sowie

---

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut, Messweg 11-12, 38104 Braunschweig, Deutschland, arnd.verschwele@jki.bund.de, www.jki.bund.de

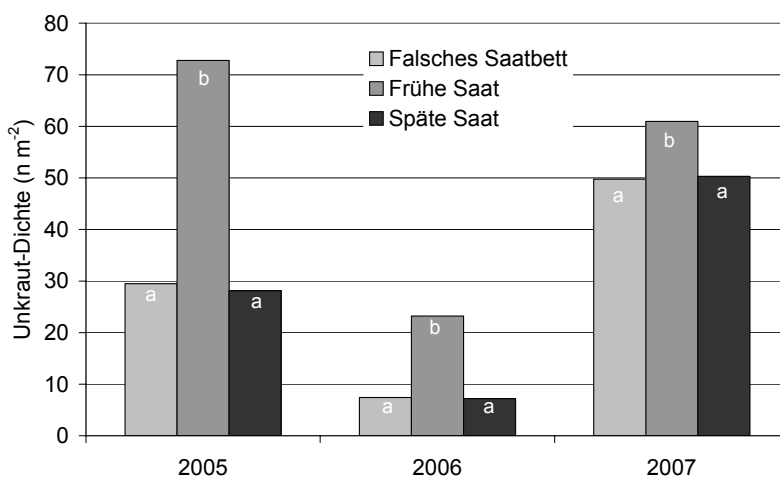
der Kornertag und Korn-Proteingehalt des Winterweizens erfasst. Die statistische Auswertung der Ergebnisse (Datenverteilung, ANOVA, Tukey-Mittelwertvergleiche) erfolgte mit dem Programm Statgraphics Plus (Version 5.1).

## Ergebnisse und Diskussion

Die Varianzanalyse ergab einen hoch signifikanten Effekt des Saatsystems auf die Verunkrautung (Dichte und Sprossmasse), während die Saatstärke nicht die Unkraut-Dichte, wohl aber die Unkraut-Sprossmasse stark beeinflusste (Tab. 1).

**Tabelle 1: Signifikanzniveau (P) für Hauptmerkmale in Abhängigkeit der geprüften Faktoren**

Faktor	Unkraut-Dichte	Unkraut-Sprossmasse	Kornertag	Proteingehalt
Hauptwirkungen:				
A) Saatsystem	0,00	0,00	0,00	0,28
B) Saatstärke	0,84	0,01	0,03	0,28
C) Jahr	0,00	0,00	0,00	0,00
Wechselwirkungen:				
AB	0,39	0,73	0,96	0,84
AC	0,00	0,00	0,01	0,00
BC	0,52	0,25	0,62	0,71



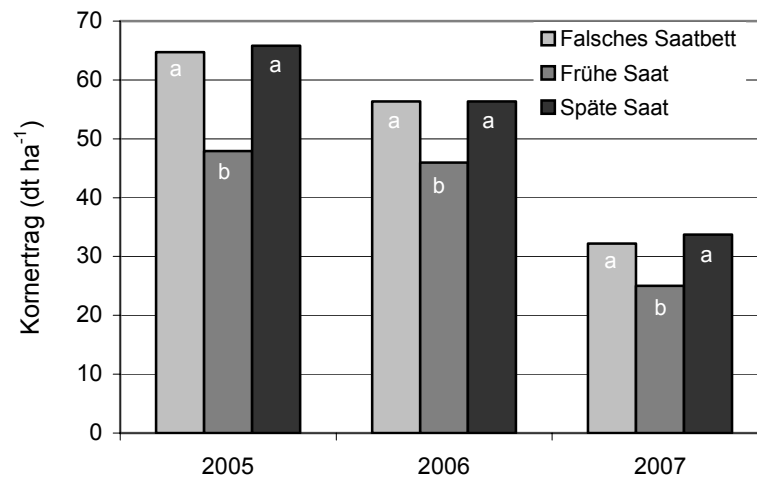
**Abbildung 1: Unkrautdichte im Frühjahr (BBCH 13-21, vor der Bekämpfung) in Abhängigkeit von Saatsystem und Jahr**

Zu den dominierenden Unkrautarten zählten während des gesamten Versuchszeitraums *Alopecurus myosuroides*, *Lamium* spp., *Stellaria media* sowie *Veronica hederifolia*. Die Dichte der Unkräuter zu Vegetationsbeginn war im früh gesäten Winterweizen am höchsten, zwischen den Varianten Falsches Saatbett und Späte Saat gab es jedoch in keinem der drei Jahre signifikante Unterschiede (Abb. 1).



Bei früher Aussaat liefen nicht nur mehr Unkräuter auf, auch die Mortalität über Winter war im Vergleich zur späten Aussaat geringer. Darüber hinaus wurde in dieser Variante in 2 von 3 Jahren die höchste Unkraut-Sprossstrockenmasse ermittelt (2005: 33 g m<sup>-2</sup>, 2006: 28 g m<sup>-2</sup>).

Die zweifache Saatbettbereitung hatte somit keine zusätzliche Bekämpfungswirkung in der Kultur. Weil dadurch aber Unkräuter vor bzw. während der Aussaat vernichtet werden, kann das Falsche-Saatbett-Verfahren langfristig zu einer Reduktion des Bodensamenvorrats führen (Rasmussen 2004, Melander et al. 2005). Dies wird jedoch nur gelingen, wenn die Bedingungen zum Zeitpunkt der Saatbettbereitung günstig sind. Die Unkräuter müssen gleichmäßig auflaufen und zum Zeitpunkt der mechanischen Bearbeitung, wie z.B. durch Striegel oder Kreiselegge, klein sein. Ist aufgrund ungünstiger Witterung die Bodenbearbeitung und Aussaat des Winterweizens nicht oder nur sehr spät möglich, können die Nachteile des Falschen Saatbetts überwiegen. In den vorliegenden Untersuchungen waren die Aussaatbedingungen auch beim späten Saattermin günstig. So unterschieden sich die Kornerträge der Varianten Falsches Saatbett und Späte Saat nicht signifikant voneinander. Entgegen den Erwartungen führte die frühe Aussaat des Weizens in allen Jahren zu den geringsten Erträgen (Abb. 2).



**Abbildung 2: Kornertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von Saatsystem und Jahr**

Offensichtlich führte die starke Verunkrautung vor allem in dem früh gesäten Winterweizen zu starker Konkurrenz und demzufolge zu deutlichen Ertragsdepressionen. Eine multiple Regressionsanalyse ergab einen engen Zusammenhang zwischen Unkrautdichte zu BBCH 13-21 und Ertragsunterschieden ( $R^2=0,84$ ).

Es ist jedoch anzunehmen, dass die Unterschiede zwischen den Saatvarianten nicht allein durch die Art und Höhe der Verunkrautung zu erklären sind, sondern auch andere, nicht näher untersuchte Faktoren eine Rolle spielen: Die geringeren Erträge im früh gesäten Weizen können auch mit der Stickstoff-Mineralisation zusammenhängen. Die im Ökologischen Landbau häufig beobachtete verzögerte Stickstoffnachlieferung hat sich bei den spät gesäten Varianten offensichtlich weniger nachteilig

ausgewirkt und so zu höheren Erträgen als bei der Frühsaat geführt. Positive Effekte der späten Saat auf den Proteingehalt im Korn waren jedoch nicht eindeutig festzustellen: Zwar lagen in 2 der 3 Versuche (2005 und 2006) die Proteingehalte der späten Saaten signifikant über denen der Frühsaat, im Jahr 2007 war es jedoch umgekehrt (Tab. 2).

**Tabelle 2: Proteingehalte (%) im Erntegut von Winterweizen in Abhängigkeit von Saatsystem und Jahr (Signifikanztests innerhalb der Jahre)**

Jahr	Falsches Saatbett	Frühe Saat	Späte Saat	Mittelwert
2005	8,6 b	7,5 a	8,7 b	8,3 a
2006	9,7 b	9,4 a	9,9 c	9,7 b
2007	9,5 a	10,6 c	9,1 b	9,7 b
Mittelwert	9,3 a	9,2 a	9,3 a	9,2

Abschließend lässt sich festhalten, dass das Falsche-Saatbett-Verfahren bei Wintergetreide - im Vergleich zur späten Aussaat - wenig zur Unkrautbekämpfung beiträgt, nachteilig aber das Verschlämmungsrisiko zumindest auf schluffreichen Standorten deutlich erhöht. In anderen Kulturen mit geringer Konkurrenzkraft und mit begrenzten Möglichkeiten der direkten Unkrautbekämpfung kann das Falsche Saatbett dennoch eine wirkungsvolle Option sein. Ob durch diese Methode tatsächlich langfristig der Bodensamenvorrat an Unkräutern verringert werden kann, ist bislang nicht untersucht worden. Insgesamt werden jedoch andere Maßnahmen wie Fruchtfolge, Grundbodenbearbeitung und Kulturführung die Verunkrautung im Ökologischen Landbau stärker beeinflussen (Barberi, 2002).

### Danksagung

Ich danke Frau Martina Kracht und Herrn Werner Lühr für die ausgezeichnete Betreuung der Versuche.

### Literatur

- Barberi, P. (2002): Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research* 42 (3), 177-193
- Melander, B; Rasmussen, Ilse A; Barberi, P (2005): Integrating physical and cultural methods of weed control - Examples from European research. *Weed Science* 53 (3), 369-381.
- Rasmussen, Ilse A. (2004): The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Research* 44 (1), 12-20.

## Bicropping-Verfahren von Winterungen (Getreide und Raps) mit Beisaaten abfrierender Körnerleguminosen

Bachinger, J.<sup>1</sup> und Fischer, H.

*Keywords: winter crops, non-hardy grain legumes, N-supply*

### Abstract

*Bicropping systems based on forage legumes undersown in winter cereals can achieve yield and quality improvements with sufficient water supply during the main growth phase, but fail under dry site conditions (continental climate, sandy soil). To improve the N-supply without the risk of interspecific water and nutrient competition, bicropping systems were developed with simultaneously or parallel intercropped non-hardy grain legumes at in early sown winter cereals or oil seed rape. They were tested in practice with on-farm experiments carried out in Brandenburg and Bavaria. Besides a sufficient erosion protection, a significant N-input can be achieved with grain legumes in autumn especially within rape and early sown winter cereals. But only cereals showed a significant increase of yield and quality. Lodging frozen biomass (e.g. pea) can cause yield losses in rape.*

### Einleitung und Zielsetzung

Besonders in Marktfruchtbetrieben auf leichten trockenen Standorten ist im Ökologischen Landbau eine bedarfsgerechte N-Versorgung von Winterungen kaum zu erreichen. Bicroppingverfahren mit Kleeuntersaaten können wegen Wasserkonkurrenz Ertragseinbußen verursachen. Durch die Untersaat von Körnerleguminosen besteht bei früh gesättem Wintergetreide und Winterraps die Möglichkeit der N<sub>2</sub>-Fixierung. Zu testen war, ob die schnelle Herbstentwicklung von Körnerleguminosen gerade bei früh gesättem Winterweizen und Winterraps eine verbesserte N-Versorgung und Unkrautunterdrückung ohne interspezifische Konkurrenz ab Frühjahr gewährleistet.

### Material und Methoden

Im Rahmen von Exaktversuchen auf den Flächen des ‚Modellbetriebes Organischer Landbau Müncheberg‘ und von On-Farm-Versuchen (Langparzellenversuche 2x3 Wdh.) in Zusammenarbeit mit Biobetrieben in Brandenburg und Bayern wurden 2004/05 und 2005/06 verschiedene Varianten folgender Bicropping-Anbauverfahren a) Wintergetreidefrühsaaten und b) Winterraps mit Körnerleguminosenbeisaaten auf ihren Einfluss auf Ertrag, Qualität, Verunkrautung, Deckungsgrade während der vegetationsfreien Zeit, Biomassentwicklung, N-Akkumulation und N<sub>min</sub>-Gehalte vor Winter und die Vegetationsentwicklung im Frühjahr untersucht.

a) Wintergetreidefrühsaaten (Winterweizen, -roggen u. Triticale) mit Körnerleguminosenbeisaaten (Ackerbohne, blaue Lupine, Esparsette, Futtererbse, Sommerwicke)

b) Winterraps mit Erbsen- bzw. Lupinenbeisaaten mit Hilfe einer Spezialdrillmaschine in alternierenden Drillreihen mit jeweils angepassten Saatmengen und -tiefen.

---

<sup>1</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Institut für Landnutzungssysteme Eberswalder Straße 84, 15374, Müncheberg, Deutschland, jbachinger@zalf.de

## Ergebnisse und Diskussion

Die Versuche in Bayern zeigten im Gegensatz zu denen in Brandenburg, bedingt durch eine deutlich bessere Untersaatenbiomasseentwicklung z.T. erhebliche direkte Ertragseffekte bei Winterweizen bis zu 7 dt ha<sup>-1</sup> (Tab. 1) und bei Winterroggen bis zu 10 dt ha<sup>-1</sup>. Bei Winterweizen war im Vergleich zur späteren Saat, durch die Untersaaten nur eine Kompensation der saatzeitbedingten Mindererträge der Frühsaaten (erste Septemberhälfte) ohne Untersaat zu beobachten. Der bei Frühsaaten mehrfach beschriebene Verdünnungseffekt auf den Rohproteingehalt kann durch die verbesserte N-Versorgung aus gut entwickelten Beisaaten bei ebenfalls verbesserter Kornfüllung kompensiert werden (Tab. 1). Ein effektiver Schutz vor Wassererosion mit über 50% Deckungsgrad kann bei Weizen mit legum. Untersaaten erreicht werden.

In Raps wurde deutlich mehr legume Biomasse mit N-Aufnahmen über 80 kg N ha<sup>-1</sup> vor Winter ausgebildet (kalkulatorisch > 50% aus der symb. N<sub>2</sub>-Fixierung). Dennoch führten gut entwickelte legume Beisaatbestände bei Raps bis Winter zu deutlich geringeren N-Aufnahmen (Tab 2) und reduzierten bei Erbse nach dem Abfrieren den Rapsbestand zusätzlich. Bis zur Winterrapsblüte konnte die N-Aufnahme bei den Varianten mit Untersaat nicht erreicht werden. Ertragsergebnisse konnten witterungs- bzw. schädlingsbedingt in keinem der beiden Versuchsjahre erzielt werden.

**Tabelle 1: Erträge [dt ha<sup>-1</sup>], Rohproteingehalte [%] und TKM-Werte [g] von Winterweizen verschiedener Saatvarianten; Praxisversuche Bayern 2006**

Betrieb:	a		b			c		d		
	Ertrag	TKM	Ertrag	RP	TKM	Ertrag	TKM	Ertrag	RP	TKM
SoWi <sup>1)</sup>	18,9	38,0 a	44,3 a	11,7 a	42,7 b	57,6 b	46,1 b	61,0 b	11,8 a	45,9 a
AB/FE <sup>2)</sup>	20,4	37,2 a	45,1 a	11,7 a	43,5 b	54,0 ab	45,7 b	57,2 b	12,3 ab	44,5 a
ohne	18,6	38,5 a	45,4 a	11,7 a	42,2 b	50,2 a	44,1 ab	55,3 a	11,7 a	45,3 a
Spät	–	–	45,5 a	12,0 a	37,3 a	52,8 ab	42,5 a	56,8 ab	12,7 b	43,0 a

<sup>1)</sup> SoWi = Sommerwicke ; <sup>2)</sup> AB = Ackerbohne (Betrieb b, d) FE = Futtererbse (Betrieb a, c); (unterschiedl. Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede; HSD ( $\alpha = 0,05$ ))

**Tabelle 2: Stickstoffaufnahme im Aufwuchs von Winterraps, legum. Beisaaten und Unkraut zu Vegetationsende; Praxisversuche Brandenburg 2004/5 u. 2005/6**

Untersaat-variante	08.11.2004				24.10.2005			
	Raps	Körner-legum.	Unkraut	ges.	Raps	Körner-legum.	Unkraut	ges.
	[kg N ha <sup>-1</sup> ]							
ohne	51,8 a	–	9,7 b	64,4	129,7 b	–	< 0,5	129,7
Erbse	24,4 b	84,1 a	3,9 a	112,4	109,2 ab	24,4 a	< 0,5	133,6
bl. Lupine	27,6 b	49,8 a	3,5 a	80,9	100,1 a	5,5 b	< 0,5	106,6

Die Arbeiten wurden in Kooperation mit Bioland Erzeugerring Bayern e.V. und Gut Wilmersdorf GbR durchgeführt und durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und das Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg gefördert.

## **Wirkung eines Mischanbaues von Weizensorten auf Anbaueigenschaften, Krankheiten, Ertrag und Qualität unter den Bedingungen des Biolandbaues**

Flamm, C.<sup>1</sup>

*Keywords: variety mixtures, winter wheat, yield, quality, yield stability*

### **Abstract**

*According to literature varieties behave differently in mixtures than in pure populations. Two 2-component variety mixtures of Austrian winter wheat genotypes (Capo-Erla Kolben and Capo-Exklusiv) and their component varieties have been grown in five experiments in organic farming systems over 3 years. The genotypes were chosen on contrasting levels of resistance against diseases and differences in yield and quality parameters. In the experiments the appearance of diseases, yield and quality parameters of mixtures were compared to pure stands.*

*No investigated parameter on the field (lodging, diseases, leaf ripening and yield) showed statistical approved differences (T-test) between the mixture and the calculated middle of the two components. The same applied to the quality parameters. Nevertheless, the character gluten content showed a trend to increase in the mixtures compared to the components. However, yield stability increased significantly due to the mixture.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Getreidezüchter bringen laufend neue Sorten auf den Markt, die teilweise über bessere Anbaueigenschaften verfügen (AGES 2008). Eine Sorte mit sehr guten Resistenzen gegenüber allen Krankheiten, kombiniert mit höchsten Erträgen und guter Qualität, wird es jedoch auch zukünftig kaum geben. Sortenmischungen versprechen eine Verbesserung dieser Lage. Laut Literatur (Finckh 2002, Husemann 2003) verhalten sich Sorten in Mischungen anders als in Reinbeständen. Der Befall von Pflanzenkrankheiten wird durch Mischungen reduziert (Ramgraber 1990, Beer 1994). Weiters erhöht sich durch Mischungen die Ertragsstabilität, die Qualitätsparameter werden aber meist nur gering beeinflusst (Finckh et al. 2005). Unter Biobedingungen wurden diese Untersuchungen in Österreich noch nicht ausreichend in Exaktversuchen durchgeführt. Deshalb sollten die Auswirkungen auf Anbaueigenschaften, Krankheiten, Ertrag und Qualität von Winterweizen-Sortenmischungen im Vergleich zu den Reinbeständen erhoben werden.

### **Methoden**

In den Jahren 2006 bis 2008 wurden an 5 biologisch bewirtschafteten Wertprüfungs-Standorten (AGES 2002 u. 2008) im österreichischen Trockengebiet (Loosdorf, Obersiebenbrunn und Sitzendorf) und im Alpenvorland (Lambach und Oftring bzw. Thening) neben den Winterweizensorten Capo, Erla Kolben und Exklusiv auch Mischungen von Capo mit Erla Kolben sowie Capo mit Exklusiv geprüft. Die drei Sorten weichen genetisch sowie in ihren Eigenschaften deutlich voneinander ab. Die

---

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien, Österreich, E-Mail: clemens.flamm@ages.at, www.ages.at

Auswahl der Sorten erfolgte auf Grund von Unterschieden in der Krankheitsresistenz, im Wuchsverhalten und Ertrag. Damit sollten einander ergänzende Eigenschaften erreicht werden. Bei der Reifezeit wurde auf möglichst hohe Ähnlichkeit geachtet (Beer 1994). Die Mischungen wurden – bezogen auf die Zahl keimfähiger Körner – im Verhältnis 1:1 ausgesät.

In den einfaktorischen Versuchen variierten die Parzellengrößen von 8,5 bis 10 m<sup>2</sup> bei 3-4-facher Wiederholung. Krankheiten wurden nach dem Notenschema 1 bis 9 erhoben (1 = sehr geringe Lagerung, sehr geringer Krankheitsbefall, sehr geringe Blattabreife, ... 9 = sehr starke Lagerung, sehr hoher Krankheitsbefall, vollständige Blattabreife; BFL 2002).

Für die Beurteilung der Ertragssicherheit wurde das dynamische Konzept gewählt, nach dem eine Sorte dann stabil ist, wenn die Genotyp-Umwelt-Wechselwirkungen möglichst gering sind. Dazu wurde die Methode der Standardabweichung der Relativträge (Schwarzbach 1989) sowie die Ökovalenz (Summe der Abweichungsquadrate der Sorte, Wricke 1962) verwendet. Da diese Methoden nicht berücksichtigen, dass Sorten in unterschiedlicher Weise auf einen Umweltgradienten reagieren können, wurden die Versuche des Trocken- und Feuchtgebietes separat verrechnet. Zur Verbreiterung der Datenbasis wurden in diese Berechnungen auch noch vier weitere Sorten in die Berechnungen einbezogen.

Qualitativ wurden das Tausendkorngewicht (g, TS), das Hektolitergewicht (kg), der Proteingehalt (%), nach Dumas), der Feuchtkleber gemäß ICC-Standard Nr. 137, die Quellzahl (Berliner und Koopmann 1929), der Sedimentationswert gemäß ICC-Standard Nr. 116/118 sowie die Fallzahl gemäß ICC-Standard Nr. 107 festgestellt.

### Ergebnisse und Diskussion

Bei den Feldparametern wurden keine statistisch absicherbaren Unterschiede (T-Test) zwischen dem Mittel der Einzelkomponenten und der Sortenmischung festgestellt. Bei Braunrost und Blattseptoria (*S. nodorum*) entsprach der Befall weitgehend dem rechnerischen Mittel der Komponenten. Ähnlich verhielten sich auch die Standfestigkeit und die Blattabreife. Ergebnisse von Ramgraber et al. (1990) konnten somit nicht bestätigt werden.

Die Mittelwerte der Reinsorten dieser Parameter korrelierten mit den Mischungen sehr hoch ( $r = 0,76^*$  bis  $0,98^{**}$ ). Nur bei der Virösen Gelbverzwergung war wegen der geringen Streuung die Korrelation nicht signifikant.

Unterschiede zwischen den beiden Mischungen waren von den jeweils verwendeten Genotypen abhängig. So lagen zum Beispiel die Braunrost- und Lagerungswerte von Capo und Erla Kolben höher als bei Capo und Exklusiv, da Erla Kolben dafür anfälliger ist. Der Befall wurde an der gesamten Parzelle festgestellt, nicht jedoch an der Einzelpflanze. Aussagen über gegenseitige Beeinflussung der Sorten sind somit nicht möglich.

Der Korntrag und die meisten Qualitätsmerkmale der Sortenmischungen lagen ebenfalls in der Nähe des errechneten Mittels (Tab.1). Eine Ausnahme stellte das Merkmal Klebergehalt dar. Dieser erhöhte sich bei Capo und Erla Kolben durch den Mischbau und lag über beiden Einzelkomponenten. Bei Capo und Exklusiv konnte ebenfalls eine Tendenz in dieselbe Richtung festgestellt werden. Die Fallzahl hingegen verringerte sich durch den Mischbau. Besonders wenn regnerische Witterung die Ernte verzögerte, wurden bei der Mischung Fallzahlen nahe der schlechteren Einzelkomponente festgestellt.

**Tabelle 1: Ertrag und Qualität der Einzelkomponenten im Vergleich zu Sortenmischungen (15 Versuche von 2006 bis 2008)**

Varianten	Kornertrag		1000-Korn-	Hektoliter-	Roh-	Feucht-	Sedi-	Fall-	Quell-
	dt/ha	Rel.-%	Gew. q TS.	gewicht kg	protein %	kleber %	wert ml	zahl s.	zahl Q0 ml
n=	15	15	13	15	15	11	14	15	11
Capo	62,3	105	38,1	83,2	12,3	29,8	47,58	338	18
Exklusiv	58,4	98	38,8	81,6	13,1	31,2	50,3	394	19
Erla Kolben	54,0	90	36,8	81,3	13,2	30,0	50,2	340	21
Capo + Exklusiv	61,8	104	38,2	82,4	12,7	31,0	49,3	358	17
Capo + Erla Kolben	58,4	98	37,1	82,4	12,8	30,2	49,2	328	19
Rechnerisches Mittel der Reinsaaten	59,2	99,5	38,0	82,3	12,8	30,2	48,9	353	19
Mittel der Mischungen	60,1	101,0	37,7	82,4	12,8	30,6	49,3	343	18
Differenz*	+0,9	+1,5	-0,3	+0,1	±0,0	+0,4	+0,4	-10	-1

\* Alle Differenzen sind nicht signifikant (T-Test, Alpha =0,05)

Ertragsstabil ist eine Sorte dann, wenn sie unter verschiedensten Umweltbedingungen einen der standörtlichen Güte entsprechenden Ertrag, das heißt bezogen auf das Versuchsmittel (Durchschnitt aller Sortenleistungen) einen konstanten Relativertrag erbringt (AGES 2008). Je geringer die Standardabweichung der Relativerträge ist, umso ertragsstabiler ist die Sorte. Es zeigte sich (Tab. 2), dass nach beiden Berechnungsarten im Trockengebiet (Trocken) durch eine Sortenmischung die Ertragsstabilität verbessert wurde. Die Mischungen lagen sogar an der Spitze aller verglichenen Sorten.

**Tabelle 2: Ertragsstabilität bei Winterweizen (15 Versuche 2006 bis 2008)**

Sorte/Mischung	Summe der Abweichungsquadrate		Standardabw. Rel.-%-Erträge	
	Trocken	Feucht	Trocken	Feucht
N=	9	6	9	6
<b>Capo + Erla Kolben, 1:1</b>	<b>14,07</b>	<b>47,23</b>	<b>3,46</b>	<b>5,24</b>
<b>Capo + Exklusiv, 1:1</b>	<b>21,45</b>	<b>9,92</b>	<b>3,94</b>	<b>4,12</b>
Blasius	34,58	53,46	3,47	7,55
Bitop	39,47	46,79	3,23	2,78
<b>Erla Kolben</b>	<b>42,37</b>	<b>37,16</b>	<b>5,38</b>	<b>3,88</b>
<b>Exklusiv</b>	<b>53,82</b>	<b>21,37</b>	<b>5,47</b>	<b>2,86</b>
<b>Capo</b>	<b>60,49</b>	<b>68,44</b>	<b>5,07</b>	<b>7,40</b>
Pireneo	106,80	101,94	5,23	9,51
Indigo	390,59	193,55	15,20	10,98

Reihung nach fallender Ertragsstabilität bei Summe der Abwqu. Trockengebiet

Im Feuchtgebiet (Feucht) trat dies weniger deutlich zutage. Bereits seit sehr langer Zeit kamen Mischungsversuche bezüglich Ertragssicherheit auf ähnliche Ergebnisse. So empfahl bereits Rümker (1892) Weizenmischungen wegen der „größeren Sicherheit“. In zahlreichen weiteren Publikationen wird auf die höhere Ertragssicherheit von Sortenmischungen hingewiesen (Schwarzbach 1982, Ramgraber et al. 1990, Finckh et al. 2005).

Feld- und Qualitätsparameter können durch die unterschiedliche Entwicklung der Sorten beeinflusst werden. Ob die Mischungen auch bis zur Ernte im Verhältnis 1:1 blieben, wurde im vorliegenden Fall nicht untersucht.

### Schlussfolgerungen

In den Jahren 2006 bis 2008 wurden an fünf biologisch bewirtschafteten Standorten Österreichs Sortenmischversuche bei Winterweizen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass die meisten Parameter der Mischung nahe dem errechneten Mittel der Einzelsorten lagen. Dies wurde sowohl bei Blattkrankheiten als auch beim Kornertrag und den Qualitätsparametern festgestellt. Hingegen erhöhte sich die Ertragsstabilität durch den Mischanbau.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die positiven Wirkungen von Mischungen nicht überbewertet werden sollten. Sorten mit einander ergänzenden Eigenschaften lassen die besten Effekte erwarten. Bei großer Merkmalsähnlichkeit treten weder positive noch negative Auswirkungen auf.

### Literatur

- AGES (2002): Wintergetreide Wertprüfung 2002. Wien.
- AGES (2008): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2008. Wien.
- Beer E. (1994): Sortenmischungen bei Wintergerste, ein Element des Integrierten Pflanzenschutzes. *Gesunde Pflanzen* 7, 242-247.
- Berliner E., Koopmann J. (1929): Kolloidchemische Studien am Weizenkleber nebst Beschreibung einer Kleberprüfung. *Z. f. d. ges. Mühlenwesen* 6, 57-63.
- BFL (2002): Methoden für Saatgut und Sorten. Richtlinien für die Sortenprüfung. Schriftenreihe 59/2002 des BFL.
- Finckh M. R. (2002): Sortenmischungen bei Getreide: Eine Chance für die ökologische Qualitätsproduktion. *SÖL Berater-Rundbrief* 2/02.
- Finckh M. R., Butz A., Lützendorf K., Greiner E., Schulze-Schilddorf G. (2005): Ertragsstabilität und Qualität von Weizensortenmischungen im Ökologischen Anbau. In: Hess J., Rahmann G. (Hrsg.): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Kassel.
- Husemann M. (2003): Gute Gemenge-Lage. *DLZ* 3, 58-60.
- Ramgraber L. (1990): Krankheitsverlauf innerhalb von Sortenmischungen von Sommergerste und Winterweizen. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler innerhalb der Vereinigung österreichischer Pflanzzüchter, Irdning, 265-273.
- Ramgraber L., Straß F., Zimmermann G. (1990): Auswirkungen von Sortenmischungen auf den Krankheitsbefall und die Ertragsentwicklung von Winterweizen.
- Rümker K. (1892): Ueber Mengensaar verschiedener Weizensorten. *Fühling's landwirtschaftliche Zeitung* 41, 46-51, 92-97.
- Schwarzbach E. (1982): Vielliniensorten und Sortengemische. *Vortr. Pflanzenzüchtung* 1, 73-87.
- Schwarzbach E. (1989): Ertrag und Ertragsstabilität von Sojabohnen in Österreich und angrenzenden Gebieten. Arbeitstagung 1989 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler, Gumpenstein, 223-230.
- Wricke G. (1962): Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 47, 92-96.



## Anbau und Düngung von Winterraps (*Brassica napus* L.) im Ökologischen Landbau

Stumm, C.<sup>1</sup>, Berg, M.<sup>1</sup> und Köpke, U.<sup>1</sup>

*Keywords: row distance, buckwheat, weed control, nitrogen uptake*

### Abstract

*At the experimental farm Wiesengut in Hennef (Germany) in 2007/8 four different cultivation methods of rapeseed and an application of fertiliser in springtime were tested in order to manage weeds, to reduce nitrogen losses during wintertime and to enhance grain yield. Cultivation methods tested included i. narrow row distance (12 cm), no mechanical weed control; ii. wide row distance (24 cm), mechanical hoeing; iii. rapeseed sown in double rows intercropped with buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) sown in double rows, row distance 12 cm, no mechanical weed control; iv. rapeseed sown in double rows and left double rows free, row distance 12 cm, mechanical hoeing. In a two factorial completely randomised block design these treatments were fertilised (I. 80 kgN/ha as PPL, Potato Protein Liquid) and not fertilised (II.) in March 2008 at EC 30. In contrast to the hypothesis treatment iii. (rapeseed intercropped with buckwheat) did not control weeds efficiently nor enhanced nitrogen uptake before winter. Grain yield was significantly lower in this treatment compared to all other treatments. The most cost-efficient treatment i. controlled weeds effectively. Grain yield was not significantly lower in this treatment compared to the more cost-intensive treatments (ii. & iv.) where hoeing was performed. Across treatments calculated, application of PPL increased grain yield significantly.*

### Einleitung

Anhaltend hohe Nachfrage nach Körneraps aus Ökologischem Landbau (ÖL) und gesicherte Vermarktung über Abnahmeverträge machen den Rapsanbau interessant. Raps nimmt vor dem Winter hohe Mengen Stickstoff auf und mindert die Verlagerung in tiefere Bodenschichten. Seine positiven Vorfruchteffekte (McEwen et al. 1989) wirken sich insbesondere in Getreidefruchtfolgen viehloser Betriebe günstig aus. Dennoch ist der Anbauumfang im ÖL gering. Ursachen sind das hohe Anbaurisiko durch Unkraut-, Schädlings- und Krankheitsdruck sowie der hohe Nährstoffanspruch v.a. im Frühjahr. Im Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“ werden seit 2006 verschiedene Rapsanbausysteme und eine Frühjahrsdüngung mit PPL (*Potato Protein Liquid*) hinsichtlich Unkrautkontrolle, Nährstoffmanagement und Ertragswirksamkeit geprüft.

### Methoden

Nach Vorversuchen auf dem Leitbetrieb Schloß Wendlinghausen (Stumm 2007) wurden im August 2007 auf drei Standorten in NRW Feldversuche (zweifaktorielle Blockanlagen mit vier Wiederholungen) mit den Faktoren Anbausystem (i. enger Reihenabstand (12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; ii. weiter Reihenabstand (24 cm), mit Maschinenhacke; iii. Doppelreihe Raps und Doppelreihe Buchweizen (Reihenabstand 12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; iv. Doppelreihe Raps

---

<sup>1</sup> Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Deutschland  
leitbetriebe@uni-bonn.de, www.iol.uni-bonn.de

und Doppelreihe frei (Reihenabstand 12 cm), mit Maschinenhacke) und Frühlingsdüngung (I. 80 kg N/ha PPL (*Potato Protein Liquid*) vs. II. ohne Düngung) angelegt. Auf zwei Standorten wurden die Versuche aufgrund heterogener Bestandesentwicklung im Frühjahr 2008 abgebrochen. Dargestellt werden im Folgenden die Ergebnisse auf dem Standort Wiesengut (Rhein-Sieg Kreis, 50°48' Nord, 7°17' Ost, 65 m ü. NN, Jahresdurchschnittstemperatur: 10,2° C, Jahresniederschlag: 750 mm, Bodenart IU - sU, Bodenpunkte 20-70). Die Aussaat der Rapsorte Oase (60 Körner/m<sup>2</sup>) erfolgte nach Vorfrucht Klee gras am 23. Aug. 2007. In Variante iii. wurde Buchweizen, Sorte Lifago, in der Saatstärke 25 kg/ha verwendet. Die Maschinenhacke wurde am 24. Sept. sowie am 08. Okt. 2007 eingesetzt; Düngerapplikation am 19. März; Parzellendrusch am 15. Juli 2008. Die Trockenmasse und Stickstoffaufnahme von Kultur und Unkraut, der mineralische Stickstoffgehalt im Boden vor und nach Winter und der Kornertrag wurden erfasst um folgende Hypothesen zu überprüfen:

- 1. Gemengeanbau von Raps mit Buchweizen (Buschhaus & Künsemöller 2004) kann die Verunkrautung im Vergleich zur Aussaat mit engem Reihenabstand ohne mechanische Unkrautkontrolle und weitem Reihenabstand mit Maschinenhacke reduzieren.
- 2. Buchweizen nimmt zusätzlichen Stickstoff vor Winter auf, dieser wird vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten bewahrt und steht dem Raps im Frühjahr aus der Mineralisierung zur Verfügung; höhere Kornerträge werden erzielt.
- 3. Eine Frühlingsdüngung mit PPL (80 kgN/ha) steigert den Kornertrag signifikant.

### Ergebnisse und Diskussion

Vor Winter wurde kein signifikanter Einfluss des Anbausystems auf die Stickstoffaufnahme von Winterraps und Unkraut festgestellt. Mitte April war die Unkrautrockenmasse (nicht dargestellt) sowie die Stickstoffaufnahme des Unkrautes in den Varianten mit Doppelreihen (iii. & iv.) signifikant am höchsten (Tab. 1). Zu beiden Zeitpunkten wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der um 40 €/ha (KTBL 2002) kostengünstigeren Variante i. im Vergleich zu ii. festgestellt.

**Tabelle 1: Einfluss unterschiedlicher Anbausysteme auf die Stickstoffaufnahme von Raps und Unkraut vor und nach Winter. Dargestellt wurden jeweils nur die ungedüngten Varianten. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied  $\alpha = 0,05$  (Tukey-Test).**

	Variante	i.	ii.	iii.	iv.	GD 5 %
kg N/ha 01.11.2007	Raps	48,2	51,5	39,3	49,8	15,9 n.s.
	Unkraut	6,0	6,2	7,1	7,0	6,8 n.s.
kg N/ha 16.04.2008	Raps	70,7	87,2	62,3	76,2	28,1 n.s.
	Unkraut	7,8 bc	7,6 c	14,0 ab	14,5 a	6,3

i. enger Reihenabstand (12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; ii. weiter Reihenabstand (24 cm), mit Maschinenhacke; iii. Doppelreihe Raps und Doppelreihe Buchweizen (Reihenabstand 12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; iv. Doppelreihe Raps und Doppelreihe frei (Reihenabstand 12 cm), mit Maschinenhacke

Die tendenziell niedrigere Stickstoffaufnahme von Raps in der Variante iii. ist vermutlich wie im Vorjahr (Stumm 2007) auf die Konkurrenz durch Buchweizen (zum Zeitpunkt der Probenahme am 01. Nov. bereits abgefroren) zurückzuführen. Auch bis zur Probenahme im April war die Nährstoffaufnahme von Raps in dieser Variante

tendenziell am niedrigsten (Tab. 1). Ein signifikanter Einfluss der Anbausysteme auf die Bodennitratgehalte vor und nach Winter wurde nicht festgestellt (Tab. 2).

**Tabelle 2: Einfluss unterschiedlicher Anbausysteme von Raps auf den Nitratgehalt in der Bodenlösung vor und nach Winter. ( $\alpha = 0,05$ , Tukey-Test).**

	Variante	i.	ii.	iii.	iv.	GD 5 %
kg NO <sub>3</sub> -N/ha <b>01.11.2007</b>	0-30 cm	9,0	8,8	11,4	12,1	6,9 n.s.
	30-60 cm	11,7	16,6	16,5	12,9	7,0 n.s.
	60-90 cm	23,6	20,5	29,9	25,5	- *
	0-90 cm	44,3	45,9	57,8	50,5	
kg NO <sub>3</sub> -N/ha <b>15.02.2008</b>	0-30 cm	10,9	9,1	9,0	10,3	6,0 n.s.
	30-60 cm	3,7	3,2	3,3	4,2	2,3 n.s.
	60-90 cm	2,2	1,5	2,0	4,1	- *
	0-90 cm	16,8	13,8	14,3	18,6	

i. enger Reihenabstand (12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; ii. weiter Reihenabstand (24 cm), mit Maschinenhacke; iii. Doppelreihe Raps und Doppelreihe Buchweizen (Reihenabstand 12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; iv. Doppelreihe Raps und Doppelreihe frei (Reihenabstand 12 cm), mit Maschinenhacke

\* eine Probenahme bis 90 cm Bodentiefe war in mehreren Parzellen nicht möglich; eine statistische Auswertung wurde daher nicht durchgeführt

Der Rapsglanzkäferbefall war mit maximal 2,7 Käfern je Pflanze (Mittel aller Varianten) am 21. April 2008 (EC 63) gering und lässt keine ertragsrelevante Schädigung erwarten. Der Kornertrag war in der Variante iii. mit 2,5 t/ha signifikant am niedrigsten. Signifikante Unterschiede zwischen den anderen Anbausystemen wurden nicht festgestellt. Die Frühjahrsdüngung mit PPL steigerte den Ertrag signifikant (Tab. 3). Nach Untersuchungen von Grosse et al. (1992) sind bei Raps alle Ertragsparameter ausser die TKM kompensatorisch an der Ertragsbildung beteiligt. Dieser Zusammenhang wird auch in den eigenen Ergebnissen bestätigt.

**Tabelle 3: Einfluss von Anbausystem und Frühjahrsdüngung auf Kornertrag und Ertragsparameter von Winterraps. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied  $\alpha = 0,05$  (Tukey-Test).**

Faktor Variante	Anbausystem					GD 5%	Düngung					
	i.	ii.	iii.	iv.	I.		II.	GD 5 %				
t/ha (91 % TM)	2,9 5	a 1	3,0 4	a 4	2,5 9	b 36	2,9 0,	a 36	3,27 a	2,4 b	0,1 9	
Pflanzen/m <sup>2</sup>	50, 5	a b	49, 5	a b	58, 0	a 0	43, 0	b 8	9, 8	53,0 a	47, b	5, 2
Schoten/Pflanze	87, 5	115 ,9	97, 3	100 ,6	35 ,7	n. s.	109, 4	91, 2	18, 9	n. s.		
Körner/Schote	17, 3	13, 5	12, 4	18, 0	6, 4	n. s.	15,1 s.	15, 6	3,4 s.	n. s.		
TKM	4,0 9	4,0 5	4,0 8	4,1 1	*		4,09 7	4,0 7	*			

i. enger Reihenabstand (12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; ii. weiter Reihenabstand (24 cm), mit Maschinenhacke; iii. Doppelreihe Raps und Doppelreihe Buchweizen (Reihenabstand 12 cm), ohne mechanische Unkrautkontrolle; iv. Doppelreihe Raps und Doppelreihe frei (Reihenabstand 12 cm), mit Maschinenhacke; I. 80 kg N/ha PPL (Potato Protein Liquid); II. ohne Düngung

\* nicht normalverteilt

Der Mehrertrag von 0,8 t/ha durch die Düngung würde einer Steigerung der Direktkostenfreien Leistung um 310 €/ha (Auszahlungspreis 2008 der Teutoburger Ölmühle 600 €/t, Kosten Düngung 45 €/t, Ausbringung 25 €/ha) entsprechen. Bei derzeitigem Preisniveau von ökologisch erzeugtem Körnerraps im Vergleich zu Brotweizen (450 €/t, ZMP 2007) ist der Rapsanbau bei bestehender Anbauunsicherheit, die sich in den eigenen Versuchen im Ausfall an zwei von drei Standorten ausdrückte und die in der Literatur mit einem größeren Ertragsausfall alle drei Jahre (Dierauer et al. 2008) angesetzt wird, wirtschaftlich nur wenig attraktiv. Inwieweit Raps diesen Nachteil durch positive Vorfruchteffekte kompensieren kann, bleibt für den Ökologischen Landbau zu prüfen.

### Zusammenfassung

Die Verunkrautung war im Frühjahr in beiden Varianten mit Rapsaussaat in Doppelreihen (iii. & iv.) signifikant am höchsten, dies widerspricht Hypothese 1. Das kostengünstigste Anbausystem i. zeigte hinsichtlich der Unkrautkontrolle keinen signifikanten Nachteil.

Die Stickstoffaufnahme von Buchweizen ging tendenziell zu Lasten von Körnerraps. Die Bodennitratgehalte vor und nach Winter wurden durch die Anbausysteme nicht signifikant beeinflusst; Hypothese 2 wird damit widersprochen.

Der Kornertrag war in der Variante iii. (Gemengeanbau von Raps mit Buchweizen) signifikant am niedrigsten, dies widerspricht Hypothese 2. Die anderen Anbausysteme unterschieden sich im Kornertrag nicht signifikant.

Die Frühjahrsdüngung steigerte den Kornertrag signifikant und bestätigte damit Hypothese 3. Der Mehrertrag von 0,8 t/ha durch die Düngung würde einer Steigerung der Direktkostenfreien Leistung um 310 €/ha entsprechen.

### Literatur

- Buschhaus, U. & H. Künsemöller (2004): Bio-Raps mit Buchweizen. *Bioland* 4:11.
- Dierauer H., B. Früh, C. Humphrys & T. Hebeisen (2008) Bioraps. FiBL Merkblatt, 5 S., Bestellnr. 1343, <https://www.fibl.org/shop/pdf/mb-1343-raps.pdf> (Abruf 19.08.2008).
- Grosse, G., J. Léon & W. Diepenbrock (1992): Yield Formation and Yield Structure of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) .1. Genotypic Variability. *Journal of Agronomy and Crop Science. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*. 169,1-2:70-93.
- KTBL (2002) Ökologischer Landbau. Kalkulationsdaten zu Ackerfrüchten, Feldgemüse, Rindern, Schafen und Geflügel. SH 043, 360 S.
- McEwen, J., R. J. Darby, M. V. Hewitt & D. P. Yeoman (1989): Effects of field beans, fallow, lupins, oats, oilseed rape, peas, reyngrass, sunflowers and wheat on nitrogen residues in the soil and on the growth of a subsequent wheat crop. *J. Agric. Sci., Cambridge*. 115:209–219.
- Stumm, C. (2007): Winterraps im Ökologischen Landbau. Prüfung praxisüblicher Anbausysteme und gesteigerter Frühjahrsdüngung mit RecyKal SF. In: *Versuchsbericht 2007*, 46-50 [http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte\\_versuche/leitbetriebe\\_2007/versuchsberichte2007/07\\_Raps\\_GE\\_07.pdf](http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte_versuche/leitbetriebe_2007/versuchsberichte2007/07_Raps_GE_07.pdf) (Abruf: 19.08.2008).
- ZMP (2007): Deutlicher Preisanstieg für Bio-Brotweizen. [http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/images/gross/2007\\_11\\_09\\_zmpmarktgrafik.jpg](http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/images/gross/2007_11_09_zmpmarktgrafik.jpg) (Abruf: 19.08.2008).

## Qualitative und quantitative Analyse der Biosaatgutproduktion bei Getreide in Österreich

Weinhappel, M.<sup>1</sup>, Leonhardt, C.<sup>1</sup>, Hartl, W.<sup>2</sup> und Diethart, I.<sup>2</sup>

*Keywords: organic seed production, field inspection, seed testing, seed health testing,*

### Abstract

*In the scope of a research project, official data from the certification of organic seed in Austria from 1999 to 2007 were analysed to determine the most important factors effecting seed quality and leading to rejection of certification. Data from 4684 seed multiplication fields and 3262 seed lots were analysed.*

*Weed seeds and wild oats (*Avena fatua*) have little effect on the quality of finished seed due to highly effective seed processing plants and risk-based seed testing. In cereal seeds the most frequent reason for rejection of certification in the category Other Seeds by Number is Other Cereal Seeds. An important criterion resulting in frequent non-certification of organic seed is the level of infection from seed-borne and seed-transmitted diseases. Although the field inspection data show only a very small number of multiplication fields with evidence of relevant seed-borne diseases, those diseases were nevertheless identified at a higher rate in the finished seed lots. Especially loose smut (*Ustilago nuda*) and leaf stripe (*Drechslera graminea*) on spring barley as well as bunt (*Tilletia caries*) have been increasing in Austria during the period studied. The main reasons for this development were nearby fields that harboured these diseases due to use of poor quality farm saved seed.*

### Einleitung und Zielsetzung

Aufgrund rechtlicher Verpflichtungen gemäß den Verordnungen (EWG) 2092/91 und (EG) 1452/2003 bzw. den ab 01.01.2009 gültigen Verordnungen (EG) 834/2007 und (EG) 889/2008 ergibt sich die Anforderung zur Verwendung von Biosaatgut, sofern dieses verfügbar ist. Die Produktion von Getreidesaatgut für den Biolandbau entwickelte sich daher in Österreich bereits ab Mitte der 1990iger Jahre kontinuierlich, sodass nunmehr die Inlandsnachfrage weitgehend gedeckt werden kann.

Novellierungen im Saatgutenerkennungsverfahren, unter Einhaltung der EU-Mindeststandards, bei Qualitätskriterien für unbehandeltes Saatgut führten zur Erhöhung der Gesamtanerkennungsrates von Biosaatgut (Hartl et al. 1999, Girsch et al. 2004). Diese Anpassungen im Verfahren führten darüber hinaus auch zu einer gesteigerten Qualitätssicherheit bei unbehandeltem Biosaatgut.

Die in dieser Arbeit durchgeführte Analyse des Datenmaterials entlang des gesamten Saatgutenerkennungs- und Produktionsprozesses ermöglicht es die Qualität bzw. qualitätsbeeinflussende Kriterien im Prozess sichtbar zu machen. In die Analyse wurden pflanzenbauliche, regionale, epidemiologische und methodische Aspekte einbezogen um derart eine Stärken-Schwächenanalyse aus produktions- als auch prozesstechnischer Hinsicht durchzuführen, um letztendlich die Gesamtanerkennungsrates in der Biosaatgutproduktion nachhaltig weiter zu verbessern.

---

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Institut für Saatgut, Spargelfeldstrasse 191, A-1226 Wien, Österreich, manfred.weinhappel@ages.at, www.ages.at

<sup>2</sup> Bioforschung Austria, Rinnböckstrasse 15, 1110 Wien, Österreich, office@bioforschung.at, www.bioforschung.at

## Material und Methoden

Der Verrechnungszeitraum umfasst die österreichische Biosaatgutproduktion bei Getreide von 1999 bis 2007 und beinhaltet die Ergebnisse von rund 4 800 Saatgutvermehrungsschlägen und etwa 3 200 Untersuchungen aus der Saatgutprüfung.

Die im Rahmen der Feldanerkennung erhobenen Daten (z.B. Besatz mit Unkraut- und Kultursamen, Befall mit samenbürtigen Krankheitserregern) beziehen sich auf den Durchschnitt von Besichtigungseinheiten von je 150m<sup>2</sup> und können auf Faktoren wie Kulturart, Sorte, Region, Jahr, Vorfrucht usw. zugeordnet werden.

Aus der Saatgutbeschaffenheitsprüfung (Laboruntersuchung) wurden speziell für den Gebrauchswert von Saatgut wesentliche Kriterien und häufig zu Beanstandungen führende Parameter wie samenbürtige Krankheitserreger, Besatz mit Unkraut- und Kultursamen etc. einbezogen. Diese Daten basieren auf international evaluierten Methoden gemäß ISTA (Anonymus 1, Anonymus 2).

Die statistische Verrechnung der Daten erfolgte überwiegend auf Basis von Verteilungsvergleichen mittels Kruskal-Wallis-Test und Kolmogorov-Smirnov-Test.

## Ergebnisse und Diskussion

### Feldanerkennung:

Die Ergebnisse aus der Feldanerkennung bei Biosaatgutvermehrungen zeigten lediglich beim Kriterium „Besatz mit schwer trennbaren Arten“ (z.B. *Gallium* spp.) gehäuftes Überschreiten der Grenzwerte, insbesondere jenen Vermehrungssaatgut (Abb. 1). Der ursprünglich vermutete häufige Ausfall von Vermehrungen durch massivere Verunkrautung im Biolandbau war jedoch nicht gegeben. Kulturartenunterschiede im Hinblick auf die Verunkrautung konnten statistisch nicht errechnet werden, es zeigte sich jedoch ein Einfluss der Vorfrucht.

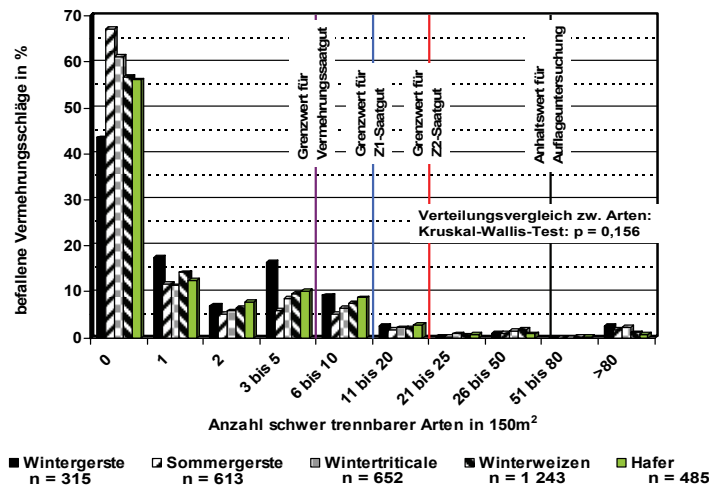
Auch Flughafersbesatz und Besatz mit anderen Getreidearten war in Biovermehrungen nur in moderater Häufigkeit anzutreffen. Flughafersbesatz trat in den Vermehrungsregionen unterschiedlich stark auf. Darüber hinaus differierte das Flughaferauftreten in den Getreidearten signifikant; mit 11,9% nicht oder nur mit Auflage anzuerkennenden Schlägen war es bei Sommergerste am häufigsten. Die samenbürtigen Krankheitserreger Gewöhnlicher Steinbrand (*Tilletia caries*), und Flugbrand bei Gerste und Weizen (*Ustilago nuda*) kamen nur in 0,2% bzw. 0,3% der Schläge in Grenzwert verletzendem Ausmaß vor. Auch andere samenbürtige Erreger, wie etwa die Streifenkrankheit der Gerste (*Drechslera graminea*), wurden im Rahmen der Feldanerkennung generell nur sehr vereinzelt diagnostiziert. Dies ist ein Indiz für die hohe Qualität des eingesetzten Vermehrungssaatgutes. Benachbarte infizierte Konsumbestände riefen jedoch in häufigerem Ausmaß Infektionen im Erntegut von Vermehrungsbeständen hervor.

### Saatgutbeschaffenheitsprüfung:

Besatz mit Unkraut- und Kultursamen war im aufbereiteten, zur Anerkennung vorgestellten Biosaatgut nur bei weniger als 0,5% der Partien in Grenzwert überschreitendem Ausmaß vorzufinden. War noch in den Vermehrungsbeständen dies die häufigste Besatzkomponente, so konnte dieser Mangel aufgrund der technischen Möglichkeiten in der Saatgutreinigung gut behoben werden.

Anders stellte sich hingegen die Situation bei Besatz mit anderen Getreidearten dar. Am Feld noch kaum Ursache für Beanstandungen, waren deshalb, in Abhängigkeit der Getreideart, bei bis zu 16% der Proben Grenzwertverletzungen (max. 7 Stück in 500g toleriert) festzustellen. Dieser Sachverhalt begründet sich vermutlich in der

schwierigen Behebbarkeit bei der Saatgutaufbereitung als auch in Kontaminationspotentialen am landwirtschaftlichen Betrieb.



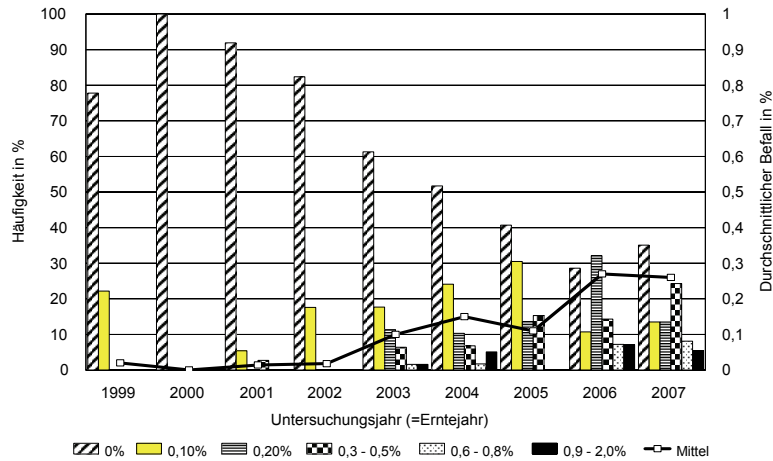
**Abbildung 1: Feldbesichtigung 1999-2007 – Besatz mit schwer trennbaren Arten**

Gewöhnlicher Steinbrand (*T. caries*) war bei Saatgut im Anerkennungsverfahren nur bei etwas mehr als 5% der Saatgutpartien in für unbehandelte Aussaat zu hohem Ausmaß (>10 Sporen/Korn) festzustellen. Die Entwicklung des Steinbrandbefalles in den Untersuchungsjahren war zwar moderat, jedoch tendenziell ansteigend.

Streifenkrankheit (*D. graminea*) und Flugbrand bei Gerste (*U. nuda*) war deutlich häufiger Ursache für die Nicht-Anerkennung des Saatgutes, insbesondere bei Sommergerste. Bei Auswertung über die Befallsentwicklung ist auch signifikant die ansteigende Befallsentwicklung festzustellen (Abb. 2). Da die Ergebnisse aus den Feldanerkennungen überwiegend Befallsfreiheit bescheinigten, sind als wesentliche Ursachen dafür auch umliegende infizierte Konsumbestände bzw. ansteigendes Infektionsniveau in einzelnen Regionen anzusehen (Weinhappel, 2008).

### Schlussfolgerungen

Die durchschnittlichen Gesamtanerkennungsraten bei Getreide-Biosaatgut lagen im Auswertungszeitraum in Österreich bei etwa 70-80%, wobei signifikante Kulturartenunterschiede, Jahresunterschiede und auch regionale Aspekte durchschlugen. Bei Winterweizen lag die Rate der positiven Anerkennungen im Auswertungszeitraum im Schnitt am höchsten, bei Winterdinkel und Wintergerste entwickelte sich diese ebenfalls positiv. Bei Sommergerste ist aktuell die Anerkennungsrate (=Erfolgsrate) aufgrund der prekären Krankheitssituation im Rahmen der Laborprüfungen am niedrigsten, bzw. entwickelte sich negativ. Die Anpassungen der Österreichischen Saatgutnormen für unbehandeltes Saatgut ist den Bedürfnissen an Biosaatgut in hohem Maße entsprechend und gewährleistet die Saatgutversorgung und Wirtschaftlichkeit der Biosaatgutproduktion bei Getreide.



**Abbildung 2: Häufigkeit von Flugbrandbefallswerten und mittlere Kontamination mit *Ustilago nuda*, 1999-2007 bei Sommergerste; n = 339**

### Danksagung

Dem Bundesministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie den Bundesländern sei für die Finanzierung der Arbeiten dieses Projektes gedankt.

### Literatur

- Anonymus 1: International Rules for Seed Testing. Published by International Seed Testing Association (ISTA), CH-8303 Bassersdorf, Switzerland.
- Anonymus 2: ISTA Handbook on Seed Health Testing. Section 2 Working Sheets. International Seed Testing Association, Zürich, Switzerland
- Hartl W., Freyer B., Fromm E., Girsch L., Hess J., Hirschle H., Huspeka C., Kranzler A., Plakolm G., Putz B., Ratzenböck A., SCHwaiger E., Söllinger J., Weinhappel M., Wurzer C. (1999): Saatgutvermehrung im biologischen Landbau (1995-1999). LBI, BOKU-IFÖL, BFL und BAB. Endbericht zum Forschungsvorhaben mit Unters. des BMLF und der Länder NÖ, OÖ, Bgld, Ktn und Stmk. 32 Seiten+8 Seiten Anhang.
- Girsch L., Weinhappel M. (2004): Specific seed health standards for organic cereal seed. Proceedings of the first world conference on organic seed, July 5th – 7th, 2004, Rome, Italy, 79-83
- Weinhappel, M., 2008: Epidemiologische Untersuchungen bei Streifenkrankheit der Gerste und Relevanz der Samenbürtigkeit bei Netzfleckenkrankheit. Manuskript zum Projekt „Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau, in Druck



## Untersuchung der Qualität von Saatgut sowie der Wurzel- und Sprossentwicklung von Getreidekeimlingen

Diethart, I.<sup>1</sup>, Weinhappel, M.<sup>2</sup> und Hartl, W.<sup>1</sup>

*Keywords: cereal seedling, primary roots, thousand kernel weight, seed health*

### Abstract

*Primary roots and shoots of 13 day old cereal seedlings and quality of seed were investigated in the frame of the certification process of organic seed produced in Austria. The germination of seed and the development of seedlings were significantly affected by *Microdochium nivale* on wheat, triticale and rye and by *Septoria nodorum* on wheat. The number of primary roots was found to be significantly different in wheat varieties and genotypes but was not influenced by year and region. The number of primary roots was also positively correlated with the kernel weight of some wheat varieties.*

### Einleitung und Zielsetzung

Gerade in der frühen Entwicklung der Pflanze spielt die Saatgutqualität eine bedeutende Rolle. Zu den wichtigsten Qualitätsmerkmalen zählen die Keimfähigkeit und die Gesundheit des Saatguts sowie das Tausendkorngewicht (Steiner 2001), da ein gut ausgereiftes, großes und schweres Korn selbst schon einen Hinweis auf eine kräftige, gesunde Mutterpflanze und günstige Abreifebedingungen gibt. Zudem können in Stressphasen nötige Reserven zur Überdauerung des Keimlings bereitgestellt werden. Neben der Saatgutqualität hat im Biologischen Landbau die Ausbildung eines guten Wurzelsystems, das für die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanze zuständig ist, eine hohe Bedeutung. Dies gilt besonders für Standorte, die eine geringe Nährstoffverfügbarkeit aufweisen oder immer wieder Trockenstressperioden ausgesetzt sind. Die Entwicklung der Wurzel ist allerdings von vielfältigen Faktoren abhängig wie z.B. vom Bodentyp oder von saisonalen Einflüssen (Richards et al. 2007). Die Ausprägung von Genotypen variiert außerdem je nach Entwicklungsstadium und Bodenverhältnissen (O'Brian 1979). Untersuchungen von Wurzelsystemen im Freiland gestalten sich jedoch schwierig und sind zudem sehr aufwendig. Es wurde daher geprüft, ob bereits im Keimlingsstadium Differenzierungen von Wurzel- und Sprossmerkmalen erfassbar sind, die auf spezifische Eigenschaften schließen lassen.

### Material und Methoden

**Material:** Saatgutproben von Weizen, Roggen, Gerste, Triticale, Dinkel und Hafer, die im Biosaatgut-Anerkennungsverfahren 2005 bis 2007 vorgestellt wurden, sowie Ernteproben von 21 Weizengentypen aus Exaktversuchen, die in Kleinparzellen in 3 Wiederholungen an zwei Standorten (Waldviertel, Alpenvorland) angebaut worden waren, wurden für die Untersuchungen herangezogen. Insgesamt wurden in den Projektjahren 2005 bis 2007 883 Saatgutproben gemeinsam mit dem Institut für Saatgut (AGES) untersucht.

---

<sup>1</sup> Bio Forschung Austria, Rinnböckstrasse 15, A-1110, Wien, Österreich, i.diethart@bioforschung.at, w.hartl@bioforschung.at

<sup>2</sup> Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit (AGES), Spargelfeldstrasse 191, A-1226, Wien, Österreich, m.weinhappel@ages.at, www.ages.at

**Methoden:** Das Saatgut wurde in Keimrollen zu je 100 Korn in vier Wiederholungen angesetzt. Die Keimzeit betrug 13 Tage bei Dunkelheit und einer Temperatur von 10°C. Erhoben wurden die Keimfähigkeit des Saatgutes, die Anzahl, Länge und Masse der Seminalwurzeln, die Länge und Masse des Sprosses sowie die Gesamt-Biomasse der Keimlinge. Aus jeder Keimrolle wurden 5 Keimlinge (4x5=20 Keimlinge) entnommen, je Keimling wurde die Länge von Spross und der jeweils längsten Seminalwurzel gemessen. Für die Masse-Bestimmung wurde die Frischmasse der Sprosse bzw. der Seminalwurzeln aller entnommenen Keimlinge gewogen. Für die Gesamt-Biomasse wurden die in den Keimrollen verbliebenen Keimlinge nach Entfernen von toten und anormalen Keimlingen gewogen.

Alle Saatgutpartien aus dem Anerkennungsverfahren wurden in Abhängigkeit von der Kultur auf Krankheiten wie Schneeschimmel (*Microdochium nivale*), Streifenkrankheit (*Drechslera graminea*), Flugbrand (*Ustilago nuda*), Steinbrand (*Tilletia caries/Tilletia controversa*), Roggenstengelbrand (*Urocystis occulta*) und Septoria (*Septoria nodorum*) im Labor der AGES gemäß international anerkannter Methoden nach ISTA (Anonymus) untersucht.

Die statistische Verrechnung der Daten erfolgte für die Prüfung auf Krankheitseinflüsse mittels Korrelationsanalyse nach Pearson (Angabe des Korrelationskoeffizienten  $r$  bei einem Signifikanzniveau von 0,01), für die Prüfung auf Sorten- und Genotypenunterschiede in der Wurzel- und Sprossentwicklung mittels Kruskal-Wallis-H-Test.

## Ergebnisse und Diskussion

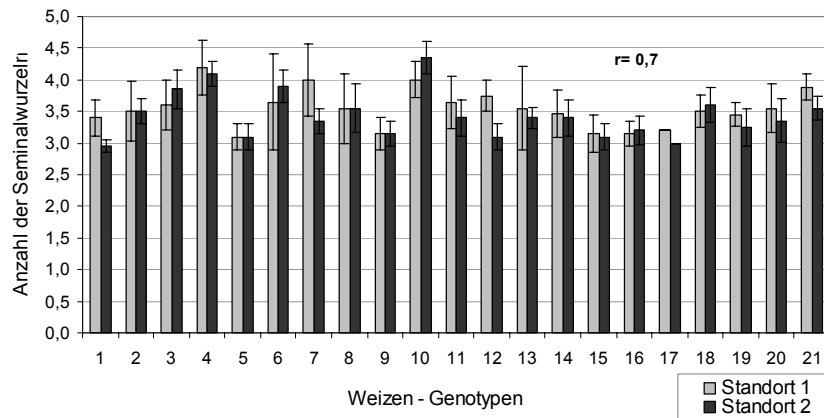
Bei der Untersuchung der Keimlingsentwicklung konnten durch die Verwendung von Keimrollen Einflüsse wie z.B. unterschiedliche Boden- oder Nährstoffverhältnisse ausgeschlossen werden. Sortenspezifische Eigenschaften sowie durch die Saatgutqualität bedingte Eigenschaften (z.B. Gesundheit, Korngewicht) kommen hier jedoch gemeinsam zum Ausdruck.

Einfluss der Saatgutgesundheit auf die Keimlingsentwicklung:

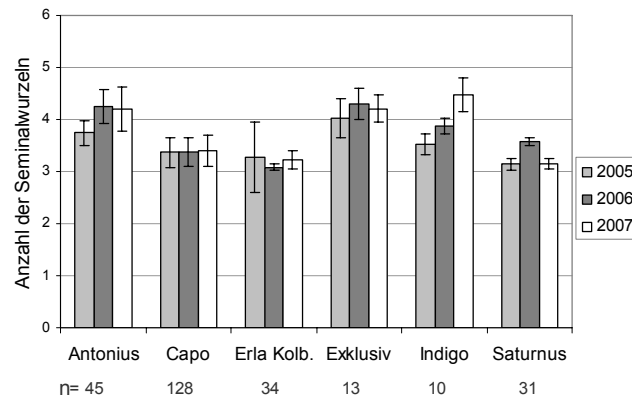
Ein negativer Einfluss von samenbürtigen Krankheiten auf die Keimfähigkeit und Keimlingsentwicklung war bei Saatgut aus dem Anerkennungsverfahren in allen Versuchsjahren zu beobachten. Der Winter 2004/2005 war ein Jahr mit hohem Schneeschimmelbefallsdruck. Schneeschimmel lässt den Keimling in der Regel noch im Boden oder bald nach dem Auflaufen absterben. Pflanzen die sich trotz Befall über dieses Stadium hinaus weiterentwickeln, werden in der Nährstoffweiterleitung behindert und dadurch geschwächt. Dies konnte auch bei den untersuchten Keimlingen beobachtet werden. Bei den Kulturen Weizen ( $r=-0,84$ ), Triticale ( $r=-0,49$ ) und Roggen ( $r=-0,7$ ) war die Keimfähigkeit signifikant negativ mit dem Befall korreliert. Eine Beeinträchtigung in der Entwicklung von Keimlingen war bei hohem Befallsdruck von Schneeschimmel bei Weizen durch eine verringerte Gesamt-Biomasse ( $r=-0,41$ ), Wurzellänge ( $r=-0,48$ ) und Sprosslänge ( $r=-0,31$ ), bei Roggen durch eine verringerte Wurzellänge ( $r=-0,4$ ) und bei Triticale durch eine verringerte Gesamt-Biomasse ( $r=-0,5$ ) nachweisbar. Durch Septoria-Befall bei Weizen war in den Jahren 2006 und 2007 eine Verminderung der Keimfähigkeit ( $r<-0,5$ ) festzustellen.

Wurzel- und Sprossentwicklung bei Weizen:

Die Anzahl der Seminalwurzeln von 21 Winterweizengenotypen unterschied sich signifikant ( $p<0,001$ ), der Faktor Standort hatte keinen Einfluss. Die Standorte korrelierten hinsichtlich der Anzahl an Seminalwurzeln und Genotyp mit  $r=0,7$  signifikant (Abb. 1). Unterschiede in der Spross- und Wurzellänge traten auf ( $p<0,01$ ), allerdings überwogen hier die Standorteffekte.



**Abbildung 1: Anzahl der Seminalwurzeln von 21 Weizengenotypen ermittelt im Keimrollenversuch. Erntegut von 2 Standorten, 2005.  $r$  = Korrelationskoeffizient, Korrelation nach Pearson. Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardabweichung aus 4 Wiederholungen.**



**Abbildung 2: Anzahl der Seminalwurzeln von 6 Weizensorten aus dem Anerkennungsverfahren in 3 Versuchsjahren,  $n$  = Anzahl der untersuchten Saatgutpartien. Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardabweichung aus  $n$  Wiederholungen.**

Ein Vergleich der Anzahl an Seminalwurzeln von 6 Weizensorten aus dem Anerkennungsverfahren zeigte signifikante Sorteneffekte ( $p < 0,001$ ) aber keine Jahreseinflüsse (Abb. 2). Bei der Ausbildung der Wurzeln scheint nach den erzielten Ergebnissen in Bezug auf die Seminalwurzelanzahl unabhängig von Standort und Jahr eine sortenspezifische Eigenschaft vorzuliegen. Auch wurde ein positiver Zusammenhang von Seminalwurzelzahl und Korngewicht wie bei Richards et al. (2007) bei zwei Weizensorten ( $r = 0,6$  und  $0,8$ ) festgestellt. Die Korngröße selbst ist neben qualitätsbeeinflussenden Faktoren wie Nährstoffverfügbarkeit und -verlagerung zum Zeitpunkt der Kornbildung zum Teil auch sortenspezifisch. So hatte die Sorte Antonius sowohl ein durchschnittlich höheres Tausendkorngewicht als auch eine höhere Seminalwurzelanzahl im Vergleich zu anderen Sorten. Gleichzeitig war die

Wurzelzahl innerhalb der Sorte positiv mit dem Tausendkorngewicht korreliert. Züchterisch die Anzahl der Seminalwurzeln zu erhöhen scheint laut Richards et al. (2007) möglich. Die positive Auswirkung eines höheren Korngewichts auf Keimfähigkeit und Triebkraft wurde von mehreren Autoren festgestellt (z.B. Leopold 2002, Yantai et al. 1996).

### **Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse zeigen die absolute Notwendigkeit einer genauen Gesundheitsprüfung von Saatgut auf, wenn es für die Züchtung, Vermehrung oder Forschung im Biologischen Landbau eingesetzt werden soll, um unerkannte Interaktionen zu vermeiden. Die Anzahl der Seminalwurzeln war bei den untersuchten Sorten/Genotypen von Weizen signifikant unterschiedlich. Bei einigen Weizensorten korrelierte das Korngewicht mit der Anzahl der Seminalwurzeln signifikant. Eine Beachtung dieser Zusammenhänge, die sowohl die Qualität als auch Merkmalsausprägungen umfassen, kann zur Weiterentwicklung der Züchtung im Biologischen Landbau beitragen.

### **Danksagung**

Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie den Bundesländern im Rahmen des Projekts 1315 "Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau" finanziert.

### **Literatur**

- Anonymus: International Rules for Seed Testing. Published by International Seed Testing Association (ISTA), CH-8303 Bassersdorf, Switzerland.
- Leopold J. (2002): Probleme bei der Erzeugung von Saatgut im ökologischen Landbau. Organic eprints. ID Code: 2062. Konferenzbeitrag.
- O'Brian L. (1979) Genetic variability of root growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) Australian Journal of Agricultural Research 30, 587-595.
- Richards R. A., Watt M., Rebetzke G.J. (2007): Physiological traits and cereal germplasm for sustainable agricultural systems. *Euphytica* 154, 409-425.
- Steiner A. M. (2001): Saatgut und Saatgutqualität als Grundlage von Nahrungsmittelversorgung und Lebensqualität. Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, Jahrestagung 2001 in Wolfpassing. *INFORM Zeitschrift für Pflanzenzüchtung und Saatgutproduktion* 2, S.5-8.
- Yantai G., Stobbe E.H. (1996): Seedling vigor and grain yield of 'Robbin' wheat affected by seed size. *Agronomy Journal* 88, 456-460.

## **Einfluss der Bodenbearbeitung zur Saat auf Ertragsbildung, N-Aufnahme und $N_{\min}$ -Vorrat im Boden bei Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) nach Winterzwischenfrucht Erbse (*Pisum sativum* L.)**

Lux, G.<sup>1</sup> und Schmidtke, K.<sup>1</sup>

*Keywords: reduced tillage, millet, N efficiency*

### **Abstract**

*After mulching of winter pea on 1<sup>st</sup> of May 2007 for green manuring four different varieties of millet were sown without any tillage directly into the mulch cover or after tillage by a rotary harrow on a brown earth (Cambisol) near Dresden, Germany. Due to deterioration of soil structure through the impact of rain after tillage seed emergence, plant height and grain yield of millet were reduced in tilled compared to no tilled plots. Although the content of mineral N in the soil was much higher after rotary harrowing nitrogen use efficiency of millet was significantly higher when growing without any tillage. This effect could be caused by a higher ratio of  $NH_4$ -N to total mineral N in the soil which can be an advantage for plant growth with respect to the energy demand for nitrogen assimilation.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Ein wichtiges Instrument um Nährstoffe im Boden zu mobilisieren, aber auch um eine effektive Unkrautregulierung zu gewährleisten, stellt im ökologischen Landbau die wendende Bodenbearbeitung dar (Köpke 2003). Dagegen steht die Notwendigkeit, den jährlichen Bodenabtrag durch Wind- und Wassererosion zu minimieren und nach Strategien einer schonenden Bodenbewirtschaftung zu suchen (Tebrügge 2000). Nach Herbstfurchung und einer winterharten legumenen Zwischenfrucht verbindet die Mulchsaat der Folgefrucht die positiven Wirkungen einer wendenden Bodenbearbeitung mit der erosionsmindernden Wirkung einer Zwischenfrucht. Sie bietet darüber hinaus die Möglichkeit einer zusätzlichen N-Zufuhr über symbiotische  $N_2$ -Fixierung. Im Jahr 2007 wurden zum Anbau der Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) zwei Varianten der Mulchsaat nach Winterzwischenfrucht Erbse geprüft. Dabei erfolgte eine Abstufung der Bodenbearbeitungsintensität zur Saat der Hirse in einen Teil mit Saatbettbereitung und einen Teil ohne jegliche Bodenbearbeitung nach der Zwischenfrucht. Ziel der Arbeit war es, den Einfluss der Bodenbearbeitung zur Saat auf den  $N_{\min}$ -Vorrat im Boden, die Entwicklung und das Wachstum sowie die N-Aufnahme von vier Genotypen der Rispenhirse zu untersuchen.

### **Methoden**

Die Versuchsdurchführung erfolgte auf den Versuchsfeldern der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) am Standort Dresden-Pillnitz (mittlere Jahrestemperatur: 9,2 °C, Jahresniederschlag: 648 mm), die eine Braunerde in Auenlage umfasste (Bodenart im Ap-Horizont und B-Horizont des Standortes: lehmiger Sand (Sl3), im C-Horizont sandiger Lehm (Ls3)). Der Versuch wurde als zweifaktorielle Spaltanlage mit den Faktoren Genotyp und Bodenbearbeitung zur Saat in vier Wiederholungen angelegt. Vier Genotypen mit unterschiedlicher

---

<sup>1</sup>Fachbereich Landbau/Landespflege, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, Deutschland, guido.lux@t-online.de

Wuchshöhe und Ertragsfähigkeit wurden geprüft: *Rispenhirse*, *Ogulin 3*, *1982* sowie *Lisa*. Zwei Verfahren der Bodenbearbeitung kamen zur Anwendung. Die Mulchsaat ohne Bodenbearbeitung war gekennzeichnet durch eine Saat der Hirse ohne Saatbettbereitung direkt in die abgemulchte Zwischenfrucht. Bei der Mulchsaat mit Bodenbearbeitung erfolgte die Saat nach der oberflächennahen Einarbeitung der Zwischenfrucht mit einer Kreiselegge.

Nach erfolgter Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug wurde am 14. Oktober 2006 die winterharte Erbsensorte *EFB 33* als Zwischenfrucht nach vorheriger Saatbettbereitung mit der Kreiselegge gesät. Bis April 2007 hatte sich ein ca. 45 cm hoher Erbsenbestand mit einer Sprossstrockenmasse von 38 dt je ha etabliert. Dieser wurde am 01. Mai abgemulcht und die Sprossmasse auf der Fläche belassen. Die entsprechenden Großparzellen der Variante Mulchsaat mit Saatbettbereitung (je 42 m<sup>2</sup>), wurden am 03. Mai mit der Kreiselegge zwei Mal bearbeitet. Auf den Großparzellen der Variante Mulchsaat ohne Saatbettbereitung wurde keine weitere Bodenbearbeitung vor der Saat durchgeführt. Die Aussaat der Hirse erfolgte am 10. Mai mit einer Aussaatstärke von 200 Körnern je m<sup>2</sup> direkt in den Erbsenmulch bzw. in das bereitete Saatbett. Zur Aussaat wurde die Parzellendrimmaschine Hege 80 mit Einscheibenscharen verwendet. Eine Unkrautregulierung wurde zwischen dem 15. Juni und 15. Juli auf allen Parzellen zwei Mal von Hand durchgeführt. Die Erntenernte zur Erfassung der Trockenmasse der Pflanzen erfolgte am 20. Juli. Die Ernte der Genotypen *Lisa* und *1982* erfolgte im Stadium der Tотреife am 03. August. Die spätreifen Genotypen *Rispenhirse* und *Ogulin 3* wurden am 13. August im Stadium der Teigreife entsprechend ihres Verwendungszweckes als Futterpflanze geerntet. Die Kornerträge der spätreifen Genotypen wurden nicht einzeln erfasst.

### Ergebnisse und Diskussion

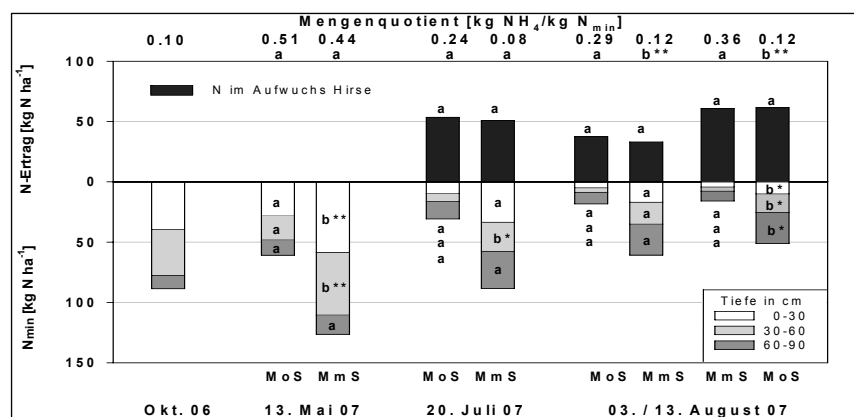
Das Saatverfahren Mulchsaat ohne Saatbettbereitung erwies sich im Versuchsjahr 2007 gegenüber der Variante mit Saatbettbereitung unter den gegebenen Bedingungen als günstiger.

**Tab. 1: Einfluss des Genotyps (G) und des Bodenbearbeitungsverfahrens zur Saat (S) auf das Wachstum der Rispenhirse (MmS = Mulchsaat mit Saatbettbereitung, MoS = Mulchsaat ohne Saatbettbereitung; nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ ; n.s.: nicht signifikant; <sup>(1)</sup> Mittelwerte von 2 Genotypen**

Prüffaktor	Faktorstufe	Feldaufgang [%]	Wuchshöhe [cm]	Sprossertrag [dt ha <sup>-1</sup> ]	Kornertrag [dt ha <sup>-1</sup> ]
Genotyp	Rispenhirse	25 ab	108 a	51 a	-
	Ogulin 3	32 a	112 a	45 a	-
	1982	21 b	88 b	24 b	6,9 a
	Lisa	24 ab**	89 b***	27 b**	8,1 a
Saatverfahren	MoS	36 b	112 b	44 a	10,9 b <sup>(1)</sup>
	MmS	15 a*	86 a*	30 a	4,0 a*
G × S		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Neben einem deutlich besseren Feldaufgang zeigte sich bei der Variante ohne Saatbettbereitung ein stärkeres Längenwachstum der Hirsepflanzen (Tab. 1). In gleicher Weise unterschieden sich der Kornertrag sowie die Sprossstrockenmassen zwischen den Saatverfahren. Durch Vogelfraß, welcher alle Parzellen betraf, fiel der Kornertrag, der unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus bei 15 bis 25 dt je

ha liegen kann (Stolzenburg 2007), sehr gering aus. Mit der Bodenbearbeitung zur Saat war eine ausgeprägte Verschlämzung und Krustenbildung des Bodes als Folge von Niederschlägen nach der Saat zu verzeichnen, die die geringere Ertragsleistung der Hirse verursacht haben dürfte. In der Variante ohne Saatbettbereitung kam hingegen die schützende Wirkung der auf der Bodenoberfläche aufliegenden Pflanzenreste der Zwischenfrucht zum Tragen. Die Bodenbearbeitung zur Saat hatte auch Auswirkungen auf die Höhe der  $N_{min}$ -Mengen im Boden sowie auf den Zeitpunkt der Stickstoffverfügbarkeit, was wiederum von großer Bedeutung für das Pflanzenwachstum und die Ertragsausbildung der angebauten Kultur war. Nachgewiesen wurden zu allen Terminen der Bodenprobennahme in einer Tiefe von 0 bis 90 cm deutlich höhere  $N_{min}$ -Mengen nach Mulchsaat mit Saatbettbereitung im Vergleich zu nach Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (Abb. 1). Zurückführen ließ sich dies auf die intensive Bodenbewegung bei der Saatbettbereitung und auf die damit verbundene flache Einarbeitung der leicht mineralisierbaren Erbsensprossmasse, die ein C/N Verhältnis von 13,7 aufwies. Die Mulchsaat ohne Bodenbearbeitung führte hingegen zu einer verzögerten, jedoch für das Wachstum der Hirse ausreichenden N-Mineralisation im Boden (Abb. 1). Dies kam dem späten N-Bedarf der Hirse entgegen. Der relativ geringe Anteil an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden konnte auf diese Weise besser durch die Hirse genutzt werden, was sich auch in einer höheren N-Effizienz der Hirse (berechnet nach Schmidtke & Rauber 2000) widerspiegelte: In der Saatvariante ohne Bodenbearbeitung bildeten die Hirsepflanzen signifikant ( $P < 0.05$ ) mehr Trockenmasse je kg pflanzenverfügbarem Stickstoff ( $69,0 \text{ kg TM (kg N)}^{-1}$ ) als in der Variante mit Saatbettbereitung ( $31,6 \text{ kg TM (kg N)}^{-1}$ ).



**Abb. 1:**  $N_{min}$ -Vorrat im Boden und N-Ertrag der oberirdischen Pflanzenmasse der Rispenhirse nach Winterzwischenfrucht Erbse und nachfolgender Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (MoS) bzw. Mulchsaat mit Saatbettbereitung (MmS); nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , n.s.: nicht signifikant; 13. August = Mittelwerte von zwei Genotypen

Ein Einfluss auf die N-Effizienz ist nicht nur durch die Höhe der pflanzenverfügbaren N-Menge und den Zeitpunkt der Verfügbarkeit im Boden, sondern auch durch die Form des durch die Pflanzen aufgenommenen Stickstoffs zu erwarten. Da die Pflanzen Ammonium direkt für ihren Stoffwechsel nutzen können, während Nitrat energieaufwendig reduziert werden muss, können hieraus positive Einflüsse u.a. auf die Entwicklung von Wurzel und Spross resultieren (Sommer 2002). Im Versuch zeigte sich ein stark zurückgehender  $NH_4$ -N-Anteil am  $N_{min}$ -N in Boden in der

Saatvariante mit Saatbettbereitung, insbesondere in der für die N-Aufnahme bedeutenden Periode zwischen Schossen und Rispenstadien der Hirse (Abb. 1), so dass dem Pflanzen in der Vergleichsvariante einen prozentual höheren Anteil  $\text{NH}_4\text{-N}$  am  $\text{N}_{\text{min}}\text{-N}$  zur Verfügung stand. Zudem erhöhte sich der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil in der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung noch im Verlauf der Vegetation, was möglicherweise aus einer im Vergleich geringeren mikrobiellen Aktivität im Boden, insbesondere der nitrifizierenden Mikroorganismen resultierte (Scheffer & Schachtschabel 1998).

### Schlussfolgerungen

Die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung bietet einen effektiven Verschlammungsschutz und entspricht aufgrund einer vergleichsweise geringen Mineralisierungsrate dem mit einer verhaltenen Jugendentwicklung verbundenen späten N-Bedarf der Rispenhirse. Eine reduzierte Bodenbearbeitung verringert die Verfügbarkeit von Stickstoff im Boden, kann jedoch bei einer Kultur wie der Rispenhirse, welche an eine geringe N-Versorgung angepasst ist, zu einer hohen N-Ausnutzung bzw. N-Effizienz führen.

### Danksagung

Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Professor Werner-Schulze-Stiftung finanziell unterstützt.

### Literatur

- Köpke, U., (2003): Spezifika der Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau aus Sicht der Wissenschaft und der Praxis. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.): Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau. Darmstadt, S. 7-22.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Aufl., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 593 S.
- Schmidtke, K., Rauber, R., (2000): Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau. In: Möllers, C. (Hrsg.): Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. E. Schmidt Verlag, Berlin, S. 48-69)
- Sommer, K., (2002): Grundlagen des „Cultan“-Verfahrens. In: Sonderheft der Landbauforschung Volkenrode, 1-23, (<http://www.lvg-straelen-lwkr.de/cultan/literatur/sonder-heft-cultan.pdf>), (Abruf Juni 2008).
- Tebrügge, F., (2000): Visionen für die Direktsaat und ihr Beitrag für Boden-, Wasser- und Klimaschutz. (<http://www.pfluglos.de/tebruegg.pdf>), (Abruf 15. 08. 2007).
- Stolzenburg, K., (2007): Ergebnisse dreijähriger Versuche mit Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) im Rheintal. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 19, S. 46-47.



## On-Farm Risikoanalysen zur Entwicklung von Kontrollmaßnahmen bei Kreuzkraut-Arten

Suter, M.<sup>1</sup> und Lüscher, A.<sup>2</sup>

*Keywords: Case-control study, logistic regression, weed control, management practice*

### Abstract

*Poisonous Senecio species occur in grasslands of various countries. Their further spread into farmland must be prevented, but efficient methods for their control are often lacking, especially under organic farming. We propose on-farm surveys designed as case-control studies to assess the risk for the occurrence of such species and present results of a study on *S. aquaticus*. Following a case-control design, 72 plots were evaluated for their botanical composition, half the plots contained *S. aquaticus*. For all the plots, the soil nutrients and the details of management practice, such as type and intensity of management and fertiliser application, were recorded from the farmer. There was a high risk for occurrence of *S. aquaticus* with low nitrogen fertilisation, with a decrease of management intensity in the preceding 15 years, high inclination, and gaps in the sward. For the long-term control of *S. aquaticus*, we suggest promoting dense swards and preventing sward damage as much as possible.*

*This paper demonstrates the great power of case-control studies in on-farm research. The design allows thorough statistical testing using generalised linear models and provides reliable results in relatively short time. Various questions can be linked to the management practice on farms and over a wide range of environmental conditions. Such data can hardly be obtained from small plot experiments.*

### Einleitung und Zielsetzung

Kreuzkräuter (*Senecio* sp.) treten in den letzten Jahren vermehrt im bewirtschafteten Grasland auf. Da Kreuzkräuter für Tiere und Menschen giftig sind, ist auf Landwirtschaftsflächen deren Verbreitung zu verhindern und das Vorkommen zu bekämpfen. Eine einzelne Pflanze des Jakobs-Kreuzkraut produziert beispielsweise bis 100'000 Samen pro Jahr, diese werden auch mit dem Wind verbreitet und bleiben lange keimfähig. Sind auf einer Parzelle große Bestände und eine entsprechende Samenbank einmal etabliert, wird die Bekämpfung sehr aufwändig und schwierig, speziell im Biologischen Landbau.

Vieles deutet darauf hin, dass die zunehmende Verbreitung der einheimischen Kreuzkraut-Arten auch mit veränderter Bewirtschaftung in den letzten Jahren zusammenhängt (Suter et al. 2007). Deshalb sollten effiziente Massnahmen die Bewirtschaftung miteinschliessen; zudem müssen sie nachhaltig sein und auch im Biologischen Landbau angewendet werden können. Das Testen von Massnahmen mittels Experimenten würde eine genaue Analyse erlauben. In solchen Versuchen dauert es aber meist zu lange bis allfällige Wirkungen gezeigt werden können; zudem müsste für praxisrelevante Aussagen eine große Anzahl von Umweltbedingungen in der Anlage berücksichtigt werden. Umgekehrt haben einfache Tests auf Betrieben den Nachteil, dass keine statistisch gesicherten Aussagen gemacht werden können. Meist sind in einem solchen Falle nur Beschreibungen der vielfältigen Umstände möglich.

---

<sup>1</sup> Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus AGFF, Reckenholzstrasse 191, 8064 Zürich, Schweiz, matthias.suter@art.admin.ch

<sup>2</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8064 Zürich, Schweiz

Wir schlagen deshalb Untersuchungen vor, die wohl auf Betrieben durchgeführt werden, aber einem optimierten statistischen Design folgen. Solche „On-Farm“ Erhebungen erlauben statistisch gesicherte Aussagen über das Auftretensrisiko von Problemarten und machen es möglich, in relativ kurzer Zeit wirksame Massnahmen zur Kontrolle zu entwickeln.

## Methoden

Fragestellungen zum Auftretensrisiko einer Pflanzenart können besonders gut mit „Case-Control“ Studien angegangen werden (Agresti 2002). Case-Control Studien werden oft in medizinischen Untersuchungen eingesetzt (Peto et al. 2000). Das Design wird so angelegt, dass „Fälle“ (Cases: z. B. Personen mit einer Krankheit) mit „Kontrollen“ (Controls: Personen ohne diese Krankheit) verglichen werden, wobei sich beide Gruppen betreffend ihrer weiteren Eigenschaften möglichst ähnlich sein sollen.

Entscheidend dabei ist, dass die „Fälle“ a priori von den „Kontrollen“ unterschieden werden können, was bei einer Krankheit oder dem Vorkommen einer Problemart sicher möglich ist. Die Faktoren, die zum „Fall“ geführt haben, müssen nicht bekannt sein und können über lange Zeit gewirkt haben. Für beide Gruppen werden sodann möglichst detailliert alle Faktoren erfasst, die potentiell zum Problem geführt haben können. Dies bedingt einiges an Erfahrung und sorgfältiger Planung. Der Einfluss der erhobenen Faktoren auf die beiden Gruppen wird mittels logistischer Regression analysiert; die Zielvariable ist das Auftreten des „Falles“ bzw. der „Kontrolle“. Mit Hilfe der Regression kann sodann das relative Risiko für das Auftreten der „Fälle“ relativ zur „Kontrolle“ berechnet werden. Das relative Risiko gibt das Verhältnis der Auftretenswahrscheinlichkeit für zwei Stufen einer erklärenden Variablen an (z. B. Raucher versus Nichtraucher; Agresti 2002).

Im Folgenden wird eine Case-Control Studie vorgestellt, die im Sommer 2005 zur Berechnung des Auftretensrisikos von *Senecio aquaticus* (Wasser-Kreuzkraut) durchgeführt wurde (Suter & Lüscher 2008). Im Schweizer Mittelland und dem Alpen-nordrand wurden total 72 Parzellen untersucht, die Hälfte davon mit bzw. ohne *S. aquaticus*. In unmittelbarer Umgebung einer Kreuzkrautparzelle (Case) wurde eine Vergleichsparzelle ohne Kreuzkraut ausgewählt (Control), die möglichst ähnliche Standorteigenschaften aufwies, sich aber in der Bewirtschaftung unterscheiden konnte. In jeder Parzelle wurde auf einer repräsentativen Fläche von 5 m x 5 m eine Vegetationsaufnahme durchgeführt und die Lückigkeit der Grasnarbe geschätzt. Weiter wurden Neigung und Exposition gemessen und Proben des Bodens entnommen (0 bis 10 cm), welche auf die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium sowie den pH und die Körnung analysiert wurden. Durch Befragung der Bewirtschafter erfassten wir den Nutzungstyp (Mähwiese oder Weide) und die Düngung (Gülle, Mist, in seltenen Fällen Mineraldünger). Aus diesen Angaben wurde der applizierte, pflanzenverfügbare Stickstoff berechnet ( $N_{\text{verfügbar}}$  gedüngt, berechnet nach Walther et al. 2001). Auch Nutzungsänderungen und Störungen in den letzten 15 Jahren wurden festgehalten.

## Ergebnisse und Diskussion

Die systematische Auswahl und Untersuchung der Flächen erlaubte es, aus dem Datensatz mittels dem beschriebenen Analyseverfahren die vier wichtigsten Faktoren zu selektieren, die für das Auftreten von *S. aquaticus* entscheidend waren (Tabelle 1). Es wurden zudem alle Interaktionen zwischen diesen Haupteffekten getestet; jedoch waren weder die Interaktionen noch zusätzliche Faktoren signifikant.

Einen entscheidenden Einfluss hatte die Stickstoff-Düngung. Auf Parzellen, die mit 100 kg N pro ha und Jahr gedüngt wurden, war das Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* etwa dreimal kleiner als auf Parzellen, die 50 kg N pro ha und Jahr erhielten (Relatives Risiko = 0.38; Tabelle 1). Hohe Stickstoffgaben und Nutzungsintensitäten fördern schnellwachsende Arten mit hoher Konkurrenzkraft (Carlen et al. 2003); unter solchen Bedingungen bildet sich meist eine dichte Grasnarbe. Wir schliessen daraus, dass hohe Konkurrenz und ein dichter Bestand die Keimung und Etablierung von *S. aquaticus* vermindern. Trotz dieser Präferenz für Flächen mit geringer Düngung konnte *S. aquaticus* auch in mehreren Parzellen mit mittlerer bis hoher Düngung und Nutzungsintensität gefunden werden.

**Tabelle 1: Umwelt- und Bewirtschaftungsvariablen mit signifikanten Effekten auf das Vorkommen von *Senecio aquaticus*. Die Variablen wurden mittels logistischer Regression und Vorwärtsselektion getestet. Das relative Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* ergibt sich aus dem Vergleich jeder einzelnen Variablen mit dem Achsenabschnitt (Agresti 2002).**

Variable	Regressions-Koeffizient	Relatives Risiko	p-Wert
Achsenabschnitt (Intercept) †	-1.87		
N <sub>verfügbar</sub> gedüngt	-0.02	0.38 ‡	0.023
Verminderung der Nutzungsintensität	1.89	6.64	0.035
Neigung	4.96	2.70 #	0.022
Lückigkeit: Hoch (5 - 25%)	1.59	4.91	0.043
R <sup>2</sup>	0.48		

† Der Achsenabschnitt repräsentiert Grasland mit 0% Neigung und geringer Lückigkeit (< 5%), das mit N<sub>verfügbar</sub> von 50 kg / ha und Jahr gedüngt und auf dem die Nutzungsintensität nicht verändert wurde

‡ Relatives Risiko im Vergleich zum Achsenabschnitt für das Auftreten von *S. aquaticus* bei 100 kg N<sub>verfügbar</sub> / ha und Jahr

# Relatives Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* bei einer Neigung von 20%

Parzellen, auf denen in den letzten 15 Jahren die Nutzungsintensität vermindert wurde, zeigten ein gut sechsmal höheres Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* als Parzellen, deren Nutzung nicht verändert wurde (Relatives Risiko = 6.64; Tabelle 1). Nach einer Verminderung der Nutzungsintensität verändert sich oft die Vegetationszusammensetzung. Arten, die mit weniger Nährstoffen auskommen, nehmen überhand und können bedürftigere Arten verdrängen (Koutroubas et al. 2000). Bei einer Extensivierung ist zudem das Auflockern der Bestandesstruktur und das Auftreten von Lücken sehr wahrscheinlich, und *S. aquaticus* mit seiner grossen Anzahl flugfähiger Samen konnte sich in diesen Nischen ausbreiten.

Die Neigung war ein weiterer signifikanter Faktor. Steile Parzellen hatten ein fast dreimal so hohes Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* als ebene Parzellen (Relatives Risiko für eine Neigung von 20% = 2.70; Tabelle 1). Werden stark geneigte Flächen bewirtschaftet, sind Grasnarbenverletzungen i.d.R. nicht zu vermeiden, sei es

durch Tritt bei Beweidung oder durch Fahrspuren bei Mahd. Die entstehenden Lücken weisen gute Bedingungen für die Keimung und Etablierung von Pflanzen auf (Silvertown et al. 1989). Dass solche Lücken für *S. aquaticus* wichtig sind, wurde auch für die untersuchten Flächen gezeigt: Parzellen mit hoher Lückigkeit von 5 bis 25% hatten ein ca. fünfmal höheres Risiko für das Auftreten von *S. aquaticus* als Parzellen mit geringer Lückigkeit (Relatives Risiko = 4.91; Tabelle 1).

### Schlussfolgerungen

Die Resultate zeigen, dass die Bestandesdichte bzw. Lückigkeit und damit verbundene Faktoren wie Nutzungsänderungen und Neigung einen grossen Einfluss auf das Vorkommen von *S. aquaticus* haben. Der Förderung einer dichten Grasnarbe kommt deshalb zentrale Bedeutung zu. Auch die Pflege der Parzellen, zum Beispiel das Mähen von Problempflanzen, sollte keinesfalls vernachlässigt werden.

Case-Control Studien haben ein grosses Potenzial für die „On-Farm“ Forschung, denn sie liefern in relativ kurzer Zeit verlässliche Aussagen unter echten Praxisbedingungen. Verschiedenste Fragestellungen können mit der Bewirtschaftung und den Standortfaktoren verbunden werden, die auf den Betrieben schon über lange Zeit bestehen. Solche Daten können durch Kleinparzellen-Experimente nicht erhalten werden.

### Danksagung

Wir danken allen beteiligten Landwirten und Beratern wie auch F. Reutlinger für die Mithilfe bei der Datenerhebung und R. Flisch und H. Stünzi für die Bodenanalysen. Das Projekt wurde unterstützt vom Bundesamt für Landwirtschaft BLW.

### Literatur

- Agresti A. (2002): *Categorical data analysis*, 2nd edn. Wiley, New York, 710 S.
- Carlen C., Kölliker R., Reidy B., Lüscher A., Nösberger, J. (2002): Effect of season and cutting frequency on root and shoot competition between *Festuca pratensis* and *Dactylis glomerata*. *Grass Forage Sci* 57:247-254.
- Koutroubas S.D., Veresoglou D.S., Zounos A. (2000): Nutrient use efficiency as a factor determining the structure of herbaceous plant communities in low-nutrient environments. *J Agron Crop Sci* 184:261-266.
- Peto R., Darby S., Deo H., Silcocks P., Whitley E., Doll R. (2000): Smoking, smoking cessation, and lung cancer in the UK since 1950: combination of national statistics with two case-control studies. *Brit Medical J* 321:323-329.
- Suter M., Siegrist-Maag S., Connolly J., Lüscher, A. (2007): Can the occurrence of *Senecio jacobaea* be influenced by management practice? *Weed Res* 47:262-269.
- Suter M., Lüscher A. (2008): Occurrence of *Senecio aquaticus* in relation to grassland management. *Appl Veg Sci* 11:317-324.
- Silvertown J., Smith B. (1989): Mapping the microenvironment for seed germination in the field. *Ann Bot* 63:163-168.
- Walther U., Ryser J.-P., Flisch R. (2001): Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 8:1-80.

## Winterraps in der Fruchtfolge des Ökologischen Landbaus

Becker, K.<sup>1</sup> und Leithold, G.<sup>2</sup>

*Keywords: rape seed, efficient nutrient utilization, crop rotation.*

### Abstract

*The cropping of rape seed is rather uncommon in organic farming. Still, rape seed cropping can contribute to efficient nutrient utilization (especially of nitrogen) in a crop rotation. This paper presents results on nitrogen dynamics after perennial clover grass as affected by rape seed cropping compared to winter wheat. It could be shown, that  $N_{min}$  amounts in the soil are lowered by rape seed compared to winter wheat.*

### Einleitung und Zielsetzung

Für die Fruchtfolgegestaltung eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes kann ein erfolgreicher Anbau von Winterraps eine Reihe von Vorteilen bieten. Rapssaat zur Produktion von Speiseöl kann wirtschaftlich besonders interessant sein, Nebenprodukte können zur Fütterung oder Energiegewinnung genutzt werden. Neben der Fruchtfolgeerweiterung (Nicht-Wirtspflanze von Getreidekrankheiten) entstehen vor allem Möglichkeiten, die Nährstoffeffizienz im Ökologischen Landbau zu erhöhen. Winterraps ist in der Lage, vor Winter bis zu 250 kg N organisch zu binden und dadurch N-Verluste vor Beginn der Vegetation zu minimieren (Hess 1995, Albert und Schliephake 2008). Besondere Bedeutung hat dies nach Umbruch von ein- oder mehrjährigen Leguminosen oder für Betriebe mit Viehhaltung, die auf eine effektive Verwertung des organischen (Gülle)Stickstoffs im Herbst und im zeitigem Frühjahr bedacht sind. Zudem besitzt Raps eine hohe physiologische P-Aneignungsleistung (Leppin 2008) und ebenso könnte ein ausreichend mit Schwefel versorgter Raps positive Effekte auf die Folgekulturen haben. In diesem Beitrag sollen erste, die Stickstoffdynamik betreffende Teilergebnisse, mitgeteilt werden.

### Methoden

Der Versuchsbetrieb für Ökologischen Landbau der Universität Giessen ist gekennzeichnet durch Parabraunerden aus Löß (lu/tu), einer mittl. Jahrestemperatur von 9,3°C und einem mittl. Niederschlag von 670 mm/a. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Stickstoffdynamik des Anbaujahres 2007/2008. Für die Untersuchungen wurde 2007 zweijähriges Klee gras mit Schnittnutzung entweder im August umgebrochen und mit Winterraps bestellt (Klee gras-Klee gras-Winterraps), oder Anfang Oktober umgebrochen und Winterweizen angebaut (Klee gras-Klee gras-Winterweizen). Zu einem weiteren Vergleich wurde Winterweizen nach den Fruchtfolgefeldern Klee gras-Klee gras-Raps herangezogen. Der Anbau von Raps und Weizen erfolgte in einem Reihenabstand von jeweils 15 cm bei ortsüblicher Aussaatstärke. Die Bodenproben wurden in den Tiefenstufen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm entnommen (Parz. 15 m<sup>2</sup>, 4 Wiederholungen).

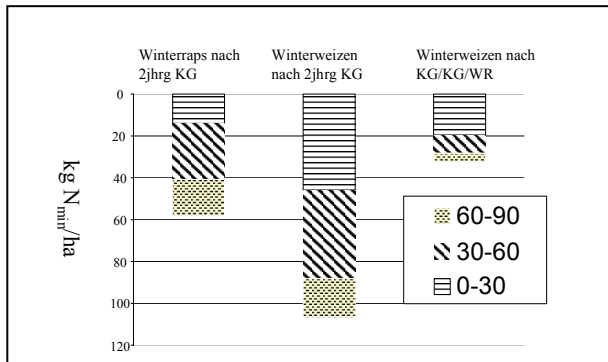
---

<sup>1</sup> JLU Giessen, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Giessen, D, konstantin.becker@agrar.uni-giessen.de

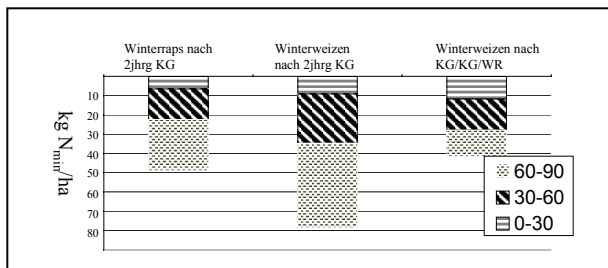
<sup>2</sup> JLU Giessen, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Giessen, D, guenter.leithold@agrar.uni-giessen.de

## Ergebnisse und Diskussion

Das Auswaschungspotential von mineralischem Stickstoff nach Leguminosenumbruch konnte mit dem Anbau von Winterraps (58 kg  $N_{min}$ /ha) gegenüber dem Anbau von Winterweizen (106 kg  $N_{min}$ /ha) reduziert werden (Abb. 1). Es kann angenommen werden, dass durch den Raps bis November ca. 70 kg mineralischer Stickstoff entzogen wurde und bis zum Termin März noch zusätzlich Stickstoff aufgenommen wurde. Des Weiteren wird deutlich, dass das Stickstoffverlustpotential über Winter in der Variante Winterweizen nach Klee gras/Klee gras Raps relativ gering war (32 kg  $N_{min}$ /ha). Die Frühjahrswerte zeigten entsprechend geringe Werte unter Raps nach Klee gras (46 kg  $N_{min}$ /ha) und unter Weizen nach Klee gras/Klee gras/Raps (42 kg  $N_{min}$ /ha), so dass an dieser Stelle ein effektiver Einsatz von N-Wirtschaftsdünger erzielt werden könnte (Abb. 2). Unter Winterweizen nach 2-jhrg. Klee gras zeigten sich über Winter  $N_{min}$ -Verlagerungstendenzen von den oberen in tiefere Bodenschichten. Die Untersuchungen werden fortgeführt.



**Abb. 1:  $N_{min}$  Gehalt im Boden unter verschiedenen Kulturen in verschiedener Fruchtfolgestellung, Probennahme November 2007**



**Abb. 2:  $N_{min}$  Gehalt im Boden unter verschiedenen Kulturen in verschiedener Fruchtfolgestellung, Probennahme März 2008**

## Literatur

- Albert, E., Schliephake, W. (2008): Optimale Stickstoffdüngung zu Winterraps. Raps 1/2008 (26 Jg.) S.19-23
- Heß, J. (1995): Residuärer Stickstoff aus mehrjährigem Feldfutterbau: Optimierung seiner Nutzung durch Fruchtfolge und Anbauverfahren unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Wissenschaftlicher Fachverlag Gießen.
- Leppin, T. (2007): Mobilisierungspotential unterschiedlicher Pflanzen für stabile Phosphatformen im Boden. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2008/5430/>, (Abruf 16.09.2008).

## Ertragsleistung und Rutingehalte verschiedener Buchweizensorten unter ökologischen Anbaubedingungen

Goeritz, M., Kawiani, R., Loges, R., Schwarz, K., Kämper, M., Ehmsen, T. und Taube, F.<sup>1</sup>

*Keywords: Buckwheat, Rutin, Functional Food*

### Abstract

*Buckwheat is an ancient traditional food and medicinal plant. In this study we investigated grain yield and rutin content of common (Bamby, Lileja, Hruszowska) and tataric (Lifago) buckwheat varieties under organic farming conditions at different N levels. Grain yield and rutin content were not significantly affected by the factors 'year' and 'N-supply'. However, strong effects of the factor 'variety' could be determined. The tataric buckwheat Lifago showed highest grain and rutin yields compared to the common buckwheat varieties. Due to the rutin related bitter taste Lifago buckwheat is rather useful for medical application than for basic food. Converting rutin into less bitter active substance quercetin during processing as well as cross-breeding of common buckwheat x wild type buckwheat might be alternatives for basic food application. Since we found no effect of additional N-supply, buckwheat is well suited for low input farming systems like organic farming.*

### Einleitung und Zielsetzung

Seit vielen Jahrtausenden ist Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), insbesondere im asiatischen Raum, ein geschätztes Nahrungs- und Arzneimittel, dessen heilsame Wirkung in der traditionellen Heilkunde schon lange bekannt ist. In Deutschland wurde der Buchweizen in den letzten Jahrzehnten durch ertragreiche Getreidesorten substituiert und wird heute nur noch in geringem Umfang auf ca. 1000 ha angebaut (Zeller und Hsam, 2004). Jedoch hat sich die Forschung in jüngster Vergangenheit dem Buchweizen wieder intensiv gewidmet und seine gesundheitsfördernden Eigenschaften in zahlreichen Studien belegt. Buchweizen besitzt einen hohen Gehalt an natürlichen Antioxidantien (Phenolsäuren und Flavonoide), die in der Medizin u. a. zur Vorbeugung und Behandlung von Veneninsuffizienz, Bluthochdruck (Abeywardena und Head, 2001), Arteriosklerose (Wojcicki et al, 1995) und Diabetes mellitus (Kamalakkannan und Prince, 2006) eingesetzt werden. Vor allem dem Flavonoid Rutin kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Durch die mögliche Verwendung des Buchweizens als Grundnahrungsmittel, z. B. in Brot und Teigwaren, wird eine besonders hohe Aufnahme der gesundheitsfördernden Inhaltsstoffe gewährleistet, ohne dass diese vorher aufwendig extrahiert oder hinzugefügt werden müssen. Daher ist der Buchweizen nicht nur eine Nahrungspflanze, sondern nimmt auch in der Kategorie des *functional food* eine besondere Stellung ein. Gerade beim Anbau von Pflanzen, die für die Gewinnung von Arzneimitteln oder für die Produktion von funktionellen Lebensmitteln eingesetzt werden sollen, ist es wichtig, dass sich keine Rückstände von gesundheitsschädlichen Pflanzenschutzmitteln in den Produkten finden. Aus diesem Grund wird häufig die ökologische Anbauweise bevorzugt. Auch hier bietet der Buchweizen eine Reihe von Vorteilen, wie z. B. seine Anspruchslosigkeit an den Standort und seine stark Unkraut

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau u. -züchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel, Deutschland, mgoeritz@email.uni-kiel.de, www.uni-kiel.de

unterdrückende Wirkung. Um das Potential dieser Pflanzenart im Hinblick auf seine Verwendung als *functional food* möglichst umfangreich zu nutzen und auszuschöpfen, ist es deshalb wichtig, dass neben angemessenen Kornerträgen vor allen Dingen auch hohe Rutingehalte erzielt werden

Obwohl es als klassisches Anbauggebiet gilt, ist über den Buchweizenanbau unter maritimen Bedingungen in Norddeutschland nur wenig bekannt. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des deutsch-dänischen Interreg III A-Projektes „Plants for Health“ auf dem Versuchsbetrieb „Lindhof“ der Universität Kiel vier Buchweizensorten auf ihre Ertragsleistung und Rutingehalte bei unterschiedlicher N-Versorgung und unter den Anbaubedingungen des ökologischen Landbaus untersucht.

## Methoden

Drei Sorten (Hruszowska, Lileja, Bamby) des gewöhnlichen Buchweizens (*Fagopyrum esculentum*) und eine Sorte (Lifago) des tatarischen Buchweizens (*Fagopyrum tataricum*) wurden in den Jahren 2006 und 2007 auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb „Lindhof“ der Universität Kiel angebaut. Der Standort liegt im Jungmoränengebiet Schleswig-Holsteins, ca. 20 km nördlich von Kiel und ist durch die Bodenarten lehmiger Sand und sandiger Lehm sowie durch eine maritime, niederschlagsreiche Witterung charakterisiert. Der Versuch wurde im Split-Plot Design mit drei Wiederholungen und einer Parzellengröße von 9 x 1,50 m angelegt. Die Aussaat der Buchweizensamen erfolgte Anfang Mai mit einer Saatstärke von 60 kg/ha und einem Reihenabstand von 12 cm. Die Stickstoffversorgungsvarianten betragen bei allen vier Sorten jeweils 0 bzw. 120 kg N/ha in Form einer zweimaligen Rindergüllegabe à 60 kg N/ha. Die erste N-Applikation fand kurz vor der Aussaat, die zweite in einem Wuchsstadium von ca. 30 cm Höhe statt. Eine Unkrautbekämpfung erfolgte in Form von Striegeln bei einer Größe der Buchweizenpflanzen von ca. 5 cm. Die Krauterträge wurden durch Beprobung eines Viertel Quadratmeters und anschließender Trocknung im Trockenschrank bei 58°C bestimmt. Für die Ermittlung der Kornerträge wurden die Parzellen Ende August mit einem Haldrup-Parzellenmähdescher im Schwaddeuschverfahren beerntet. Die Buchweizensamen wurden für mehrere Tage in einer Kastentrocknung getrocknet und anschließend gewogen.

Zur Bestimmung der Rutingehalte wurden die ungeschälten Samen zunächst getrocknet und anschließend für die Extraktion zu einem feinen Pulver der Partikelgröße 250 µm – 1mm vermahlen. Die Identifizierung und Quantifizierung geschah mittels HPLC und UV-Detektion.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SAS<sup>®</sup> und die Varianzanalyse wurde mit der Prozedur GLM durchgeführt. Die Mittelwertvergleiche erfolgten mittels Student-Newman-Keuls-Test.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Kornerträge lagen zwischen 5 und 24 dt/ha, wobei die Sorte Bamby des gewöhnlichen Buchweizens mit 5 bis 8 dt/ha in beiden Versuchsjahren die signifikant niedrigsten Erträge aufwies. Die beiden Sorten Hruszowska und Lileja hatten mit 7 bis 14 dt/ha ebenfalls niedrige Ertragsleistungen. Laut Zeller und Hsam (2004) liegt der Kornertrag von *Fagopyrum esculentum* in Deutschland zwischen 15 und 20 dt/ha. Diese Angaben beziehen sich jedoch auf die konventionelle Anbauweise. Derartige Ertragsleistungen konnten unter ökologischen Versuchs-Bedingungen von keiner der *F. esculentum*-Sorten erreicht werden. Die Kornerträge der Sorte Lifago des tatarischen Buchweizens unterschieden sich dagegen mit 17 bis 24 dt/ha signifikant



von Bamby, Hruszowska und Lileja und konnten die Ertragserwartungen erfüllen. Die geringen Ertragsleistungen der *Fagopyrum-esculentum*-Sorten lassen sich laut Zeller und Hsam (2004) in erster Linie auf die Heterostylie der Buchweizenblüten zurückführen. Diese ineffektive Art der Bestäubung durch Insekten führt zu Samenansätzen von höchstens 12 %. Daher sind die Bestäubungsraten umso höher, je mehr Pollen übertragende Insekten unterwegs sind. Gerade das Jahr 2007 war zur Zeit der Buchweizenblüte aber ausgesprochen feucht, was möglicherweise den Bienenflug eingeschränkt und die Bestäubungsraten herabgesetzt hat. Der höhere Ertrag der Sorte Lifago lässt sich damit erklären, dass *F. tataricum* homostyl selbstbestäubend ist und somit eine deutlich effektivere Bestäubungsrate erzielt.

**Tab. 1: Einfluss der Faktoren Sorte, Jahr und N-Versorgungsstufe auf ernterelevante Parameter**

Sorte	Kornertrag (dt/ha)	Biomasseertrag Ganzpflanze (dt/ha)	Ernteindex	Rutingehalt (g/100 g)	Rutinertrag (kg/ha)
Bamby	6,812 <sup>c</sup>	48,25 <sup>c</sup>	0,149 <sup>b</sup>	0,033 <sup>b</sup>	0,223 <sup>b</sup>
Lileja	10,56 <sup>b</sup>	65,98 <sup>b</sup>	0,166 <sup>b</sup>	0,054 <sup>b</sup>	0,329 <sup>b</sup>
Hruszowska	11,91 <sup>b</sup>	68,42 <sup>b</sup>	0,180 <sup>b</sup>	0,024 <sup>b</sup>	0,535 <sup>b</sup>
Lifago	22,98 <sup>a</sup>	83,32 <sup>a</sup>	0,286 <sup>a</sup>	1,022 <sup>a</sup>	23,502 <sup>a</sup>
GD 0,05	3,6	16,3	0,06	0,06	2,5

Jahr	Kornertrag (dt/ha)	Biomasseertrag Ganzpflanze (dt/ha)	Ernteindex	Rutingehalt (g/100 g)	Rutinertrag (kg/ha)
2006	13,90 <sup>a</sup>	70,16 <sup>a</sup>	0,193 <sup>a</sup>	0,289 <sup>a</sup>	6,269 <sup>a</sup>
2007	12,23 <sup>a</sup>	62,83 <sup>a</sup>	0,197 <sup>a</sup>	0,278 <sup>a</sup>	6,026 <sup>a</sup>
GD 0,05	ns	ns	ns	ns	ns

N-Stufe (kg/ha)	Kornertrag (dt/ha)	Biomasseertrag Ganzpflanze (dt/ha)	Ernteindex	Rutingehalt (g/100 g)	Rutinertrag (kg/ha)
0	13,34 <sup>a</sup>	63,14 <sup>a</sup>	0,206 <sup>a</sup>	0,275 <sup>a</sup>	6,112 <sup>a</sup>
120	12,80 <sup>a</sup>	69,85 <sup>a</sup>	0,184 <sup>a</sup>	0,291 <sup>a</sup>	6,182 <sup>a</sup>
GD 0,05	ns	ns	ns	ns	ns

Die Faktoren Jahr und N-Versorgung hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Kornerträge. Die fehlende Wirkung der N-Düngung deckt sich mit den Aussagen in der Literatur, wonach höhere N-Gaben den Kornertrag nicht steigern (Heyland et al., 2006). Ebenso wie der Kornertrag wurde auch der Biomasseertrag der Ganzpflanzen nur durch den Faktor Sorte beeinflusst. Auch hier wies Lifago die höchsten und Bamby die niedrigsten Werte auf. Der höhere Biomasseertrag von Lifago korrespondiert mit seiner stärker Unkraut unterdrückenden Wirkung. Bei der Analyse der Buchweizensamen auf das Flavonoid Rutin und Hochrechnung des Rutingehaltes auf den Rutinertrag pro Fläche, zeigt ebenfalls die Sorte Lifago die signifikant höchsten Werte. Auch diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Hagels et al., 1995). Auch hier unterschieden sich die Sorten Bamby, Lileja und Hruszowska nicht signifikant voneinander und wiesen 20- bis 40-fach niedrigere Rutingehalte als Lifago auf. Die Faktoren Jahr und N-Stufe hatten hier ebenfalls keinen signifikanten Einfluss.

### Schlussfolgerungen

Im Hinblick auf die Verwendung von Buchweizen als funktionelles Lebensmittel kommt dem Tatarischen Buchweizen besondere Bedeutung zu. Er besitzt im Vergleich zum gewöhnlichen Buchweizen nicht nur um ein Vielfaches höhere Rutingehalte, er weist

durch seinen deutlich höheren Korn- und Rutinertrag auch den höchsten Rutinertrag pro Hektar auf und ist somit für den gezielten Anbau interessant. Von Nachteil hingegen ist sein durch den beachtlichen Rutingehalt bedingter bitterer Geschmack, der ihn ohne weitere Vorbehandlung für die Verwendung als Nahrungsmittel ungeeignet macht. Im hier präsentierten interdisziplinären Forschungsprojekt wird deshalb parallel intensiv an Weiterverarbeitungsmethoden geforscht, welche das bitter schmeckende Rutin in das weniger bitter schmeckende Aglykon Quercetin umwandeln. Da Quercetin im menschlichen Körper die absorptionsfähige und wirkungsaktive Form des Rutins darstellt, ergeben sich dadurch Möglichkeiten, die antinutritiven Effekte hoher Rutingehalte abzumildern und den tatarischen Buchweizen als funktionelles Lebensmittel einzusetzen. Als weiterer viel versprechender Schritt zur Optimierung des Buchweizenanbaus gilt die Einkreuzung wilder Buchweizenarten mit dem Ziel gleichzeitig höhere Rutingehalte und Erträge durch die angestrebte Selbstbefruchtung zu erzielen. Nichtsdestotrotz sind auch die Sorten des gewöhnlichen Buchweizens bei entsprechender vorsichtiger Weiterverarbeitung als wertvolle Rutinquelle in der täglichen Ernährung einzuschätzen. Die fehlende Wirkung einer zusätzlichen N-Düngung auf Korn- und Rutinertrag kommt den N-limitierten Bedingungen auf ökologischen Ackerbaubetrieben entgegen.

## Literatur

- Abeywardena, M. Y. und R. J. Head (2001): Dietary polyunsaturated fatty acid and antioxidant modulation of vascular dysfunction in the spontaneously hypertensive rat. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* (2001) 65 (2), 91-97.
- Hagels, H., D. Wagenbreth und H. Schilcher (1995): Phenolic Compounds of Buckwheat Herb and Influence of Plant and Agricultural Factors (*Fagopyrum esculentum* (Moench) and *Fagopyrum tataricum* (Gärtner)). *Current Advances in Buckwheat Research*: 801-809.
- Heyland, K.-U., H. Hanus und E. R. Keller (2006): Ölfrüchte, Faserpflanzen, Arzneipflanzen und Sonderkulturen. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Kamalakkannan, N. und P. S. Prince (2006): Antihyperglycaemic and antioxidant effect of rutin, a polyphenolic flavonoid, in streptozotocin-induced diabetic wistar rats. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2006 Jan; 98 (1): 97-103.
- Wojcicki, J., B. Barcew-Wiszniewska, L. Samochowiec und L. Rozewicka (1995): Extractum *Fagopyri* reduces atherosclerosis in high-fat diet fed rabbits. *Pharmazie* 1995 Aug; 50 (8): 560-2.
- Zeller, F. J. und S. L. K. Hsam (2004): Funktionelles Lebensmittel: Buchweizen – die vergessene Kulturpflanze. *Biol. Unserer Zeit*, 34 (1): 24-31.

## Eignung von neuen Sommeröleinsorten für den Ökolandbau im Schweizer Mittelland

Hiltbrunner, J.<sup>1</sup>, Hebeisen, T.<sup>1</sup>, Hunziker, H.R.<sup>1</sup> und Herzog, C.<sup>1</sup>

*Keywords: Oil flax, Linum usitatissimum L., organic farming, Switzerland, variety*

### Abstract

*Oil flax was cropped in Switzerland in former times but seldom today. To investigate new varieties with respect to their agronomic performance and suitability for the production of cold-pressed oil, 15 varieties of spring flax were tested in the years 2005-2007 at one site. They were sown in small plots with four replicates and managed according the rules of Swiss organic farming.*

*Averaged over the years, seed yield of the varieties ranged from 1.4 - 1.9 t/ha. Pressure of pests and diseases were generally low and weeds were controlled successfully by mechanical means. In order to recommend flax varieties for the production of oil, oil quality aspects need to be considered and investigated carefully.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Hochblüte des Schweizer Anbaus von Lein (*Linum usitatissimum* L.) war 1945 mit rund 230 ha (Eidg. statistisches Amt 1949). Obwohl der Anbau von Lein zur Faserproduktion bedeutender war, wurde im Kanton Waadt zu jener Zeit auch Öllein angebaut. Durch die erfolgreiche Züchtung bei anderen Ölpflanzen und v.a. dem Wegfall der Faserverarbeitung verlor der Leinanbau in den 1950er Jahren rasch an Bedeutung. Seit 2004 wird der Leinanbau in der Schweiz mit dem Ölsaatenbeitrag unterstützt und der Anbau somit grundsätzlich gefördert. Aufgrund seiner geringen Nährstoffansprüche eignet sich Lein zudem bestens für extensive Anbausysteme.

Ziel dieser Versuche war es, ausländische Neuzüchtungen unter Schweizer Bedingungen hinsichtlich ihrer agronomischen Eigenschaften zu testen sowie die Qualität des aus den Leinsamen gepressten Öls zu untersuchen.

### Material und Methoden

Während drei Jahren (2005-2007) wurde in Suhr [AG, 400 m ü. M., mittlere Niederschlagssumme April bis August: 541 mm, mittlere Temperatursumme (0°C): 2419 °C] ein Kleinparzellenversuch mit 15 Sommeröleinsorten in einer Blockanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. Die Sorten wurden am 5.4.2005, 22.4.2006 und am 3.4.2007 mit 500 Körnern/m<sup>2</sup> in einem Reihenabstand von 0.18 m gesät. Die Unkrautregulierung erfolgte mit Hackgerät und/oder Striegel. 60 kg N/ha (2005, 2007) bzw. 100 kg N/ha (2006) wurden in Form von organischem Handelsdünger (Biorga) zur Saat eingearbeitet. Die Ernte erfolgte am 1.9.2005, 5.9.2006 bzw. 28.9.2007 mit einem Kleinparzellendrescher (Hege 125 C). Der Samenertrag und Ölgehalt wurde auf einen Wassergehalt von 10 % berechnet. Der Ölgehalt wurde an der Mischprobe der Wiederholungen bestimmt.

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, juerg.hiltbrunner@art.admin.ch, www.art.admin.ch

## Ergebnisse und Diskussion

Der Krankheits- und Schädlingsdruck war grundsätzlich gering und mit dem gezielten Einsatz von Hackgeräten und Striegel konnte auch die Begleitflora erfolgreich reguliert werden. Im Mittel der Jahre schwankten die Samenerträge zwischen 1.4 und 2.0 t/ha (Tabelle 1). Sortenunterschiede wurden in allen Jahren beobachtet, wobei sich die Rangfolge in den Jahren änderte. Récital und Juliet erzielten im Mittel der 3 Jahre die höchsten Erträge (1.8 t/ ha). Die geringere Standfestigkeit der Sorten Eole, Lirina, Mikael und Barbara könnte sich bei einer überhöhten Düngung negativ auf den Ertrag auswirken. Der Ölgehalt lag im Mittel der Versuchsjahre zwischen 33 und 40 %.

**Tabelle 1: Samenertrag und Ölgehalt von 15 Sommerölsorten getestet unter Bedingungen des Ökolandbaus im Schweizer Mittelland (2005-2007).**

Sorte	Samenertrag (t/ha bei 10 % H <sub>2</sub> O)				Ölgehalt (%)			
	2005	2006	2007	3-Jahres-mittel	2005	2006	2007	3-Jahres-mittel
MIKAEL	1.83	1.31	1.06	1.40	32.9	35.0	39.1	35.7
BARBARA	1.94	1.48	1.47	1.63	37.3	32.9	39.8	36.7
LIRINA	2.01	1.58	1.33	1.64	38.3	37.5	39.3	38.4
LIVIA	2.04	1.44	1.87	1.78	34.6	36.1	40.9	37.2
JULIET	2.39	1.88	1.25	1.84	36.2	32.9	41.5	36.8
EURODOR	1.97	1.31	1.17	1.48	33.0	29.5	37.3	33.3
LINDOR	2.00	1.23	1.13	1.45	32.3	32.9	38.6	34.6
NIAGARA	2.22	1.50	1.49	1.74	37.4	35.9	38.6	37.3
EOLE	1.79	1.59	1.37	1.58	34.3	33.2	39.4	35.6
RÉCITAL	2.30	1.54	1.81	1.88	32.3	30.3	41.5	34.7
SCORPION	2.00	1.51	1.31	1.61	33.7	31.2	41.6	35.5
TAURUS	2.14	1.43	1.68	1.75	35.6	34.7	41.0	37.1
SERENADE	1.99	1.41	1.85	1.75	34.9	32.6	40.7	36.1
INGOT	1.95	0.93	1.56	1.48	35.7	35.8	41.3	37.6
SUNRISE	1.67	1.41	1.91	1.66	36.7	33.5	41.4	37.2
Jahresmittel	2.02	1.44	1.48		35.0	33.6	40.1	
kgD (5%)	0.13	0.25	0.38		-	-	-	

Untersuchungen, u.a. an Mustern dieser Versuche, haben gezeigt, dass die sich mit der Zeit im gepressten Öl bildenden Bitterstoffe auch von der Sorte abhängen (Brühl et al. 2008). Werden Sorten für die Leinölproduktion empfohlen, sollten deshalb nebst den agronomischen auch qualitative Eigenschaften des Öls mit berücksichtigt werden.

## Dank

Die Autoren danken E. Uhlmann, F. Gut und F. Käser für die wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Feldversuche.

## Literatur

- Brühl L., Matthäus B., Scheipers A., Hofmann T. (2008): Bitter off-taste in stored cold-pressed linseed oil obtained from different varieties. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 110: 625–631.
- Eidg. statistisches Amt (1947): Der Schweizerische Ackerbau in der Kriegszeit – Eidg. Anbau-erhebungen 1939 – 1947. Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 217, S. 160-162.

## Beitrag einer termingerecht durchgeführten Kainit-Düngung zur Beikrautregulierung in Winterweizen

Loges, R., Häussler, R. und Taube, F.<sup>1</sup>

*Keywords: Kainit-fertilisation, weed control, winter wheat, hairy vetch, chamomile*

### Abstract

*Due to etching effects on broad leafed weeds, fine ground kainite was used for weed control before synthetic herbicides have become common practice in conventional farming. According to the organic standards kainite can be used as potassium fertiliser. The present study investigates optimal growing stages for application in organic winter wheat and the range of effectiveness. Kainite was applied at a rate of 800 kg per hectare alternatively at EC 29 and EC 30 under the conditions of morning dew on days with high sunshine duration. At both growing stages kainite application reduced the population of hairy vetch, chamomile, cornflower, field pansy, winter rape, common chickweed and persian speedwell. Application at early growing stages led to a higher weed reduction.*

### Einleitung und Zielsetzung

Auf vielen Marktfruchtbetrieben mit geringem Klee grasanteil in der Fruchtfolge stellt der Besatz mit einjährigen Samenunkräutern ein Problem im Getreideanbau dar. Staubfein vermahlene Kainit ist ein im ökologischen Landbau zugelassenes Kaliumsalz-Düngemittel, welches als Nebenwirkung eine Ätzwirkung gegenüber breitblättrigen Beikräutern besitzt. Diese Wirkung des sog. Hederich-Kainits wurde bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts entdeckt und stellte vor der Einführung chemisch-synthetischer Herbizide auf vielen Betrieben ein wichtiges Werkzeug der Beikrautregulierung dar (Roemer und Scheffer 1959). Gute Bekämpfungserfolge gegenüber rauhaariger Wicke in Versuchen von Lukashyk et al. (2004), weckten auch auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben verstärktes Interesse an Möglichkeiten und Grenzen des Kainit-Einsatzes als Zusatzwerkzeug bei der Beikrautkontrolle. Offene Fragen stellen derzeit das Wirkungsspektrum sowie optimale Einsatztermine dar, beides steht im Vordergrund der hier vorgestellten Untersuchung.

### Methoden

In einem zweijährigen Feldversuch (2006 und 2007) wurden auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb Lindhof der Universität Kiel (43 Bp, 8,7°C Jahresdurchschnittstemperatur, 785 mm Durchschnittsjahresniederschlag) die Effekte einer terminlich variierten Kainitdüngung auf definierte Beikrautpopulationen in Winterweizen untersucht. Zu diesem Zweck wurden neben Beständen mit natürlichem Beikrautbesatz auch solche behandelt, die durch gezielte Ansaat jeweils verstärkt mit einer der folgenden Arten verunkrautet waren: Kamille, Ackerstiefmütterchen, Winterwicke, Winterraps, Kornblume oder Klatschmohn. Die Ansaat der Beikräuter erfolgte zeitgleich mit der Aussaat des Weizens in der ersten Oktoberwoche. Neben einer unbehandelten Kontrolle wurden alternativ zu EC 29 und EC 30 jeweils in den frühen Morgenstunden unter den Bedingungen Frühtau mit nachfolgender intensiver Sonneneinstrahlung jeweils 8 dt ha<sup>-1</sup> staubfein vermahlene Kainit ausgebracht.

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau, Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Str.9, D-24118 Kiel, Email: rloges@email.uni-kiel.de

Anfang Juni wurden die Deckungsgrade der angesäten bzw. natürlichen Beikrautarten mittels Göttinger Schätzrahmen bestimmt. Auf den schon vor der Ausbringung mit Kali gut versorgten Versuchsflächen wurden keine weiteren Beikrautkontrollmaßnahmen durchgeführt.

### Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 und 2 zeigen den Einfluss einer unterschiedlich terminierten Applikation von 8 dt ha<sup>-1</sup> Kainit auf die Deckungsgrade der untersuchten Einzelbeikraut-arten sowie den Gesamtbeikrautdeckungsgrad im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. Mit Ausnahme des Klatschmohns führte die Applikation von Kainit zum frühen Termin jeweils zu signifikanten Reduktionen des Deckungsgrades der betrachteten Beikrautarten: Kamille, Ackerstiefmütterchen, Winterwicke, Winterraps, Kornblume. Sowie der natürlichen am Standort vorkommenden Beikrautarten. Im Mittel aller Arten zeigte auch die deutlich später Mitte Mai zu EC 30 applizierte Kainitdüngung beikrautreduzierende Wirkung. In Bezug auf die betrachteten Einzelarten lässt sich jedoch nur bei der Winterwicke ein signifikanter Effekt absichern. Mit Ausnahme der Winterwicke führte in keiner der Versuchsvarianten die Anwendung von Kainit zu Ertragsvor- oder nachteilen. Eine auch den Weizen schädigende Ätzwirkung der recht hohen Kainitapplikationsmenge konnte nicht festgestellt werden.

Fazit: Bei ohnehin erforderlicher Kalidüngung kann ein gezielter Einsatz von Kainit einen wertvollen Beitrag zur Beikrautregulierung leisten, sofern von Anbauverbandsseite deren Unbedenklichkeit bescheinigt wird.

**Tabelle 1: Deckungsgrade der angesäten Unkrautarten in Abhängigkeit vom Kainitapplikationszeitpunkt in den mit der jeweiligen Art angesäten Parzellen**

Behandlung	Kornblume	Winterwicke	Winterraps	Kamille	Stiefmütterchen	Mohn
Keine	5,83% <sup>a</sup>	41,08% <sup>a</sup>	2,42% <sup>a</sup>	6,58% <sup>a</sup>	7,58% <sup>a</sup>	10,17% <sup>a</sup>
früh (EC29)	2,92% <sup>b</sup>	0,08% <sup>c</sup>	0,25% <sup>b</sup>	0,71% <sup>b</sup>	0,08% <sup>b</sup>	7,67% <sup>a</sup>
spät (EC30)	4,42% <sup>b</sup>	21,00% <sup>b</sup>	2,67% <sup>a</sup>	1,71% <sup>b</sup>	0,25% <sup>b</sup>	5,92% <sup>a</sup>
GD 0,05	2,29%	16,30%	2,05%	5,86%	5,24%	6,60%

\* Mittelwerte mit verschiedenen Buchstaben sind signifikant unterschiedlich,  $P < 0.05$

**Tabelle 2: Deckungsgrade der natürlichen Unkrautarten sowie der Summe aller Unkrautarten aller Varianten in Abhängigkeit vom Kainitapplikationszeitpunkt**

Behandlung	Pers. Ehrenpreis	Hirten-täschel	Vogelmiere	Kletten-labkraut	Gesamtdeckungsgrad aller Arten
Keine	1,44% <sup>a</sup>	1,98% <sup>a</sup>	7,80% <sup>a</sup>	0,96% <sup>a</sup>	29,34% <sup>a</sup>
früh (EC29)	0,00% <sup>b</sup>	0,79% <sup>b</sup>	2,81% <sup>b</sup>	0,02% <sup>b</sup>	6,60% <sup>c</sup>
spät (EC30)	0,04% <sup>b</sup>	1,39% <sup>ab</sup>	5,86% <sup>ab</sup>	0,17% <sup>b</sup>	16,49% <sup>b</sup>
GD 0,05	0,89%	0,86%	4,26%	0,72%	6,17 %

### Literatur

Lukashyk, P., Berg, B., Köpke, U., 2004: Direkte Kontrolle von *Vicia hirsuta* (L) in Getreidebeständen des Organischen Landbaus, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIX, 503-510, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Roemer, T., Scheffer, F., 1959: Lehrbuch des Ackerbaues. 5. Auflage, Paul Parey, Berlin, Hamburg.

## Erträge und Qualitäten von Saflor (*Carthamus tinctorius* L.) im ökologischen Landbau

Paulsen, H.M.<sup>1</sup> und Matthäus B.<sup>2</sup>

*Keywords: safflower, seed quality, oil quality, organic farming*

### Abstract

*Due to the high nutritive value of safflower oil, its weed suppressing capacities, its earlier ripening time compared to sunflowers and the potential of breeding success, safflower could be an interesting crop for organic farmers in future. Yield and qualities of the variety 'Sabina' at different organic sites in Germany are reported. Kernel yield, oil and raw protein contents were dependant from site conditions. Average yield levels between 0.2-2.8 t ha<sup>-1</sup> with oil contents between 5.5-23.7 % were found.*

### Einleitung und Zielsetzung

Saflor ist eine an wärmere Klimate angepasste Pflanze und stellt für den ökologischen Landbau in Deutschland ein Nischenprodukt dar. Er wird vorwiegend für die Speiseölproduktion genutzt. Markterhebungen und -preise existieren nicht. Aufgrund seiner mäßigen Ölgehalte und seiner mittleren Eiweißgehalte ist er z. B. gegenüber Sonnenblumen weniger anbauwürdig, jedoch wird eine züchterische Bearbeitung hinsichtlich der Öl- und Eiweißgehalte als aussichtsreich angesehen (Reinbrecht und Claupein 2004). Für die Verwertung des Presskuchens in der Fütterung wird eine Verringerung des Schalenanteils angestrebt. Saflor wächst zu Vegetationsbeginn relativ langsam, weist aber später eine gute Unkrautunterdrückung auf. Als Bestandteil von Mischfruchtanbausystemen wird Saflor in Kombination mit Lupinen untersucht (Paulsen und Schochow 2007). Auch wird die Eignung von high oleic Saflor-Öl als Diesel-Additiv (Bergmann und Flynn 2001) erprobt. Die folgenden Ergebnisse zeigen die Schwankungsbreiten von Erträgen und Qualitäten der einzigen am deutschen Markt verfügbaren Saflor-Sorte „Sabina“ im ökologischen Landbau.

### Methoden

Saflor wurde in Feldversuchen in 5 Jahren an vier verschiedenen Standorten in Deutschland (Tabelle 1) in unterschiedlichen Versuchsserien **angebaut** (Saatstärke 100 Körner/m<sup>2</sup>). Neben Kornertrag und Kornausbildung wurden die Öl- (ISO 659:1998),  $\alpha$ -Tocopherol (HPLC) und Fettsäuregehalte (ISO 5509:2000) sowie die Eiweißgehalte (Elementaranalyse N x 6,25) der Saaten bestimmt.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Saflor-Erträge waren in den Jahren stark schwankend (Tab. 1). An den Standorten Gülzow (leichter Boden) und Pfaffenhofen (mittel bis schwerer Boden) konnte sich Saflor im Jahr 2004 aufgrund starker Trockenheit im Frühjahr und von Beginn an hoher Unkrautkonkurrenz nicht etablieren. In Wilmersdorf (mittlerer Boden) traten aufgrund der Frühjahrstrockenheit stark schwankende Erträge auf. Am Standort

<sup>1</sup> Institut für Ökologischen Landbau, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Trenthorst 32, 23847 Westerau, Deutschland, hans.paulsen@vti.bund.de, www.vti.bund.de

<sup>2</sup> Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Max Rubner-Institut (MRI), Piusallee 68 / 76, 48147 Münster, Deutschland

Trenthorst (schwerer Boden) waren die Erträge in den wärmeren und trockneren Jahren 2003 und 2005 deutlich höher als in den übrigen Jahren. Kühle und feuchte Phasen während der Abreife minderten den Kornertrag trotz guter Biomasseentwicklung.

**Tabelle 1: Mittelwerte und Spannbreiten des Kornertrags (dt/ha) von Saflor an verschiedenen Standorten (jeweils n=4)**

	T: Trenthorst (SH)		W: Wilmersdorf (BB)		P: Pfaffenhofen (BY) G: Gülzow (MV)	
	Mittelwert	Spannbreite	Mittelwert	Spannbreite	Mittelwert	Spannbreite
2003	25,5	24 - 28	9,4	7,3 - 13,2	-	-
2004 Feld 1	10,6	8,4 - 12,7	11,8	4,3 - 18,8	-	-
Feld 2	8,5	6,6 - 10,9	8,8	0,4 - 16,7	-	-
2005 Feld 1	22,9	21 - 24,9	2,0	0,1 - 5,0	P: 11	9,2 - 12,7
Feld 2	28,9	26,8 - 30,8	6,8	3,1 - 9,8	G: 7,0	3,4 - 9,5
2006	9,2	7,6 - 10,6	11,9	7,2 - 17,4	-	-
2007	3,8	3,1 - 3,8	-	-	-	-

**Tabelle 2: Qualitätsparameter von Saflor an verschiedenen Standorten**

Ort_Jahr	T_04	T_05	W_04	W_05	P_05	G_05
Korn: TKG [g]	26,1bc	36,2a	31,2ab	30,9ab	20,2cd	17,5d
Ölgehalt [%]	14,8b	15,2b	23,7a	14,6b	5,5c	14,6b
RP (N+6,25) [%]	11,5	13,4	12,4	21,9	9,4	9,4
Öl: Tocopherol [mg/l]	46,4a	39,5a	48,7a	31,1b	30,2b	35,2b
Linolsäure [%]	76,2b	83,4a	84,1a	82,2a	73,9b	82,3a
Palmitinsäure [%]	5,7bc	5,6c	5,6c	6,0b	7,9a	5,7b
Stearinsäure [%]	1,9bcd	2,0bc	1,8d	2,0b	2,7a	1,8cd
Ölsäure [%]	1,2c	7,3b	0,7c	7,8b	12,4a	7,9b

Mittelwertvergleich: Tukey-HSD<sub>5%</sub> nach signifikanter ANOVA, signifikante Unterschiede zwischen den Standorten (Kürzel wie in Tab. 1) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Die Qualitätsparameter waren an den Standorten sehr unterschiedlich, lagen jedoch überwiegend in den normalen Schwankungsbreiten. Auffällig waren der hohe Rohproteingehalt der Saat in Wilmersdorf 05 und die stark unterschiedlichen Ölgehalte der Saaten, die durch Wasserdefizite in der Reifezeit beeinflusst werden können. Durch die zukünftige Klimaerwärmung wird der Anbau von Saflor weiter begünstigt werden.

## Literatur

- Reinbrecht, C., Claupein, W. (2004) Vergleich der Anbaueignung verschiedener Ölpflanzenarten und -sorten für den Ökologischen Landbau unter den Aspekten Speiseölgewinnung und Eiweißquelle. Bericht, Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim. <http://www.orgprints.org/4844/>
- Paulsen H. M., Schochow M. (2007a) (Hrsg.) Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau – Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung und Produktqualitäten. Landbauforsch Völknerode SH 309
- Bergman, J. W., Flynn, C. R. (2001) High oleic safflower as a diesel fuel extender. A potential new market for Montana safflower. In: Bergman, J. W., Mündel, H. H. (eds), Proc. 5th Int. Safflower Conf., 289–293. Williston, ND and Sidney, MO, USA.



## Aufbau und Qualitätssicherung für Jungpflanzen für den biologischen Obst- und Rebbau

Suter, F.<sup>1</sup>, Weibel, F.<sup>1</sup>, Tschabold, J.L.<sup>1</sup> und Lévite, D.<sup>1</sup>

*Keywords: organic, nursery, nutrition, cover plants, Plasmopara viticola, apple, grape*

### Abstract

*Organic fruit and wine producers have to use organically produced plant material if available on the market. To support and enhance this difficult production sector a project was started in 2003 funded by the Coop Naturaplan Fonds. The improvement or development of better methods for fertilization, soil management, growth regulation and plant protection are the main objectives of this project. In our trials with apple trees we found that an intensification of the nitrogen fertilization including application of foliar fertilizers did not result in a better quality of young trees. The use of the bacterial bio-fertilizer BactoFil® Professional-2 without any nitrogen fertilization increased the tree quality under our conditions. In another experiment comparing cover plant and tilled soil, we obtained a better quality of the young trees where soil was covered with Bromus tectorum. In the grape-vine nursery trials we found that the main problem, the Plasmopara viticola disease, can be sufficiently controlled with the available organic plant protection product such as copper, sulphur and acidified clay powder. The quality of the organically produced vine-plantlets was equivalent with the conventional plants.*

### Einleitung

Für zertifizierte Bio-Betriebe in der Schweiz muss das Pflanzmaterial prinzipiell aus Schweizer Bio-Produktion stammen (Bio-Suisse Richtlinien 2008). Der Zahl der Einsteiger in die biologische Produktion von Obstgehölze bleibt aber wegen anbautechnischen Problemen noch gering (Götz, 2000). Wichtige Schlüsselprobleme in den biologischen Baumschulen sind die Düngungsstrategie und Bodenpflege. In der Reben Produktion wird der Pflanzenschutz gegen den falschen Mehltau und deren Effekt in der Rebenqualität als das Schlüsselproblem identifiziert. Um Lösungsansätze zu diesen Hindernissen zu entwickeln, haben wir On Farm Versuche zur Düngung und Begrünungsmanagement in einer Bio-Baumschule, sowie ein Pflanzenschutzversuch in einer Rebschule durchgeführt. Nachstehend werden die Ergebnisse aus diesen Versuchen vorgestellt.

### Materialien und Methode

#### Ernährungsversuch

Der Versuch wurde in der Bio-Baumschule Glauser in Noflen (BE) im Jahr 2004 durchgeführt. Der Versuch wurde in 4 Blöcken ausgelegt. Die Apfelbäume der Sorte Topaz wurden im vorherigen Herbst veredelt. Die Länge einer einzelnen Versuchparzelle betrug 6 m und wies 22 Bäume auf. Davon wurden die 16 zentral liegenden vermessen. Die erhobenen Parameter waren der Stammdurchmesser, die Baumhöhe und die Anzahl Verzweigungen am Ende der Wachstumsaison. Höhe und Durchmesser wurden zu einem Qualitätsindex umgerechnet (Stammdurchmesser \*

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, 5070 CH-Frick, francisco.suter@fibl.org, www.fibl.org

Baumhöhe/10). Der  $N_{\min}$  Gehalt des Bodens und der Blatt-Chlorophyllindex wurden zusätzlich erfasst. Folgende Düngungsstrategien wurden verglichen:

- 1) 42 kg N/ha im April mit Handels-Biodüngermittel „Biorga“ (80 % OS, 10-11 % N).
- 2) Einsatz von Bakterienpräparat mit und ohne zusätzliche Stickstoffdüngung; BactoFil® Professional-2 (körnig und flüssig) und E2001. 3 Produkte mit und ohne Stickstoffdüngung = 6 Verfahren.
- 3) 42 kg N/ha + 3 Blattdünger (Lysodyn Algofert; Biorga Flüssigdünger; Goemar 14) = 3 Verfahren.
- 4) 42 kg N/ha mit einer leicht löslichen N-Quelle; Biorga Flüssigdünger (9 % N).
- 5) 42 kg N/ha + Grünabfallkompost (25 m<sup>3</sup>/ha). N-Quelle: Biorga Quick (schnell wirkend) und Hornmehl (langsam wirkend) = 2 Verfahren.
- 6) Ungedüngte Kontrolle

Total = 14 Verfahren.

Statistische Auswertung: ANOVA Test mit den Faktoren Verfahren, Block und Verfahren\*Block. Anschliessend Tukey-Test für  $p < 0.05$ .

#### Begrünungsversuch

Der Versuch wurde in der Biobaumschule Scherrer in Steinebrunn (SG) im Herbst 2006 mit 4 Wiederholungen installiert. Die betriebsübliche Variante (offener Boden) wurde mit einer Begrünung mit *Bromus tectorum* (4 g/m<sup>2</sup>) verglichen. Die Apfeljungbäume der Sorten Luna und Rubinola auf der Wurzelunterlage T337 wurden im Herbst 2006 okuliert. Pflanzdistanz war 25 cm in der Reihe und 1 m zwischen den Reihen (Parzellenlänge 3.3 m<sup>2</sup>). Begrünt wurde zwischen den Pflanzreihen mit einem Abstand von 20 cm von den Bäumen. Im Frühjahr 2007 wurde die Begrünung gewalzt und als „lebendiger“ Mulch liegengelassen und somit der Boden nicht mehr gehackt. Im Sommer haben wir den  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens analysiert, der Chlorophyllindex mit dem Chlorophyll-Meter SPAD-502 (Konika-Minolta) erfasst und Blattanalyse durchgeführt. Am Ende der Wachstumsperiode haben wir die Endqualität der Apfelbäume anhand der Baumhöhe und Stammdurchmesser erfasst. Statistische Auswertung: ANOVA Test mit den Faktoren Verfahren, Block und Verfahren\*Block. Anschliessend Tukey-Test für  $p < 0.05$ .

#### Biologische Kontrolle von *Plasmopara viticola* bei Jungreben

Diese Pflanzenschutzversuche wurden in Zusammenarbeit mit der Rebschule Meier in Würenlingen (AG) durchgeführt. Die Pflanzenschutzvarianten waren Mycosin (Tonerdepräparat) (0.8%) + Schwefel (0.3%), Mycosan (0.8%) und Kupfer (0.05%) + Schwefel (0.3%). Die Verfahren wurden bei den Rebsorten Blauburgunder, Gamaret, Kerner, Garanoir, Syrah und Muscat bleu getestet. Die Spritzungen wurden mit einer Rückenspritze durchgeführt. Während der Saison wurde der Befallsdruck evaluiert. An die Versuchende haben wir die verkaufbare Reben sortiert. Die biologisch gezogenen Reben wurden mit konventionellen Jungreben verglichen bezüglich ihrer Stickstoffreserven Spross und Wurzel sowie ihrem Anwuchsvermögen in einem Topfversuch. Die Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm JMP® (Version 4.2) vom SAS Institut durchgeführt (ANOVA Test und post-hoc Tukey-Kramertest gerechnet ( $p < 0.05$ )).

## **Ergebnisse**

#### Düngungsversuche mit Apfel-Jungbäumen

Bei der Auswertung des Qualitätsindex zeigte sich, dass nur das Verfahren BactoFil® Professional-2 in seiner flüssigen Form sich signifikant von den Verfahren Biorga, E2001, Vinasse Flüssigdünger, Kompost mit Biorga und der Kontrolle abhob

(Tab. 1). Sogar die Nmin-Gehalte der Kontrolle, sowie der Bakterienpräparate ohne Stickstoffdüngung bewegten sich in hohen, ähnlichen Niveaux um 100 kg Nmin/ha im Mai und 75 kgN/ha in Juni (Daten nicht dargestellt). Unter diesen Umständen war Stickstoff nicht der limitierende Wachstumsfaktor.

**Tabelle 1: Mittelwerte des Qualitätsindex (Stammdurchmesser\*Höhe/10) der Jungbäume bei verschiedenen Düngungsverfahren (Verfahren mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant).**

Verfahren															
Bacteriofill® Professional 2 flüssig	Bacteriofill® Professional 2 körnig	Lysodyn Blattdünger	Goemer Blattdünger	+Hemmer Biorkompost	-N mit 10023 Düngung	Bacteriofill® Professional 2 -N mit flüssig Düngung	Bacteriofill® Professional 2 -N mit körnig Düngung	essm/N Blattdünger	eforg Blattdünger	10023 Flüssigdünger	essm/N Kompost mit Blattdünger	eforg Kompost mit Blattdünger	eforg Kompost mit Blattdünger	eforg Kompost mit Blattdünger	eforg Kompost mit Blattdünger
15.7	15.1	15.1	14.9	14.9	14.8	14.7	14.7	14.6	14.6	14.6	14.5	14.5	14.5	14.4	
a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	b	b	b	b	b	

Begrünungsversuche

Der pflanzenverfügbaren Stickstoffgehalt der begrüneten Parzellen betrug in Juli durchschnittlich 30 kg Nmin/ha und in den Parzellen mit offenen Boden 59 kg Nmin/ha. Trotzdem war die Baumleistung der Bäume der mit Bromus tectorum begrüneten Verfahren signifikant besser als bei offenem Boden (Tab. 2). Die Blattanalyse zeigten keine signifikante Verfahrensunterschiede, wobei die Blätter der begrüneten Variante tendenziell mehr P, K, Ca, B, Mn und Cu beinhalteten, während die von den gehackten Parzellen mehr N, Mg, Fe und Zn hatten (Daten nicht dargestellt).

**Tabelle 2: Baumleistung der Jungbäume in einem begrüneten und offenen Boden**

Verfahren	Stammdurchmesser (mm)	Baumhöhe (cm)
Begrünung Bromus tectorum	12.6 a	159 a
Offener Boden	12.0 b	145 b

Bio-Pflanzenschutz bei Jungreben

Ab Juli haben wir signifikante Unterschiede zwischen den Befallstärken der Verfahren festgestellt. Kupfer mit 30 % Peronospora Befall distanzierte sich signifikant von Mycosin (44%), während Mycosan (39%) in der Mitte lag.

**Tabelle 3: Stickstoffreserven und Anwuchs von biologisch produzierten im Vergleich zu integriert produzierten Jungreben.**

Verfahren	% N (TS)	% N (TS) in Arginin gebunden	Trieblänge (cm)	Anzahl Blätter
Biol. Kupfer	1.88 a	0.26 a	49 a	12.0 a
IP	1.81 a b	0.24 a b	52 a	11.8 a
Biol. Mycosan	1.76 b	0.21 a b	41 b	10.7 b
Biol. Mycosin	1.74 b	0.20 b	39 b	10.7 b

Diese Unterschiede korrelierten signifikant mit den Anteilen an marktfähige Ware. Die Variante Kupfer erzielte mit 70% an marktfähiger Ware den höchsten Anteil und unterschied sich damit signifikant vom Verfahren Mycosin 60%, Mycosan hatte 66 % (Daten nicht dargestellt). In derselben Abstufung wurden Verfahrensunterschiede ersichtlich bezüglich der N-Reservestoffe in Spross und Wuzel sowie bei den Anwuchsversuchen mit getopften Reben (Tab. 3).

## Diskussion

Düngungsversuche: Nur die Variante BactoFil® Professional-2 flüssig, erzielte qualitativ signifikant bessere Bäume gegenüber den 5 andern Düngungsverfahren, ohne zusätzliche Stickstoffdüngung. Eine Intensivierung der Düngung, sowie ihre Ergänzung mit Blattdünger sind anscheinend in Böden mit guter natürlicher N-Mineralisierung (bis zu 100 kg N<sub>min</sub> in 0.25 cm Bodentiefe) überflüssig und bringen keine Verbesserung der Jungbaumentwicklung mit sich.

Begrünung: Trotz geringeren pflanzenverfügbaren N<sub>min</sub>-Gehalten in den mit *B. tectorum* begrüneten Parzellen entwickelte sich die Baumleistung der Bäume besser im Vergleich zur offenem Boden, was auf eine Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit verbunden mit einer effizienteren N-Aufnahme und anderer Nährstoffe (v.a. P und K gemäss Blattanalyse) in den begrüneten Verfahren hinweist.

Pflanzenschutz Reben: Es zeigte sich, dass eine biologische Jungrebenproduktion mit den verfügbaren biologischen Pflanzenschutzmitteln und -strategien durchaus machbar ist. Der Anteil an verkaufbaren Reben in allen 3 Verfahren war im Rahmen der konventionellen Produktion (um 70 %). Trotzdem erwiesen sich die Tonerdepräparate weniger effizient als Kupfer zur Kontrolle des Falschen Mehltaus. Die höheren Befallsintensitäten bei alleinigen Tonerdeverfahren haben die Leistung der Jungreben signifikant beeinträchtigt. Die Stickstoffreserven und das Anwuchspotential der mit Kupfer behandelten Jungreben waren hingegen ebenso gut wie bei konventionell gezogenen Pflänzchen.

## Schlussfolgerungen

Eine Intensivierung der Düngung, durch höhere Stickstoffgabe und Einsatz von Blattdüngemittel bringt auf fruchtbaren Standorten keine bessere Jungbaumqualität. In diesen fruchtbaren Boden, wirkte das Bakterienpräparat BactoFil® ohne N-Düngung besser als alle anderen Varianten. Eine Winterbegrünung mit *Bromus tectorum*, die dann im Sommer als lebendigen Mulch gewalzt wurde, konnte die Qualität der Jungbäume gegenüber die gehackte Kontrolle verbessern, trotz Verringerung der Nmin-Gehalte im Boden. Die biologische Aufschulung von qualitativ einwandfreien Jungreben ist mit den zur Verfügung stehenden Pflanzenschutzmitteln möglich. Am bestens basiert die Pflanzenschutzstrategie auf Kupfer.

## Danksagung

Wir danken den Verantwortlichen des Coop Fonds für Nachhaltigkeit für die Finanzierung des Projekts. Für die sehr gute Zusammenarbeit danken wir den Baumschulisten Ruedi Glauser und Stefan Déssimoz, sowie dem Rebschulist Andreas Meier.

## Literatur

BioSuisse (2008). [http://www.bio-suisse.ch/media/de/pdf2008/RL-Ws/rl\\_2008\\_d\\_anh\\_5\\_rev.pdf](http://www.bio-suisse.ch/media/de/pdf2008/RL-Ws/rl_2008_d_anh_5_rev.pdf).  
Götz D. (2000). Die ökologische Baumschulwirtschaft. Sonderausgabe Nr. 79. Stiftung für Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim, 112 S.

# Pflanzenzüchtung

## Sind Ökotypen von Welschem Weidelgras für den Ökolandbau besser geeignet als Zuchtsorten?

Boller, B.<sup>1</sup>, Schubiger, F.X.<sup>1</sup> und Tanner, P.<sup>1</sup>

*Keywords: cultivars, ecotypes, Italian ryegrass, Lolium multiflorum, yield*

### Abstract

*Ten ecotype populations of Italian ryegrass collected in permanent grassland in different regions of Switzerland were compared to two currently recommended cultivars in plot trials under both organic and conventional conditions. On average, the ecotypes had similar yields as the cultivars under organic conditions, but significantly outyielded them under conventional conditions. However, some of the best ecotype populations appeared to be also very suitable for organic agriculture. All ecotypes were extremely susceptible to crown rust. Therefore, targeted selection is needed to exploit their potential for use in organic agriculture.*

### Einleitung und Zielsetzung

Auf Dauerwiesen milder und feuchter Regionen in der Schweiz gedeiht das Welsche Weidelgras (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* Volkart ex Schinz et Keller) besonders gut und vermag den Wiesenbestand oft dauerhaft zu dominieren. Ökotypen, welche von solchen Wiesen stammen, wurden erfolgreich eingesetzt, um Sorten wie AXIS und ORYX zu züchten (Boller et al. 2002). Die genetische Variabilität innerhalb und zwischen Ökotyp-Populationen von Welschem Weidelgras aus der Schweiz wurde von Peter-Schmid et al. (2008a) mit Hilfe molekularer Marker beschrieben. Diese Studie ergab keine deutliche Strukturierung der Ökotyp-Populationen und Zuchtsorten. Trotzdem unterschieden sich die Populationen in morphologischen Eigenschaften wie Fröhreife und Wuchshöhe signifikant voneinander und hoben sich zum Teil markant von den Zuchtsorten ab (Peter-Schmid et al. 2008b).

Ziel der hier vorgestellten Versuchsreihe war es, agronomische Leistungsmerkmale der natürlichen Populationen von Welschem Weidelgras mit Zuchtsorten zu vergleichen. Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob sich Ökotypen für den Ökolandbau besser eignen als Zuchtsorten, und ob unter den Ökotyp-Populationen, ähnlich wie bei Zuchtsorten (Boller et al. 2008) solche zu finden sind, die eine spezielle Eignung für den Ökolandbau aufweisen.

### Material und Methoden

Ökotyp-Populationen wurden in verschiedenen Regionen der Schweiz im Frühsommer 2003 gesammelt. Eine detaillierte Beschreibung des Sammelverfahrens sowie der Sammelstandorte ist in Peter-Schmid et al. (2008a) zu finden. Das Saatgut wurde in geeigneter Isolation vermehrt. Mit dem gewonnenen Saatgut wurden im Frühjahr 2005 an drei Standorten Parzellenversuche (6 x 1.5 m Parzellen) mit 10 Ökotypen-Populationen und den zwei empfohlenen Schweizer Zuchtsorten Axis und Oryx angelegt. Zwei Standorte wurden konventionell bewirtschaftet und die Bestände mit Herbiziden reingehalten, einer lag auf einem von BioSuisse zertifizierten Ökobetrieb. Am ökologisch bewirtschafteten Standort wurde der Grasertrag um den geschätzten Anteil der eingewanderten Begleitarten korrigiert (Boller et al. 2008).

---

<sup>1</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191. CH-8046 Zürich, Schweiz.  
www.art.admin.ch

## Ergebnisse und Diskussion

Die Ökotypen erwiesen sich als sehr leistungsfähig, ihr mittlerer Ertrag war aber nur bei konventionellem Anbau signifikant höher als derjenige der Zuchtsorten (Tabelle 1). Diese Interaktion war für den Ertrag des ersten Schnittes signifikant ( $p < 0.05$ ). Trotzdem waren einzelne Ökotypen-Populationen auch im Ökoanbau signifikant ertragreicher als die beste Zuchtsorte. Die Ökotypen waren in beiden Anbausystemen ausdauernder als die Zuchtsorten und verfügten über eine bessere Resistenz gegenüber Schneeschimmel. Auch ihre Resistenz gegenüber Bakterienwelke war im Mittel ebenso gut wie diejenige der Zuchtsorten, obschon diese intensiv auf Resistenz selektiert worden waren. Hingegen waren sämtliche Ökotypen hoch anfällig auf den Kronenrost. Bezüglich der Krankheits- und Ausdauerbonituren reagierten die Ökotypen im Ökoanbau gleich wie im konventionellen.

**Tabelle 1: Ertrag und Krankheitsresistenz im Öko- und konventionellen Anbau**

Parameter	Ökotypen (O) vs. Sorten (S), Ökoanbau	Ökotypen (O) vs. Sorten (S), konventionell	p für Interaktion Populationstyp x Anbau
Ertrag 1. HN-Jahr <sup>1)</sup>	=	O>S	0.059
Ertrag 2. HN-Jahr <sup>1)</sup>	=	O>>>S	0.080
Ertrag 1. Schnitt	=	O>>>S	0.038
Ausdauer (Bonitur)	O>>S	O>>>S	0.440
Rostresistenz	O<<<S	O<<<S	0.207
Bakterienwelkeres.	=	=	0.441
Schneeschimmelres.	O>>S	O>>S	0.287

<sup>1)</sup> 1. (2006) bzw. 2. (2007) Hauptnutzungsjahr

= bedeutet nicht signifikant verschieden; >, >>, >>> bzw. <, <<, <<< signifikant ( $p < 0.05$ , 0.01, 0.0001) besser bzw. schlechter

Diese Ergebnisse zeigen, dass Ökotypen von Welschem Weidelgras ihr hohes Ertragspotential im Ökoanbau weniger gut ausschöpfen können als im konventionellen Anbau. Ausserdem schränkt ihre extrem hohe Rostanfälligkeit ihren Anbauwert für den Ökolandbau stark ein. Die hohe Variabilität der Ökotypen macht sie aber zu einem interessanten Ausgangsmaterial für ihre Nutzung in einem auf den Ökolandbau ausgerichteten Zuchtprogramm, wie es an ART betrieben wird (Boller et al. 2008).

## Literatur

- Boller B., Schubiger F.X., Tanner P. (2002): Oryx und Rangifer, neue Sorten von Italienischem Raigras. *Agrarforschung* 9: 260-265.
- Boller B., Schubiger F.X., Tanner P. (2008): Breeding forage grasses for organic conditions. *Euphytica* 163: 459-467.
- Peter-Schmid M.K.I., Boller B., Kölliker R. (2008a): Habitat and management affect genetic structure of *Festuca pratensis* but not *Lolium multiflorum* ecotype populations. *PI Breed* 127: 507-517.
- Peter-Schmid M.K.I., Boller B., Kölliker R. (2008b): Value of permanent grassland habitats as reservoirs of *Festuca pratensis* Huds. and *Lolium multiflorum* Lam. populations for breeding and conservation. *Euphytica* 164: 239-253.

## Züchterische Verbesserung der sensorischen Qualität der Pastinake (*Pastinaca sativa* L.) im Praxisbetrieb

Homeburg, B.<sup>1</sup>, Bauer, D.<sup>2</sup> und Bufler, G.<sup>3</sup>

*Keywords:* Organic breeding, *Pastinaca*, organoleptic test, sugars, on-farm

### Abstract

*Parsnip (Pastinaca sativa L.) is one of the few cultivated plants domesticated in Europe. The crop is underutilised and the number of available varieties is small in Central Europe. On-farm management of genetic resources can be an important means to increase infraspecific diversity, and to improve the quality of crops. In the present experiment quality-improvement by progeny selection on-farm was investigated. In a first step parsnips were selected for organoleptic quality by a technique that allows to harvest seeds from the plant tested. In a second step, progenies of positive- and negative-selected plants were compared with the original population. The experiment was carried out with the varieties Aromata (2006) and White King (2008) in biodynamic management. Organoleptic quality was determined according to a key developed for parsnip. Sugar contents were determined. Organoleptic selection significantly improved sweetness and flavour and can be recommended. However, selection was not efficient to improve texture.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Pastinake gehört zu den wenigen in Europa domestizierten Kulturpflanzen (Hammer 1995). Sie wird als Gemüse wenig genutzt, obwohl sie hervorragend für den Frischmarkt und die verarbeitende Industrie geeignet ist (Vogel 1996). Das aktuelle Sortenspektrum ist klein; zunehmend werden Hybridsorten angeboten. Die ‚Göttinger Studie‘ (Becker et al. 2003) empfiehlt die On-farm-Bewirtschaftung pflanzengenetischer Ressourcen besonders für wenig genutzte fremdbefruchtende Arten zur Erhöhung der Sortenvielfalt und der Qualitätssicherung. Der Kultursaat e.V. setzt sich für die Verbesserung des Sortenspektrums für den Erwerbsgemüsebau ein. Bisher wurde die geschmacklich hervorragende Sorte Aromata entwickelt sowie die kegelförmige White King, die für den Anbau auf schwereren Böden besonders geeignet ist. Durch die vorliegende Untersuchung soll das Potenzial der züchterischen Qualitäts-Verbesserung im Praxisbetrieb untersucht werden.

### Material und Methoden

Die Sorte Aromata wurde aus PAS 19 aus der Genbank des IPK Gatersleben entwickelt; White King konnte nur einmalig aus dem Organic Gardening Catalogue, GB, bezogen werden. Beide Sorten wurden in der Demeter-Saatgut-Gärtnerei Schönhagen erhalten und entwickelt. Im 1. Schritt des Experimentes wurden aus 31-37 Nachkommenschaften nach Form, Größe und Schalenbeschaffenheit jeweils 8-20 Rüben ausgewählt. Ihnen wurde im oberen Viertel ein 8 mm Bohrkern entnommen, der verkostet wurde. Die besten (süß, aromatisch, fest, saftig, kein Fehlgeschmack)

---

<sup>1</sup> Kultursaat e.V. und Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenzüchtung, Von-Siebold-Str. 8, D-37075 Göttingen, bhomeb@gwdg.de, www.uni-goettingen.de/de/48392.html

<sup>2</sup> Kultursaat e.V. und Landbauschule Dottenfelderhof

<sup>3</sup> Universität Hohenheim, Institut für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie



so selektierten Pflanzen der besten 8-12 Nachkommenschaften blühten als Gruppe ab; Saatgut wurde nach Einzelpflanzen geerntet. Das Gleiche geschah mit den schlechtesten Pastinaken der schlechtesten 4-12 Nachkommenschaften. Im 2. Schritt wurden Einzelpflanzen-Nachkommenschaften (Aromata 2006 in Schönhagen in Thüringen, White King 2008 auf dem Reinshof bei Göttingen) mit je zwei Wiederholungen je 2 m Reihe in biologisch-dynamischem Anbau gesät. Je nach Sorte waren 19-20 Nachkommenschaften positiv selektiert worden und 6-12 negativ; zusätzlich wurde dreimal die gemeinsame Elterngeneration beider Auslesen angebaut. Die sensorische Analyse wurde im Doppelblindversuch von zwei erfahrenen Personen durchgeführt. Bonitiert wurde nach dem sensorischen Boniturschlüssel in Tab. 1. Der Sensoriktest wurde in vier Versuchsgruppen durchgeführt; dazu wurde von der kodierenden Person innerhalb der Gruppen gleichmäßig nach Ausgangssaatgut, Positiv- und Negativ-Auslese aufgeteilt. Die einzelnen Proben bestanden aus jeweils 10 grob geraspelten Rüben von ca. 90 g Gewicht. Die Varianzanalyse wurde mit dem Programm Plabstat (Utz 1997) gerechnet. Wasserlösliche Kohlenhydrate wurden mit 60 °C warmem Wasser extrahiert. Der Gehalt an Glucose, Fructose und Saccharose in der Trockensubstanz wurde enzymatisch bestimmt (verändert nach Gomez et al. 2007).

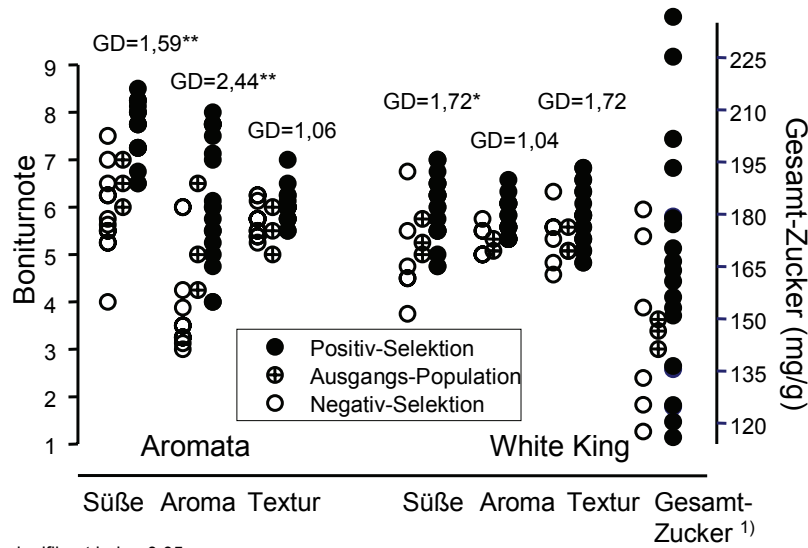
**Tabelle 1: Sensorischer Boniturschlüssel für Pastinake (*Pastinaca sativa* L.)**

Note	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Süße	sehr süß, lang anhaltend	süß, lang anhaltend	süß	wenig süß oder schnell abfallend	sehr gering oder kurz	kaum oder kurz	Süße fehlt	Süße fehlt	Süße fehlt
Aroma	kräftig nussig, anhaltend, Rachenraum füllend	nussig, vollmundig, nachhaltig	a) typisch, hält nicht lange an b) leicht nussig	a) kurz oder spät angenommen b) spät, leicht kratzig	a) fade b) streng, leicht kratzig c) leicht seifig	a) sehr fade b) bitter, kratzig, rau c) leicht seifig, muffig, pilzig	a) wenig angenehm b) unangenehm c) unangenehm, seifig	leer oder bitter oder seifig	sehr schlecht oder ungenießbar
Textur	sehr saftig	saftig	angenehm, noch saftig	wenig saftig	mehlig, leicht wattig oder trocken	leicht wattig, sehr trocken etwas holzig	wattig, etwas holzig	schwammig oder holzig	sehr schwammig oder hart

## Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 zeigt bei beiden Sorten signifikante Nachkommenschafts-Unterschiede für Süße sowie für Aroma bei Aromata. Die Mittelwerte für die Ausgangs-Population liegen zwischen denen der Positiv- und Negativ-Auslese; der Vorteil der Positiv-Auslese ist deutlich. Der Gesamt-Zuckergehalt der Positiv-Auslese White King lag mit 158 mg/g ca. 10% höher als der der Ausgangs-Population (142 mg/g) und der Negativ-Auslese (143 mg/g). Der Anstieg wurde für Glucose, Fructose und Saccharose beobachtet. Die Variabilität für den Zuckergehalt ist jedoch sehr groß und zeigt das züchterische Potenzial. Die Textur ist durch die Auslese jedoch kaum verbessert worden; es muss untersucht werden, ob genetische Unterschiede vorliegen. Aufgrund der geringen Saatmenge je Einzelpflanze ist es schwierig, die

Zahl der Wiederholungen zu erhöhen. Es wäre wünschenswert, eine größere Zahl Nachkommenschaften von streng selektierten Pastinaken zu prüfen, um mit mehr Nachkommenschaften aus der Spitzengruppe weiterzüchten zu können.



\* signifikant bei  $p < 0,05$   
 \*\* signifikant bei  $p < 0,01$   
 1) Glucose, Fructose und Saccharose      Jeder Kreis kennzeichnet eine Nachkommenschaft

**Abbildung 1: Effekt der sensorischen Auslese auf Süße, Aroma, Textur und Zuckergehalt im Test der Nachkommenschaften**

In Tab. 2 sind die Korrelationen der untersuchten Merkmale dargestellt. Für beide Sorten ist Süße mit Textur und Aroma positiv korreliert. Möglicherweise entfaltet sich Süße bei trockenerem Material weniger, oder es liegt eine genetische Koppelung der Merkmale vor. Auch die fehlende Korrelation von Süße und Gesamt-Zuckergehalt deutet auf eine nicht-unabhängige Bonitur der Merkmale Süße, Aroma und Textur hin.

**Tabelle 2: Merkmals-Korrelationen im Test der Nachkommenschaften**

	Aromata		White King		
	Textur	Süße	Textur	Süße	Aroma
Süße	0,404 *		0,717**		
Aroma	0,294	0,760 **	0,636**	0,425*	
Gesamt-Zucker <sup>1)</sup>	--	--	0,229	0,034	0,369*

\* signifikant bei  $p < 0,05$   
 \*\* signifikant bei  $p < 0,01$   
 1) Glucose, Fructose und Saccharose

**Schlussfolgerungen**

Die sensorische Auslese von Einzelpflanzen aus geprüften Nachkommenschaften im Praxisbetrieb war für die Merkmale Süße und Aroma erfolgreich und kann empfohlen werden. Züchterische Methoden zur Verbesserung der für die Zubereitung wichtigen Textur müssen entwickelt werden. Die züchterische Arbeit im Praxisbetrieb stellt ein

großes Potenzial für die qualitative und quantitative Verbesserung des Sortenspektrums dar. Saatgut für Probeanbau ist auf Nachfrage vorhanden.

### **Dank**

gilt den KollegInnen in der Saatgutgärtnerei Schönhagen sowie Kultursaat e.V. und dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau für die teilweise Finanzierung der Versuche im Rahmen des Vorhabens „Erstellung, Erweiterung und qualitative Verbesserung des Pastinakensortiments für den ökologischen Anbau“.

### **Literatur**

- Becker, H.C.; Bergmann, H.; Jantsch, P.; Marggraf, R. (2003): Darstellung und Analyse von Konzepten des On-farm-Managements pflanzengenetischer Ressourcen unter besonderer Berücksichtigung der ökonomischen Rahmenbedingungen in Deutschland. <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/y/2003/becker/on-farm-management.pdf>
- Gomez L., Bancel D., Rubio E., Vercambre, G. (2007): The microplate reader: an efficient tool for the separate enzymatic analysis of sugars in plant tissues – validation of a micro method. *J. Sci. Food Agric.* 87: 1893-1905.
- Hammer, K (1995): Kulturpflanzenforschung und Pflanzengenetische Ressourcen. In Fritsch, R. und K. Hammer (Hrsg.): Evolution und Taxonomie von pflanzengenetischen Ressourcen - Festschrift für Peter Hanelt. Schriften zu Genetischen Ressourcen 4. ZADI-IBV, Bonn, S. 245-283.
- Utz, H.F. (1997): Plabstat. Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten. Version 2N. Institut für Pflanzenzüchtung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Vogel G (1996): Handbuch des speziellen Gemüsebaus. Ulmer, Stuttgart, 1127 S.

## Züchtung krankheitsresistenter Apfelsorten

Kellerhals, M., Patocchi, A., Szalatnay, D., Hunziker, K., Frey, J. und Duffy, B.<sup>1</sup>

*Keywords: apple breeding, marker-assisted selection, fire blight, disease resistance*

### Abstract

*Breeding high quality apples combined with excellent agronomic features promotes sustainable production systems. This approach includes durable genetic disease resistance against scab (*Venturia inaequalis*), powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) and fire blight (*Erwinia amylovora*). Glasshouse screening of advanced selections and traditional cultivars with a shoot inoculation test for fire blight resistance highlighted considerable differences. We report on approaches for breeding new high quality scab and mildew resistant and fire blight tolerant varieties including marker-assisted selection (MAS) and on promising advanced selections.*

### Einleitung

Die Züchtung neuer Apfelsorten durch Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) ist auf die Ziele Fruchtqualität, Produktivität und dauerhafte Resistenz gegen Krankheiten ausgerichtet. Diese Zuchtziele sind auch für den ökologischen Obstbau von grosser Wichtigkeit. Um dauerhafte Krankheitsresistenz zu erzielen, werden verschiedene Resistenzen gegen die gleiche Krankheit kombiniert. Dazu werden molekulare Marker eingesetzt. Die marker-gestützte Selektion (MAS) erleichtert und beschleunigt die Züchtung neuer Sorten. Gewisse Merkmale werden durch Hauptgene bestimmt, andere durch die additive Wirkung verschiedener Gene (QTL's, Quantitative Trait Loci). Heute sind Marker verfügbar, welche mit den Schorf-Resistenzgenen *Vf*, *Vh2*, *Vh4*, *Vbj* und anderen verknüpft sind (siehe Gessler et al. 2006) und der *PI1*, *PI2*, *PId* und *Plw* Mehltairesistenz (Markussen et al. 1995; Seglias and Gessler 1997; James and Evans 2004). Um feuerbrandtolerante Apfelsorten zu züchten, wird die genetische Variation im Zuchtmaterial sowie in den schweizerischen und ausländischen Genressourcen, darunter auch Wildarten, genutzt.

Der Feuerbrand erreichte 2007 in der Schweiz das Ausmass einer Epidemie (Duffy et al, 2007). Die Anwendung von Antibiotika ist in Europa kein erwünschter und nachhaltiger Bekämpfungsansatz und kommt im ökologischen Anbau nicht in Frage. Eine alternative Möglichkeit ist die Züchtung feuerbrandtoleranter Sorten. Dabei kann die genetische Variation bei den Genressourcen und im Zuchtmaterial auch mit Hilfe von molekularen Markern nachgewiesen und genutzt werden. Beim Feuerbrand wurden bisher kaum Hauptresistenzgene gefunden. Allerdings vermuten Peil et al, 2007 ein Hauptgen für Feuerbrandresistenz beim Wildapfel *Malus robusta* 5.

In der Nachkommenschaft von Discovery x Fiesta wurden QTLs für Feuerbrandtoleranz kartiert. Molekulare Marker wurden entwickelt, welche mit dem Haupt-QTL auf Kopplungsgruppe 7 von Fiesta verknüpft sind (Khan et al., 2006).

### Material und Methoden

Das Feuerbrandscreening für die fortgeschrittenen Zuchtnummern und die genetischen Ressourcen erfolgte im Quarantänegewächshaus von ACW. Die Reiser

---

<sup>1</sup> Agroscope Changins-Wädenswil, P.O. Box, 8820 Wädenswil, Switzerland, markus.kellerhals@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch

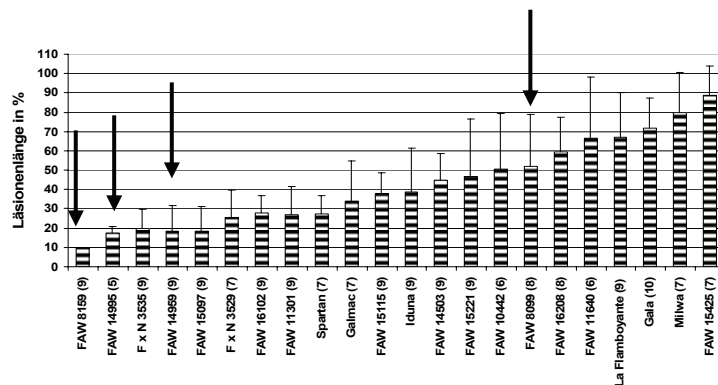
der geprüften Sorten und Zuchtnummern wurden auf die Veredlungsunterlage M9 veredelt. Die Bäume wurden früh im Frühjahr in spezielle Plastiktöpfe von Stuewe & Sons (Corvallis, US) mit einer Länge von 35.5 cm and einem Durchmesser von 7 cm gepflanzt und vor der Inokulation mehrere Wochen im Gewächshaus angezogen. Pro Sorte wurden normalerweise 10 Pflanzen inokuliert. Dazu wurde am Ende der 15-30 cm langen Triebe mit einer Spritze eine *E. amylovora*-Lösung von  $10^5$  cfu/ml des Stammes FAW 611 eingespritzt. Die Ausbreitung der Symptome wurde in wöchentlichen Abständen während drei Wochen erhoben. Die Länge der Befallsläsion im Verhältnis zur gesamten Trieb länge wurde ermittelt.

Eine molekulare Analyse auf die Feuerbrandmarker AE 10-375 und GE 8019, welche den Fiesta LG7 QTL umgeben, erfolgte bei möglichen Elternsorten für die Kreuzungen 2008 und bei ausgewählten Nachkommenschaften nach Kellerhals et al, 2008.

## Ergebnisse und Diskussion:

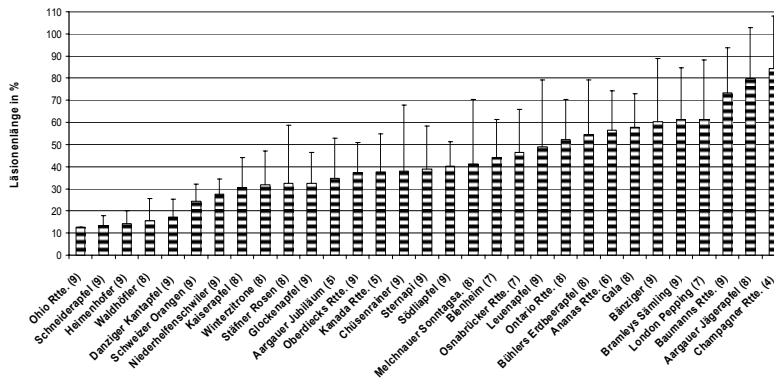
### Feuerbrandscreening im Gewächshaus

Das Gewächshauscreening der fortgeschrittenen Zuchtnummern mit dem Triebinfektionstest für Feuerbrandtoleranz ergab starke Befallsunterschiede (Abb. 1).



**Abbildung 1: Feuerbrand-Gewächshaustest mit fortgeschrittenen Zuchtnummern und Sorten. Bewertung drei Wochen nach der Inokulation. Mit Pfeilen sind Sorten markiert, welche die Feuerbrandmarker AE und GE aufweisen. Anzahl Pflanzen in Klammern, die Striche stellen die Standardabweichung dar.**

Neuzüchtungen mit Tafelfruchtqualität wie FAW 14995 und FAW 14959 zeigten eine sehr geringe Anfälligkeit gegen Feuerbrand. Sie sind vielversprechend als Elternsorten und als mögliche neue Sorten. Die Ergebnisse der Feuerbrandtestung 2008 von alten Sorten, welche meist als Hochstämme für Apfelsaft und Apfelwein verwendet werden, zeigten eine grosse Variation in der Toleranz bzw. Anfälligkeit (Abb. 2). Gewisse Sorten wie Ohio Reinette und Schneiderapfel zeigten eine beachtliche Resistenz, während andere hoch anfällig waren. Gala diente als anfällige Referenzsorte.



**Abbildung 2: Feuerbrand-Gewächshaustest mit alten Hochstammsorten. Bewertung drei Wochen nach der Inokulation. Anzahl Pflanzen in Klammern, die Striche stellen die Standardabweichung dar.**

#### Molekulare Analyse

Bei der Analyse von 38 möglichen Elternsorten und fortgeschrittenen Zuchtnummern wiesen 7 Sorten die beiden SCAR-Feuerbrandmarker AE 10-375 und GE 8019 auf. Diese Pflanzen sollten das QTL-Allel enthalten, das auf der Kopplungsgruppe 7 von 'Fiesta' gefunden wurde und erhöhte Resistenz gegen Feuerbrand bewirkt.

Neben Elternsorten wurden auch Nachkommenschaften auf die An- oder Abwesenheit des oben erwähnten Feuerbrand-QTL's geprüft. Bei der Kreuzung Enterprise x FAW 11546 wiesen 58 von 102 Pflanzen die beiden Marker AE und GE auf. Die Elternsorte Enterprise weist beide Marker in heterozygotem Zustand auf und FAW 11546 weist nur den GE-Marker auf. Die gleiche Aufspaltung von nahezu 50:50 wurde bei Nachkommen der Kreuzung FAW 11567 (*Vh2*, *Vh4*, AE-, GE+) x FAW 12556 (*Vf*, *PI<sub>D</sub>*, AE+, GE+) gefunden, wo 13 von 29 Pflanzen beide Marker AE und GE aufwiesen. Nur eine einzige Pflanze wies die kombinierte Resistenz von *Vf*, *Vh2*, *Vh4*, *PI<sub>D</sub>* und AE+GE auf. *Vf*, *Vh2* und *Vh4* bewirken Schorfresistenz und *PI<sub>D</sub>* Mehltaresistenz. In der Selektion werden Pflanzen mit kombinierter Resistenz bevorzugt.

In Tabelle 1 sind die Fortschritte dargestellt, die ACW bei der Züchtung von Sorten mit mehrfacher Schorfresistenz kombiniert mit Mehltaresistenz erzielt hat. Bei den Zuchtnummern FAW 16102 und FAW 16208 zeigte die molekulare Analyse, dass zusätzlich zu den erwarteten Schorfresistenzgenen *Vf* und *Vh2* auch *Vh4* vorhanden war. Zusätzlich enthalten die Selektionen FAW 16102 und 16208 die *PI1*- bzw. *PI2*-Mehltaresistenz. Die Selektion FAW 16254 dagegen enthielt nicht die erwartete *PI1*-Resistenz. Die Fruchtqualität dieser Selektionen ist recht gut. Die Prüfung der Frucht- und Baumeigenschaften wird weiter geführt, um die Neuzüchtungen zu finden, welche gesamthaft die besten Eigenschaften aufweisen.

**Tabelle 1: Molekulare Analyse von Zuchtnummern mit Mehrfachresistenz gegen Schorf mit mindestens 2 Genen (Vf, Vh2, Vh4) und einer Mehltaresistenz (PI1 oder PI2). Für den Nachweis von Vh2 wurden 2 Marker eingesetzt.**

Zucht-nummer	Kreuzung	Erwartete Gene	Marker für						Fruchtqualität
			Vf	Vh2(1)	Vh2 (2)	Vh4	PI1	PI2	
16208	FAW 8259 x FAW 11561	Vf, Vh2, PI2	+	+	+	+	-	+	mittel
16254	Ariwa x Reka	Vf, Vh2, PI1	+	+	+	-	-	-	gut
16102	Ariwa x Regia	Vf, Vh4, PI1	+	+	+	+	+	-	gut

+ = Marker anwesend, - = Marker abwesend.

### Schlussfolgerungen:

Die Voraussetzungen sind gut, neue Apfelsorten mit dauerhafter Krankheitsresistenz und hoher Fruchtqualität effizienter als früher zu züchten. Die Kombination verschiedener Resistenzfaktoren gegen die gleiche Krankheit und die zusätzliche Kombination von Schorf-, Mehltau- und Feuerbrandresistenz in der gleichen Pflanze sind nachhaltige Strategien mit grosser Bedeutung für den ökologischen Obstbau.

### Literatur

- Duffy, B., Vogelsanger J., Schoch B. and Holliger E., (2007): Swiss situation and the 2007 fire blight epidemic. 11th International Workshop on Fire Blight, Paper p101.
- Gessler C., Patocchi A., Sansavini S., Tartarini S. & L. Gianfranceschi (2006). Venturia inaequalis resistance in apple. Critical Reviews in Plant Sciences 25: 473-503.
- James C.M. & Evans K. (2004). Identification of Molecular Markers linked to the Mildew Resistance Genes PI-d and PI-w in Apple. Acta Horticulturae 663: 123-128.
- Kellerhals M., Spuhler M., Duffy B., Patocchi A., Frey J.E., (2008). Selection efficiency in apple breeding. Acta hort. (Eucarpia Zaragoza), in press.
- Khan M.A., Duffy B., Durel C.E., Gessler C. & Patocchi A. (2006). QTL mapping of fire blight resistance in apple. Mol. Breed. 17: 299-306.
- Markussen T., Krüger J., Schmidt H. & Dunemann F. (1995). Identification of PCR-based markers linked to the powdery mildew resistance gene PI1 from Malus robusta in cultivated apple. Plant Breed. 114: 530-534.
- Peil, A., Garcia-Libreros, T., Richter, K., Trognitz, F.C., Trognitz, B., Hanke, M.V. & H. Flachowsky (2007). Strong evidence for a fire blight resistance gene of Malus robusta located on linkage group 3. Plant Breeding 126: 470-475.
- Seglias N.P., & Gessler C. (1997). Genetics of apple powdery mildew resistance derived from Malus zumi (PI2). IOBC/WPRS BULL. 20(9): 195-208.

## Genetische Variation in der Resistenzinduktion gegenüber *Phytophthora infestans* bei Tomaten

Sharma, K.<sup>1</sup>, Butz, A. F.<sup>1</sup> und Finckh, M.R.<sup>1</sup>

*Keywords:* tomato, late blight, induced resistance, genetic variation, BABA.

### Abstract

*There are numerous instances in which induced plant resistance responses (IR) have been demonstrated. However, before IR can be made use of in practice it is important to understand as much as possible the ecology and genetics of the inducing agents and their interactions with plants and pathogens. Effects of host genetic background were tested with thirteen tomato varieties and two isolates of *Phytophthora infestans*. Isolate effects on inducibility were tested with six varieties and six pathogen isolates. Leaf disks of plants that had been treated with BABA (DL-3-aminobutyric acid) or water were inoculated seven days later with 20 µl sporangial solutions of 5\*10<sup>6</sup> sporangia ml<sup>-1</sup>. All experiments were repeated three times with six replications each. Disease reductions due to induction ranged from 43 to 100% and were independent of the susceptibility of the variety to the isolates when not induced. The interactions between isolate and variety with respect to inducibility were highly significant.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Möglichkeit, induzierte Resistenz zum Pflanzenschutz einzusetzen hat in den letzten Jahren mehr und mehr Beachtung gefunden (Walters et al. 2005). Die Forschung hat sich vor allem den Mechanismen der Induktion gewidmet. Trotz der vielfältig dokumentierten Möglichkeiten der Resistenzinduktion hat diese noch fast nicht den Weg in die praktische Landwirtschaft oder Gartenbau gefunden (Ausnahme Viruskrankheiten). Ein Grund dafür dürfte sein, dass Induzierbarkeit der Resistenz von Züchtern nicht als Zuchtziel einbezogen wird. Um solch ein Zuchtziel in die Selektion zu integrieren, muss genetische Variation für die Eigenschaft vorliegen. Allerdings liegt so gut wie kein systematisches Wissen über die genetische Variation der Induzierbarkeit von Resistenzen vor.

Ein wichtiges Modellsystem zur Erforschung der Induzierbarkeit von Resistenzen ist die Tomate. Auch Induzierbarkeit gegen Befall mit *Phytophthora infestans*, dem Erreger der Krautfäule wird vielfach beforscht (z.B. Cohen 1994, Portz et al. 2008). In den verschiedenen Studien wurden unterschiedliche Tomatensorten verwendet, bei denen auch das Ausmaß der Befallsreduktion durch Induktion unterschiedlich war. Allerdings wurden fast nie mehrere Sorten in einer Studie verwendet und so ist es nicht möglich, festzustellen, ob die Unterschiede durch die Verwendung verschiedener Induktoren, Sorten, oder einfach auch experimenteller Bedingungen zu begründen sind. In einer Vorstudie mit 32 Tomatensorten konnten wir hoch signifikante Unterschiede in der Induzierbarkeit von Resistenzen zwischen Sorten feststellen. Zusätzlich legten die Daten nahe, dass auch das verwendete Pathogenisolat eine Rolle spielen könnte (Sharma und Finckh 2007). Dies widerspräche der gängigen Lehre, dass Induzierbarkeit generell und nicht rassenspezifisch ist (z.B. Agrios, 2005)

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Uni Kassel, Nordbahnhofstrasse 1a, 37213 Witzenhausen, Germany. mfinckh@uni-kassel.de



Ziel dieser Arbeit war es, in wiederholten Versuchen das Ausmaß der genetischen Variation der Induzierbarkeit zu dokumentieren und zu klären, ob die Induzierbarkeit gegenüber unterschiedlichen Isolaten tatsächlich variiert.

## Methoden

Dreizehn Tomatensorten wurden auf Induzierbarkeit von Resistenz gegenüber zwei Pathogenisolaten getestet. Die Pflanzen wurden in Standard E0 Erde angezogen und einmal wöchentlich mit Mineraldünger (8:8:6 NPK) gedüngt. Vier Wochen alte Pflanzen wurden mit  $1 \text{ g l}^{-1}$  demin.  $\text{H}_2\text{O}$  BABA (DL-3-amino butyric acid), einem Resistenzinduktor vollständig besprüht. Kontrollpflanzen wurden mit Wasser behandelt. Um Isolateffekte auf das Ausmaß der induzierten Resistenz zu testen wurde ein zweiter Versuch mit sechs Sorten (Balkonzauber, Berner Rose, Marmande, Zuckertraube, C1131, Super Marmande) und sechs Isolaten durchgeführt. Alle Versuche wurden drei Mal mit jeweils sechs Wiederholungen durchgeführt.

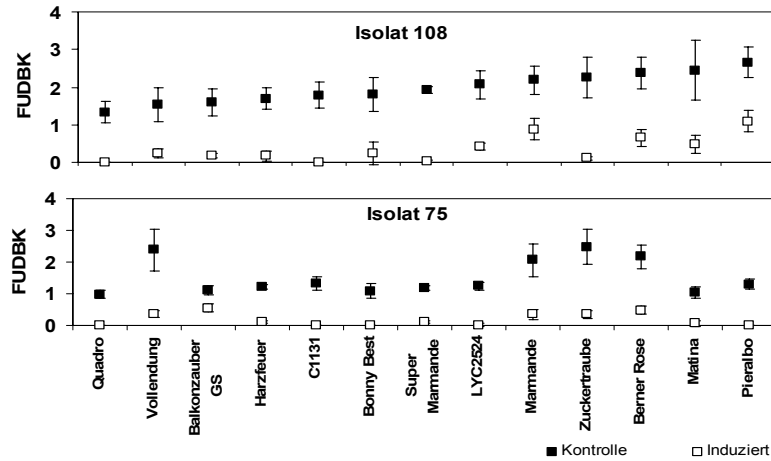
Die Pathogenisolate wurden im Jahr 2004 von Tomaten und Kartoffeln aus Feldversuchen isoliert und in einem Vorversuch auf ihre Virulenz gegenüber den Tomatensorten getestet. Isolate, die alle benutzten Sorten befallen konnten, wurden ausgewählt.

Sieben Tage nach der Behandlung mit BABA wurden ausgestanzte Blattstücke ( $\varnothing$  18mm) der beiden ersten Fiederblätter der jeweils jüngsten voll entwickelten Blätter auf feuchtem Filterpapier in Plastikschaalen mit  $20 \mu\text{l}$  einer Sporangienlösung mit einer Konzentration von  $5 \cdot 10^4 \text{ ml}^{-1}$  inokuliert (Blattunterseite). Die Plastikschaalen wurden 24 Stunden dunkel und dann bei 16/8 h licht/dunkel bei  $17^\circ\text{C}$  gehalten und alle 2 Tage mit sterilem demineralisiertem Wasser besprüht, um die Feuchtigkeit zu halten. Prozent Befall wurde am Tag 4 und 5 nach Inokulation bestimmt. Danach waren die meisten Blattstücke zu 100% befallen.

Die Datenanalyse wurde mit SAS durchgeführt. Die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK), die den Befall über die Zeit integriert wurde berechnet. Wegen fehlender Normalverteilung wurden die FUDBK Daten log-transformiert. Eine Varianzanalyse über die wiederholten Experimente ergab keine Unterschiede zwischen den Experimenten. So wurden die Daten gepoolt zu insgesamt 18 Wiederholungen. Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Kramer Test durchgeführt.

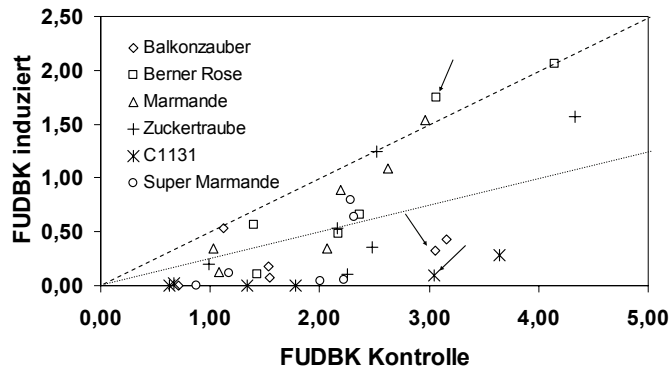
## Ergebnisse

Resistenz gegenüber den beiden getesteten Isolaten 75 und 108 konnte auf allen dreizehn getesteten Sorten mit BABA induziert werden. Die Induzierbarkeit erschien unabhängig vom Grad der Anfälligkeit der Sorten (Abb. 1). Die Induzierbarkeit der Sorten war jedoch abhängig vom genutzten Pathogenisolat (signifikante Interaktion  $F=17.65$ ,  $P<0.01$ ).



**Abbildung 1: Resistenzinduktion durch BABA (offene Symbole) im Vergleich zu einer wasserbehandelten Kontrolle (geschlossene Symbole) gegenüber Befall mit *P. infestans* bei 13 Tomatensorten nach Inokulation mit Isolat 108 (oben) oder 75 (unten). Die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK) 5 Tage nach Inokulation von abgetrennten Blattstücken ist dargestellt (nicht transformierte Werte). Mittelwerte von 3 Versuchen mit jeweils 6 Wiederholungen mit Standardabweichungen. Alle Induktionen waren hoch signifikant ( $P < 0.001$ , lineare Kontraste).**

Auch im Versuch mit sechs Sorten und sechs Isolaten interagierte die Induzierbarkeit der Sorten mit den Isolaten hoch signifikant ( $F=52.07$ ,  $P < 0.001$ ). Die Befallsreduktionen variierten zwischen 43 und 100% je nach Sorte und Isolatkombination. Die Befallsreduktion durch Induktion war insgesamt nicht von der Stärke der Anfälligkeit einer Sorte abhängig (Abb. 2). Sowohl bei hoch anfälligen Interaktionen als auch bei deutlich weniger anfälligen wurden hohe und niedrige Befallsreduktionen durch die Induktion mit BABA erreicht. So war der Befall (FUDBK) der Sorten C1131, Balkonzauber und Berner Rose mit Isolat 85 ohne Induktion mit 3,05, 3,05 und 3,07 fast identisch. Durch Induktion wurde die FUDBK jedoch auf 0,09, 0,33, bzw. 1,74 reduziert (mit Pfeilen in Abb. 2 markiert)



**Abbildung 2: Das Ausmaß der Resistenzinduktion durch BABA in Abhängigkeit des Befalls der Kontrolle. Es wurden sechs Sorten mit 6 Isolaten getestet. Auf der x-Achse ist die Fläche unter der Kurve (FUDBK) für nicht-induzierte Pflanzen und auf der y-Achse die FUDBK nach Induktion mit BABA aufgetragen. Die gestrichelte Linie zeigt 50% Befallsreduktion, die gepunktete 25%. Alle Induktionen waren hoch signifikant ( $P < 0.001$ , lineare Kontraste). Die drei mit Pfeilen markierten Punkte wurden mit demselben Isolat inokuliert (siehe Text).**

### Diskussion

Die beobachteten sortenspezifischen Effekte könnten zur Selektion besserer Induzierbarkeit genutzt werden. Allerdings legen die Interaktionen mit den Isolaten nahe, dass die Induzierbarkeit der Resistenz nicht gegen alle Isolate gleich wirkt. Die rassenspezifischen Interaktionen legen nahe, dass unterschiedliche Mechanismen der Resistenz gegen diese Rassen wirksam sind, die nicht alle gleichermaßen von BABA induziert werden. Diese Hypothese bedarf der Überprüfung.

Da unter Feldbedingungen immer verschiedene Rassen eines Pathogens nebeneinander auftreten, ist die Inokulation mit einzelnen Isolaten allerdings nicht einer Situation im Feld gleichzusetzen. Es wird notwendig sein, die Induzierbarkeit auch gegenüber Mischungen von Isolaten zu testen. Wenn bei Mischinokulationen Sortenunterschiede sichtbar bleiben und von der Zusammensetzung der Mischinokulation unabhängig sind, könnte eine solche Methode zur Selektion robuster induzierbarer Genotypen genutzt werden.

### Literatur

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Elsevier Academic Press, London.
- Cohen Y. (1994): Local and systemic control of *Phytophthora infestans* in tomato plants by DL-3-amino-n-butanolic acid. *Phytopathology* 84:55-59.
- Portz D., Koch E., Slusarenko A.J. (2008): Effects of garlic (*Allium sativum*) juice containing allicin on *Phytophthora infestans* and downy mildew of cucumber caused by *Pseudoperonospora cubensis*. *Eur J Plant Pathol* 122:197-206
- Sharma K., Finckh M.R. (2007): Genetic variation in inducibility of resistance in tomatoes against *Phytophthora infestans*. Proceedings of the XVI International Plant Protection Congress, 15-18 October 2007, Glasgow, UK 330-331. Hampshire, UK: The British Crop Protection Council.
- Walters D., Walsh D., Newton A., Lyon G. (2005): Induced resistance for plant disease control: maximizing the efficiency of resistance elicitors. *Phytopathology* 95:1368-1373.

## Die Bedeutung der Saatgutqualität für Sortenvergleiche mit Sommergerste im ökologischen Landbau

Müller, K.-J.<sup>1</sup>

*Keywords: spring barley, organic variety testing, seed quality, seed origin*

### Abstract

*The results show that thousand grain weight, protein content of seed, seed contamination with fungi and seed emergence influenced yield potential of organically produced seeds of spring barley in variety trials under organic farming conditions during three years. Certified organic seed on average had smaller grains, lower protein content and brought 5% less yield than conventionally produced seeds of the same variety offered for trials by breeders. Different susceptibilities of the seeds for contamination with fungi influenced the ranking of varieties and seed lots additionally. The more of the previous seed quality parameters reached acceptable levels during organic seed production, the better starting point for a better yield was obtained. The results indicate that by comparing conventionally produced seeds of one variety with organically produced seeds of another variety the probability will be three times higher to handicap instead of favouring the variety tested with organic seed.*

### Einleitung und Zielsetzung

Für Getreidesortenversuche im ökologischen Landbau wird im Allgemeinen konventionelles Versuchssaatgut eingesetzt, das vom jeweiligen Züchter direkt übermittelt wird. Anders als in den Sortenversuchen sind Öko-Landwirte jedoch dazu verpflichtet, in der Konsumgetreideproduktion ökologisch erzeugtes Saatgut einzusetzen. Die Verwendung von konventionell erzeugtem Saatgut bei Sommergerste ist im ökologischen Landbau genehmigungspflichtig. Mit der Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob die Saatgutherkunft insbesondere unter dem Blickwinkel „konventionell vs. ökologisch“ für die Sortendifferenzierung bezüglich der Ertragsbildung vernachlässigbar ist.

### Methoden

Nahezu alle in Deutschland verfügbaren Öko-Z-Saatgutherkünfte von Sommergerste wurden mit dem von den Züchtern für die Ökoversuche übermittelten konventionellen Versuchssaatgut verglichen. In der Vegetationsperiode 2006 wurden am Standort Kovahl bei Neu Darchau 32 Ökosaatgutpartien von 11 Sorten, in 2007 am Standort Köhlingen bei Neu Darchau 37 Ökosaatgutpartien von 10 Sorten und in 2008 in Köhlingen und auf dem Dottenfelderhof bei Bad Vilbel 38 Ökosaatgutpartien von 12 Sorten im Vergleich mit dem jeweiligen konventionellen Züchtersaatgut angebaut. Bei allen Versuchsschlägen handelte es sich um langjährig ökologisch bewirtschaftete Standorte zertifizierter Betriebe. Zur Kultur wurden überall die biologisch-dynamischen Spritzpräparate Hornmist und Hornkiesel ausgebracht. Alle Versuche wurden als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen zu je 6m<sup>2</sup> (Neu Darchau) bzw. 10m<sup>2</sup> auf dem Dottenfelderhof angelegt. Für die Saatmenge wurden 350 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup> und die mit dem Saatgut übermittelten offiziellen Angaben zu

---

<sup>1</sup> Getreidezüchtungsforschung Darzau, Darzau Hof 1, 29490 Neu Darchau, Deutschland, [www.darzau.de](http://www.darzau.de)

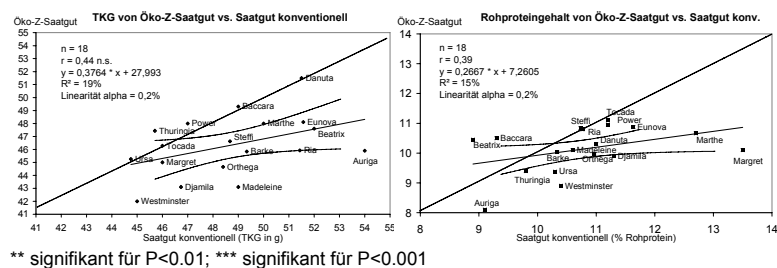
Tausendkornmasse und Keimfähigkeit zugrunde gelegt. Feldaufgang und samenbürtiger Netzfleckenbefall wurden an je 3 m Drillreihe pro Parzelle bestimmt.

Am Saatgut wurde der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl bestimmt und auf %Rohprotein i.T.S. umgerechnet (ICC-Standard 105/1 [N x 6,25], LUFA 2006, Labor Aberham 2007 & 2008). Zur Beurteilung des Pilzbesatzes am Saatgut wurden 2007 und 2008 je 2x 100 Korn zur Keimung in Gewebe-Schalen auf Agar-Agar (7g / Liter) ausgelegt. Nach 4 Tagen wurde der Pilzbefall nach Anzahl befallener Körner in % ausgezählt.

Die statistische Verrechnung der Daten erfolgte mit einer Nächstnachbaranalyse (NNA), bei der Wiederholungen und Bodentrends in zwei Dimensionen berücksichtigt wurden. Alle Öko-Z-Saatgutpartien der Sorte Tocada stammten vom gleichen Landwirt. Für die Berechnung der Korrelationen zum Feldaufgang musste auf die Sorte Steffi in 2008 wegen extremer Abweichung der Züchtersaat verzichtet werden. Da die Korrelation der Ertragswerte der beiden Standorte in 2008  $r=0,89^{***}$  betrug, wurde für dieses Jahr für weitere Berechnungen der Mittelwert jeder Saatgutherkunft verwendet. Für die Berechnung aller anderen Korrelationen wurden die Werte der Öko-Z-Saatgut-Herkünfte in Relation zum Züchtersaatgut (=100) der jeweiligen Sorte umgewandelt. Für die Darstellung in Abb.2 wurden die Erträge aller Prüfglieder vor der Mittelwertbildung für jeden Standort in Relation zum Ertrag der konventionellen Saatgutherkunft der Sorte Eunova (=100) gesetzt.

## Ergebnisse

Über alle Öko-Z-Saatgut-Herkünfte und drei Versuchsjahre hinweg konnte im Durchschnitt nur 95% des Ertrages der konventionellen Versuchssaatgutherkünfte erzielt werden (vgl. Abb.2). Auch Tausendkornmasse und Rohproteingehalt des Öko-Z-Saatgutes erreichten im Durchschnitt nur 95% gegenüber der konventionellen Züchtersaat (Abb.2). Der Pilzbefall am Korn lag um durchschnittlich 4% höher. Die Abweichungen der Öko-Z-Saatgutherkünfte vom Ertragsniveau der konventionellen Herkunft betragen im Extrem bis zu 25%. 77% aller untersuchten Öko-Z-Saatgutherkünfte blieben im Ertrag unter dem Niveau des konv. Züchtersaatgutes. Die Relativverträge der Öko-Z-Saatgutherkünfte im Verhältnis zum konv. Züchtersaatgut der jeweiligen Sorte wiesen über drei Jahre hinweg Korrelationen zur Tausendkornmasse ( $r=0,43^{***}$ ), zum Rohproteingehalt ( $r=0,38^{***}$ ) und zum Pilzbefall ( $r=-0,40^{***}$ ) der Saat, sowie zum Feldaufgang ( $r=0,26^{**}$ ) auf.

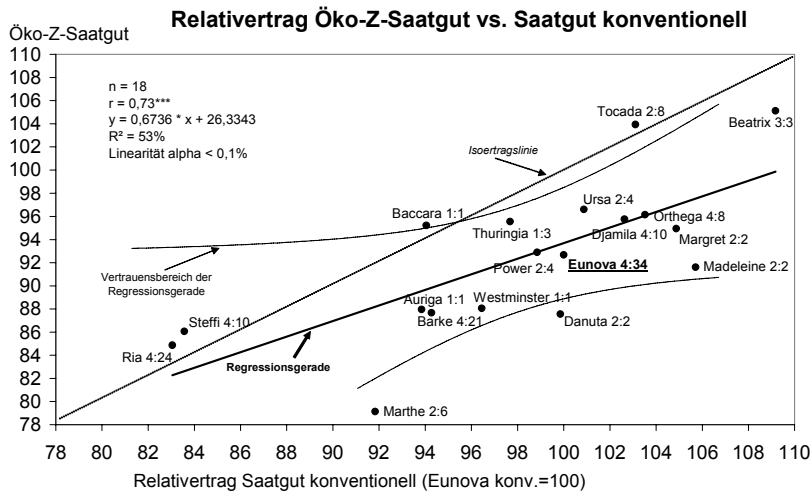


\*\* signifikant für  $P < 0,01$ ; \*\*\* signifikant für  $P < 0,001$

**Abbildung 1: Tausendkornmasse und Rohproteingehalt beim Vergleich der Mittelwerte ökologischer und konventioneller Saatgutherkünfte.**

Mittelwertvergleiche beim Relativvertrag (Abb.2) zeigten erhebliche Abweichungen von der Regressionsgeraden. Madeleine, Danuta und Marthe waren bei der Verwendung ökologischen Saatgutes im Ertrag sehr viel schwächer als bei Verwendung

konventionellen Versuchssaatgutes. Nur Ria, Steffi, Baccara, Tocada und Beatrix näherten sich der Isoertragslinie (Diagonallinie mit gleichem Ertrag bei Verwendung von konventionellem oder Öko-Z-Saatgut). Aufgrund extrem unbalancierter Datensätze infolge von wechselndem Sortenangebot und einer teilweise sehr geringen Anzahl von Saatgutherkünften konnte die Wechselwirkung zwischen Sorte und Art der Saatgutherkunft varianzanalytisch nicht abgesichert werden.



\*\*\* signifikant für  $P < 0,001$

Zahlen nach der Sortenbezeichnung geben die Anzahl Standorte zur Anzahl Wertepaare wieder.

**Abbildung 2: Sortenerträge in Abhängigkeit von der Saatgutherkunft.**

### Diskussion

Bei Untersuchungen von Rauber (1989) hatte sich zuletzt ergeben, dass proteinreicheres Saatgut von Weizen und Gerste die Jugendentwicklung insbesondere bei ungünstigen Umweltbedingungen wie feucht-kalter Witterung oder einsetzender Trockenheit nach der Keimung begünstigt, aber ein großes Korn allein nicht ausreicht, um vitalere Keimlinge hervorzubringen. In der vorliegenden Untersuchung zeigten Tausendkornmasse, Korn-Stickstoffgehalt und allgemeiner Pilzbefall des Saatgutes vergleichbare mittlere Korrelationen zum Relativertrag. Die Keimfähigkeit zeigte keinen und der Feldaufgang nur einen schwachen Effekt. Wenn bei einer Saatgutprobe nur ein Parameter deutlich schwächer ist, muss dies daher noch kein Indiz für ein reduziertes Ertragspotential des Saatgutes sein. Dass Öko-Z-Saatgut aber im Durchschnitt kleinkörniger, proteinärmer und verpilzungsgefährdeter ist, ergibt sich aus dem Verzicht auf leichtlösliche Mineraldünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel in der Saatguterzeugung. Ökosorten, von denen auch nur Öko-Z-Saatgut verfügbar ist, sind deshalb in Öko-Sortenversuchen benachteiligt, wenn sie gegen Sorten mit Saatgut aus konventionellen Anbaubedingungen antreten müssen, die ihr Potential überhaupt nur auf konventionelle Weise erreicht haben.

Obwohl die Datenbasis für eine statistisch abgesicherte Beurteilung von Wechselwirkungen zwischen Sorten und Saatgutherkünften im Hinblick auf die Ertragsbildung zu gering ist, da nur von sechs Sorten in allen Jahren Öko-Z-Saatgut verfügbar war, zeigt die Verteilung der Wertepaare in Abbildung 1, ihr Abstand zur

Regressionsgeraden, sowie ihr Absinken gegenüber der Isoertragslinie einen unterschiedlich stark ausgeprägten Minderertrag bei Verwendung ökologisch erzeugten Saatgutes. Ob bei Verwendung konventionell erzeugten Saatgutes in Sortenversuchen zufrieden stellend beurteilt werden kann, welches Ertragspotential von einer Sorte bei Verwendung von Öko-Z-Saatgut zu erwarten ist, muss daher bezweifelt werden.

Ergebnisse aus ökologischen Sortenversuchen mit konventionellem Saatgut sind den Ergebnissen zufolge nur eingeschränkt praxisrelevant. Andererseits könnte mit Sorten, die auch unter ökologischen Anbaubedingungen ein großes, gesundes und proteinreiches Korn hervorbringen können, in der Praxis ein höheres Ertragspotential realisiert werden. Dazu bedarf es einerseits einer Sortenentwicklung und Sortenprüfung unter den Widrigkeiten des ökologischen Alltags unter Verwendung ökologisch erzeugten Saatgutes. Andererseits sind weiterführende Untersuchungen zur Optimierung der Standort- und Anbaubedingungen für eine hochwertige ökologische Getreidesaatguterzeugung anzustreben.

### **Schlussfolgerungen**

Die Saatgutherkunft hat einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis von Sortenversuchen. Mit konventionell erzeugtem Versuchssaatgut ist eine Fehleinschätzung des Ertragspotentials zu erwarten, wenn unter Praxisbedingungen dann ökologisches Saatgut verwendet wird. Auch unterdurchschnittlich feinkörnige und proteinarme Öko-Saatgutpartien führen zu einer Unterschätzung des Ertragspotentials einer Sorte. In der ökologischen Saatgutproduktion sind mit den dafür geeigneten Sorten gesunde und feinkörnige Partien mit hohem Proteingehalt anzustreben, um beste Voraussetzungen für die Ertragsbildung auf ökologischen Betrieben im Folgejahr zu schaffen. Nur mit Versuchssaatgut aus praxisrelevanten ökologischen Erzeugungsbedingungen sind in Sortenversuchen ökoanbaurelevante Ergebnisse zu erwarten. Bei der Veröffentlichung von Sortenversuchen sollte die Herkunft des Saatgutes (ökologisch oder konventionell erzeugt) unbedingt ausgewiesen werden, wenn auf konventionell erzeugtes Saatgut nicht verzichtet werden kann, oder konventionelles Saatgut muss mit einem Ertragsmalus von 5% versehen werden.

### **Danksagung**

Ich bedanke mich bei der Software-AG-Stiftung für die finanzielle Förderung, bei den Saatguterzeugern und Züchtern für die Probenübermittlung und bei Dr. Hartmut Spiess und Mitarbeitern für die Betreuung der Versuche auf dem Dottenfelderhof.

### **Literatur**

Rauber R. (1989): Ein großes Korn reicht nicht immer. DLG-Mitteilungen 104, 832+833.

## Ertrag und Qualität von Winterweizengenotypen unter integrierten und ökologischen Anbaubedingungen

Leithold, B.<sup>1</sup>, Weber, W.E.<sup>1</sup>, Schulz, F.<sup>2</sup> und Leithold, G.<sup>2</sup>

*Keywords: plant breeding, organic farming, wheat quality, sedimentation test, yield*

### Abstract

*An annually identical assortment of each of 32 winter wheat varieties and lines bred under conventional conditions was tested between 2004 and 2007 both in a conventionally and in an organically managed environment. Previously the assortment had been evaluated with respect to yield and indirect parameters of baking quality. The objective was to obtain evidence for a targeted selection of lines for their later use as bread varieties in organic farming. It was discovered that for a successful selection of lines for the subsequent cultivation under organic conditions especially the evaluation of yield must be conducted strictly under the same conditions.*

### Einleitung und Zielstellungen

Die Anbaubedingungen des ökologischen Landbaus unterscheiden sich aufgrund des limitierten Nährstoffangebotes deutlich vom konventionellen bzw. integrierten Landbau. Inwieweit davon auch die Sortenwahl abhängt, kann nur beurteilt werden, wenn gleiche Sortimente unter beiden Bedingungen geprüft werden. In Feldversuchen wurden in den Jahren 2004 bis 2007 je 32 konventionell gezüchtete Winterweizensorten und -stämme auf dem Versuchsfeld der Universität Halle-Wittenberg und auf dem Gladbacherhof (Lehr- und Versuchsbetrieb der Universität Gießen) geprüft. Anhand der Ergebnisse sollen Zuchtstämme auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau hinsichtlich der Ausprägung des Ertrages und der Backqualität selektiert werden. Neben der Qualität bzw. dem Nährstoffaneignungsvermögen wird im ökologischen Landbau vor allem auf Resistenz und Unkrautkonkurrenz Wert gelegt, ohne jedoch den Ertrag zu vernachlässigen. Es war zu überprüfen, ob unter konventionellen Bedingungen für den ökologischen Landbau selektiert werden kann.

### Material und Methoden

In einer vierjährigen Untersuchung in den Jahren 2004 bis 2007 wurden in jedem Jahr 32 Weizensorten und Weizenstämme der Professur für Pflanzenzüchtung (Universität Halle-Wittenberg) auf dem Versuchsfeld Halle (int) und dem ökologisch wirtschaftenden Gladbacherhof (öko) angelegt. Die Sortimente in 2004 und 2005 waren identisch, in 2006 und in 2007 wurden nicht alle Sorten und Stämme vom Vorjahr wieder mitgeprüft, sondern durch neue Sorten und Stämme ersetzt. Über alle 4 Jahre wurden nur die Sorten „Tommi“ und „Bussard“ sowie die aus eigener Züchtung stammenden Stämme 28 und 30 geprüft. Die Versuche standen an beiden Orten als Blockversuch in zwei Wiederholungen, die Parzellengröße betrug 11 m<sup>2</sup>. Die integrierte Versuchsvariante in Halle erhielt eine Stickstoffdüngung von 100 kg ha<sup>-1</sup> (60 + 40), jedoch keine Fungizid-, Insektizid- und Wachstumsreglerbehandlung. Die Öko-Variante stand in einer 8-feldrigen Fruchtfolge. Die Auswertung erfolgte für den Ertrag, das TKG und den Rohproteingehalt, der mit NIRS bzw. Kjeldahl bestimmt

---

<sup>1</sup> Professur für Pflanzenzüchtung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; leithold@landw.uni-halle.de

<sup>2</sup> Professur für Organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen



wurde. Die Durchführung des Sedimentationstestes nach Zeleny erfolgte nach dem ICC-Standard Nr. 116. Zur Bestimmung des Brotvolumens wurde der Rapid-Mix-Test nach den Standard-Methoden der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. in der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Sachsen-Anhalt durchgeführt (nur 2004).

## Ergebnisse und Diskussion

### Ertrags- und Qualitätsparameter

Die durchschnittlichen Ertrags- und Qualitätsparameter spiegeln den Jahreseffekt wider und zeigen, dass auch mit  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  Stickstoff im mitteldeutschen Trockengebiet gute Erträge erzielt werden. Der Ertragsunterschied zur ökologischen Variante ist zwar sehr deutlich, aber die erzielten Erträge sind auch für dieses Anbausystem als gut zu bewerten (Tab.1).

**Tabelle 1: Mittelwerte der Sorten und Stämme für Ertrag, TKG, Rohproteingehalt und Sedimentationswert nach Zeleny, jeweils für die integrierte und ökologische Variante (n=32)**

	2004		2005		2006		2007	
	int	öko	int	öko	int	öko	int	öko
Ertrag	86,14	57,03	88,07	44,15	66,15	40,90	72,93	41,22
TKG	54,70	47,02	44,77	42,42	40,83	47,07	43,51	36,01
Protein	13,42	10,21	13,31	10,32	13,03	11,17	13,51	11,78
Sedi Zeleny	52,62	26,22	48,94	23,38	50,72	29,84	48,97	45,81

Bemerkenswert sind die hohen Erträge in Halle mit ca.  $86 \text{ dt ha}^{-1}$  und auf dem Gladbacherhof mit ca.  $57 \text{ dt ha}^{-1}$  im Jahr 2004. Unterschiede in Ertrag und Qualität sind nicht nur auf die Anbauverfahren, sondern auch auf die unterschiedlichen natürlichen Standortbedingungen (wie Bodenunterschiede und klimatische Faktoren) zurückzuführen.

Nur zwei Sorten und zwei Stämme wurden über alle vier Jahre geprüft (Tab. 2). Bei dem Merkmal Ertrag zeigte sich, dass beim integrierten Anbau die Sorten „Tommi“ und „Bussard“ in fast allen Jahren den Stämmen überlegen waren. Im Mittel der Jahre hatte „Tommi“ einen signifikant höheren Ertrag als „Bussard“ und die Stämme. Unter ökologischen Bedingungen schnitten hingegen die Stämme besser ab als die Sorten, wenn auch die Unterschiede nicht signifikant waren. Die Rohproteingehalte zeigten eine unterschiedliche Sortenreaktion.

**Tabelle 2: Ertrag ( $\text{dt ha}^{-1}$ ) und Rohproteingehalt (%) der Stämme 28 und 30 im Vergleich zu „Tommi“ und „Bussard“ im Mittel der Versuchsjahre 2004-2007 (ungleiche Buchstaben zeigen signifikanten Unterschiede bei  $p \leq 0,05$ )**

	Ertrag	Ertrag	Rohprotein	Rohprotein
	int	öko	int	öko
Tommi	83,8a	41,7a	13,2a	11,0a
Bussard	76,3b	42,8a	13,9b	10,7a
Stamm 28	73,5b	46,6a	13,5ab	10,8a
Stamm 30	71,3b	45,7a	14,0b	11,1a

**Beziehungen zwischen den Ertrags- und Qualitätsparametern**

Nachfolgend sind die Beziehungen zwischen den Ertrags- und Qualitätsparametern für jeweils 32 Sorten und Stämme anhand von Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden Umwelten in den vier Untersuchungsjahren dargestellt (Tab. 1).

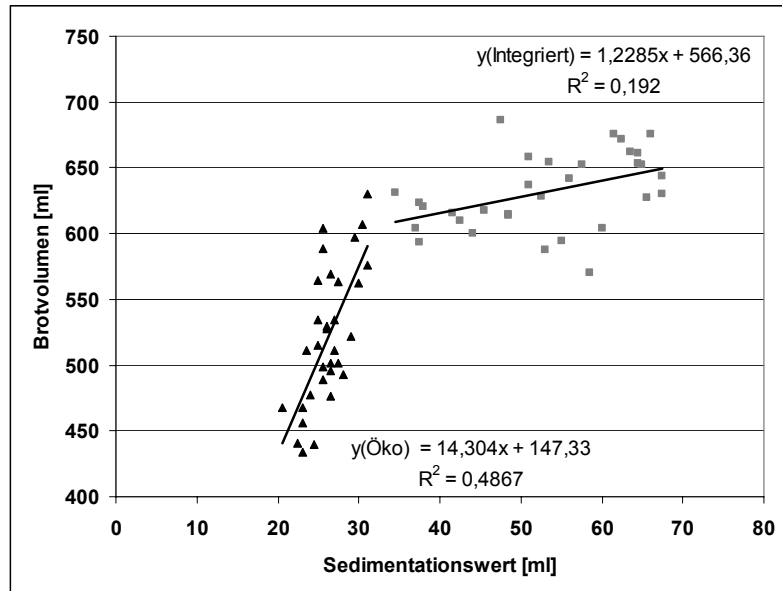
**Tab. 1: Korrelationskoeffizienten für den Ertrag und die Qualitätsmerkmale innerhalb und zwischen den Varianten für die Jahre 2004 bis 2007 (\* signifikant bei P=0,05, \*\*signifikant bei P=0,01)**

Merkmal	2004		2005		2006		2007	
	int	öko	int	öko	int	öko	int	öko
Ertrag	0,10		0,04		0,40*		0,30	
TKG	0,68**		0,74**		0,26		0,76**	
Sedi-Zeleny	0,41**		0,47**		0,12		0,73**	
Rohprotein	0,30		0,51**		0,46**		0,71**	
Sedi-Zeleny/ RP	0,55**	0,50**	0,55**	0,52**	0,55**	0,67**	0,48**	0,68**
TKG /Protein	0,31	0,245	0,31	0,11	-0,02	0,30	0,54**	0,38*
Ertrag/RP	-0,62**	-0,44**	-0,10	-0,15	-0,59**	-0,29	-0,50**	-0,39*

Zwischen der konventionellen und ökologischen Variante gab es für TKG, Rohprotein (RP) und Sedimentationswert nach Zeleny durchweg signifikante positive Korrelationen (Tab. 1), nicht jedoch für den Ertrag. Demnach wäre eine Selektion für Stämme aus konventioneller Züchtung für einen vorgesehenen Anbau unter Öko-Bedingungen nicht erfolgreich gewesen. Die Anbaueignung von Zuchtmaterial für den ökologischen Landbau kann also nicht nur unter konventionellen bzw. integrierten Bedingungen getestet werden. Eine spezielle Prüfung unter Öko-Bedingungen scheint notwendig zu sein. Für die Merkmalsbeziehung zwischen Ertrag und Protein (RP) gab es mit Ausnahme von 2005 die erwartete negative Korrelation, die beim ökologischen Anbau etwas schwächer ausfiel. Signifikant positive Korrelationen wurden für Protein mit dem Sedimentationswert nach Zeleny gefunden.

Bemerkenswert ist die Korrelation zwischen Sedimentationswert und Backqualität, die im Jahr 2004 über das Brotvolumen erfasst wurde (Abb. 1). Die Sedimentationswerte nach der Testmethode von Zeleny waren sowohl in der integrierten ( $r = 0,44$ ) als auch in der ökologischen Behandlung, dort nur enger ( $r = 0,70$ ), mit dem Brotvolumen korreliert (Kelm et al. 2006).

Es wird deutlich, dass ein Teil der Sorten- bzw. Stämme unter Öko-Bedingungen bereits bei niedrigen Sedimentationswerten im Bereich von 25 – 30 ein zufriedenstellendes bis hohes Backvolumen zwischen 550 und 650 ml hervorbrachte. Genotypen mit diesen Eigenschaften scheinen für einen N-limitierten Anbau, wie im Öko-Landbau üblich, besonders geeignet zu sein.



**Abb. 1: Funktionale Beziehungen zwischen dem Sedimentationswert nach Zeleny und dem Brotvolumen in den zwei Varianten (integriert und ökologisch) des Erntejahres 2004**

### Schlussfolgerungen

Für die Selektion von Stämmen lässt sich feststellen, dass eine Ertragsschätzung die Prüfung unter ökologischen Bedingungen erfordert. Aus dem getesteten Zuchtmaterial scheinen der Stamm 28 [Kreuzung („Roazon“ x „Alcedo“) x TAW 1.33700] und der Stamm 30 (Kreuzung „Greif“ x Hohenthurmer Stamm) in besonderem Maße für einen Anbau unter Öko-Bedingungen geeignet. Sie besitzen eine besondere Wüchsigkeit (Länge 100 bzw. 106 cm) sowie eine gute Blattgesundheit [u.a. Mehltaresistenz (APS 2) sowie Braunrostresistenz (APS 3)]. Damit sind offensichtlich beide sehr gut an extensive Anbaubedingungen angepasst. Insgesamt wird ersichtlich, dass konventionelle Züchtung interessantes Zuchtmaterial für den Öko-Landbau hervorbringen kann. Sofern jedoch eine spezielle Testung von Linien nicht unter Öko-Bedingungen erfolgt, kann dieses Material verloren gehen, da es für eine weitere konventionelle Verwendung oft ungeeignet scheint. Diese Ressourcen sollten zukünftig stärker für den ökologischen Landbau genutzt werden.

### Literatur

Kelm, Ch., Leithold, B., Weber, W.E. (2006): Untersuchungen zur Backqualität an Winterweizen unter konventionellen und ökologischen Anbaubedingungen. Vorträge für Pflanzenzüchtung, 68, 4

## Produktivität verschiedener Sojasorten im ostösterreichischen Anbaugebiet

Hofer, M.<sup>1</sup>, Schweiger, P.<sup>1</sup>, Putz, B.<sup>1</sup>, Hartl, W.<sup>1</sup>

*Keywords: organic agriculture, soybean, cultivars, grain yield, seed quality parameters*

### Abstract

*In Austria organic soybeans are mainly produced in the eastern part of the country due to its temperature requirements. To examine genotypic differences with respect to seed quality a three-year field trial with seven soybean cultivars was conducted. The cultivar 'Essor' showed significantly higher ( $p < 0,05$ ) values for grain yield, thousand grain weight and seed protein content in all three years compared to the early maturing cultivar 'Merlin'. During the whole observation period the cultivars 'Essor' and 'Lambton' produced most stable grain yields while 'Essor' and 'Cardiff' revealed most stable seed protein contents. Based on our results, soybean cultivars of maturity group 00 had higher grain yields as well as higher seed protein content in comparison to early maturing cultivars (maturity group 000) grown under natural conditions prevalent in eastern Austria.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) zählt flächenmäßig zu den weltweit am häufigsten angebauten Kulturpflanzen. Obwohl der Anbau von gentechnisch verändertem Soja global weiter zunimmt, geht vor allem in Europa der Trend in Richtung biologischer Produktion von Qualitätssoja. Im Jahr 2007 entfielen in Österreich circa 10% der Gesamtsojaanbaufläche auf den Anbau von Bio-Soja (AMA 2007) mit weiterhin steigender Tendenz. Die Hauptanbauflächen für Bio-Soja konzentrieren sich hier aufgrund des hohen Wärmebedarfs der Sojabohne auf den trockenwarmen ostösterreichischen Raum.

Sojabohnen besitzen einen Eiweißgehalt von durchschnittlich 35-40% mit einer hohen Wertigkeit als Futtermittel und für die Humanernährung. Sojapflanzen haben aufgrund des hohen Eiweißgehalts der Bohnen einen hohen Stickstoffbedarf. Als Vertreter der Familie der Leguminosen besitzen Sojapflanzen jedoch die Fähigkeit, mit Hilfe symbiontischer Knöllchenbakterien atmosphärischen Stickstoff zu fixieren. Damit können sie unter Idealbedingungen den Großteil ihres Stickstoffbedarfs decken sowie die Bodenstickstoffreserven vergrößern (Unkovich und Pate 2000). Für eine nachhaltige biologische Sojaproduktion ist daher die Ausbildung einer effizienten Symbiose mit Knöllchenbakterien unumgänglich.

Die Qualität der Sojabohnen, ausgedrückt in Prozentgehalt Protein variiert sowohl sortenbedingt als auch in Abhängigkeit von Umweltfaktoren, und da insbesondere der Stickstoffversorgung der Sojapflanzen. Für den Lebensmittelbereich vorgesehene Sojabohnen müssen bestimmte Qualitätskriterien erfüllen. Für viele Sojaprodukte ist der Proteingehalt des Korns ein wichtiges Qualitätskriterium. Für Sojamilch und Tofu ist beispielweise ein Proteingehalt von möglichst über 42% erwünscht. Die im mitteleuropäischen Anbau erzielbaren Proteingehalte der Sojabohne liegen aus klimatischen Gründen oft deutlich unter 40% (Vollmann et al. 2000) und sind dadurch den am Weltmarkt verfügbaren Qualitäten unterlegen. In diesem Projekt wurde daher

---

<sup>1</sup> Bio Forschung Austria, Rinnböckstrasse 15, A-1110 Wien, Österreich, m.hofer@bioforschung.at, www.bioforschung.at.

besonderes Augenmerk auf die Produktivität verschiedener Sojabohnensorten und die Qualitätsparameter zur Speisesojaeignung gelegt.

## Methoden

Feldversuche wurden von 2005 bis 2007 an 3 Ackerstandorten in Niederösterreich durchgeführt. Das Lufttemperatur-Jahresmittel beträgt über 9°C und die mittlere Jahresniederschlagssumme liegt zwischen 500 mm und 600 mm (Cepuder et al. 1998). Die Versuche wurden mit praxisüblichen Geräten in 4 Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße betrug 3x10 m mit einem Reihenabstand von 50 cm und einer praxisüblichen Saatstärke von ca. 60 Korn/m<sup>2</sup>. Über den gesamten Zeitraum von 3 Anbaujahren wurde ein Kernsortiment von 7 Sojabohnensorten unterschiedlicher Reifegruppen analysiert. Die Sorten wurden mit Rhizobien (*B. japonicum*) inokuliert. Die Inokulation des Versuchssaatgutes erfolgte jeweils durch das Aufbringen von zwei unterschiedlichen Impfpräparaten in der jeweils empfohlenen Konzentration. Die Ernte erfolgte zur Vollreife der jeweiligen Sorten. Die Bohnen wurden aus den Hülsen herausgelöst und die weiteren Parameter (Kornertrag, Tausendkorngewicht) bestimmt. Der Proteingehalt wurde mit Hilfe der Nahinfrarot-Reflexionsspektroskopie (NIRS, Bruker Matrix-IFT-NIR System; Bruker, Ettlingen, Deutschland) an vermahlenden Proben gemessen und in g kg<sup>-1</sup> bezogen auf Trockenmasse angegeben. Die statistische Verrechnung erfolgte mit dem Programmpaket Systat. Es wurde eine Varianzanalyse und ein anschließender Mittelwertvergleich nach Tukey durchgeführt. Die Darstellung der Ergebnisse des direkten Sortenvergleichs erfolgten bezogen auf den jeweiligen Versuchsmittelwert (entspricht 100%).

## Ergebnisse

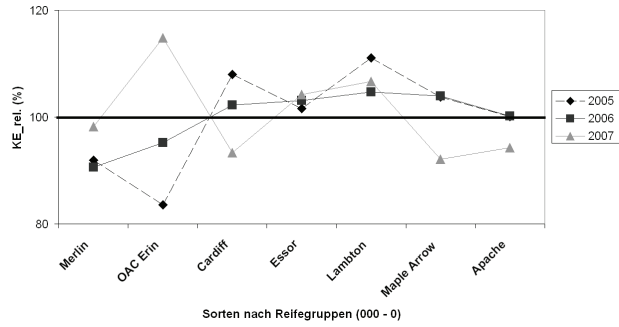
**Tab.1: Signifikanzniveau der Einflussfaktoren auf die untersuchten Parameter. KE=Kornertrag (kg/ha), TKG=Tausendkorngewicht (g), Prot=Proteingehalt (mg/g)**

	KE (kg/ha)	TKG (g)	Prot (mg/g)
Jahr	**	**	**
Sorte	*	**	**
Jahr*Sorte	n.s.	**	**

[\*\* p<0,01; \* p<0,05; n.s. nicht signifikant]

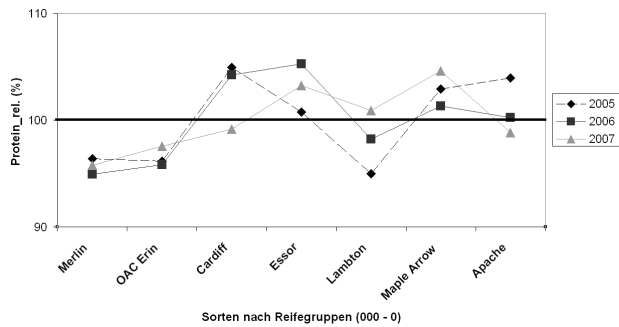
Der Einfluss der Sortenwahl erweist sich für Tausendkorngewicht und Proteingehalt als hoch signifikant (p<0,01). Für den Kornertrag ergibt sich ein signifikanter Einfluss (p<0,05) mit etwas höherer Irrtumswahrscheinlichkeit. Die sortenbedingten Unterschiede in Tausendkorngewicht und Proteingehalt variierten in den 3 Untersuchungsjahren (p<0,01), während der Sorteneinfluss auf den Parameter Kornertrag von den Jahren unbeeinflusst blieb.

Die Sorten Essor und Lambton zeigten konsistent überdurchschnittliche Kornerträge, während die frühreifen Sorten Merlin und OAC Erin deutlich geringere Kornerträge mit hohen jahresbedingten Schwankungen erzielten (siehe Abb.1). Im direkten Sortenvergleich produzierten die Sorten Lambton (p<0,01) und Essor (p<0,05) signifikant höhere Kornerträge als die Sorte Merlin. Im Durchschnitt schwankte der Kornertrag über alle Sorten in den 3 Versuchsjahren zwischen 22,8 dt/ha und 32,2 dt/ha. Eine Rangordnung bezüglich Kornertrag ergibt sich folgendermaßen: Essor, Lambton ≥ Cardiff, Apache, Maple Arrow, OAC Erin ≥ Merlin.



**Abb.1: Kornertrag (kg/ha) im relativen Sortenvergleich**

Für den Parameter Tausendkorngewicht produzierten alle Sorten der Reifegruppe 00 (Cardiff, Eссор, Lambton, Maple Arrow, Apache) signifikant ( $p < 0,01$ ) höhere Werte als die frühreifen Sorten Merlin und OAC Erin. Im Mittel wurde ein Tausendkorngewicht zwischen 125,5g und 167,6g erzielt.



**Abb.2: Proteingehalt (mg/g) im relativen Sortenvergleich**

Beim Qualitätsparameter Proteingehalt (siehe Abb.2) erzielten die Sorten Apache, Cardiff, Eссор und Maple Arrow signifikant höhere Proteingehalte als die Sorte Merlin ( $p < 0,01$ ). Innerhalb der Reifegruppe 00 erzielten die Sorten Cardiff und Eссор im Vergleich zur Sorte Lambton signifikant höhere Proteingehalte ( $p < 0,05$ ). Im Durchschnitt schwankte der Proteingehalt über alle Sorten in den 3 Versuchsjahren zwischen 32,9% und 41,4%. Eine Rangordnung bezüglich Proteingehalt ergibt sich folgendermaßen: Cardiff, Eссор  $\geq$  Apache, Maple Arrow  $\geq$  Lambton, OAC Erin  $\geq$  Merlin.

### Diskussion

Für das in der vorliegenden Studie untersuchte Sortiment unterschiedlicher Sojasorten zeigen die Ergebnisse, dass Sorten der Reifegruppe 00 unter den natürlichen Bedingungen des ostösterreichischen Trockengebiets besser geeignet sind als die frühreifen Sorten Merlin und OAC Erin (Reifegruppe 000). Deren Ergebnisse lagen, vor allem bezüglich der Qualitätsparameter, im 3-Jahres-Vergleich teilweise signifikant

unter dem jeweiligen Versuchsmittel und wurden stärker durch jahresklimatische Schwankungen beeinflusst. Die Knöllchenausbildung gilt als wichtiger Einflussfaktor, der sowohl Ertrag als auch Proteingehalt beeinflusst (Gretzmacher et al. 1994). Die Effizienz der Soja-*Bradyrhizobium*-Symbiose wird von Umwelteinflüssen, Pflanzensorte wie auch Bakterienstamm beeinflusst (Montanez et al. 1995; Ayisi et al. 2000). Eigene Vorarbeiten zeigen, dass die Wirkung der Impfpräparate hinsichtlich Knöllchenbildung als auch Stickstofffixierleistung teilweise stark variiert (Hofer et al. 2008). Daher ergibt sich eine optimale Nodulation als Voraussetzung zur Untersuchung der Sorteneignung im Biolandbau. Dadurch wird gewährleistet, dass nicht der Inokulationserfolg gemessen wird, sondern die genetisch determinierten Sortenmerkmale zur Ausprägung gelangen und beurteilt werden können.

### Schlussfolgerungen und Ausblick

In Zukunft werden neu zugelassene, hochproteinige Sorten in weiterführende Untersuchungen integriert und die Studien zur Eignung unterschiedlicher Rhizobienstämme und Impfpräparate fortgesetzt. Im Hinblick auf eine optimierte, quantitative Einschätzung der Fruchtfolgewirkung der Sojabohne im biologischen Landbau wurden im Jahr 2007 Untersuchungen zur Quantifizierung der fixierten N-Menge begonnen.

### Danksagung

Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie den Bundesländern im Rahmen des Projekts 1315 "Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau" finanziert.

### Literatur

- Ayisi KK, RJ Nkgapele & FD Dakora. 2000. Nodule formation and function in six varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in a nitrogen-rich field soil in South Africa. *Symbiosis* 28: 17-31.
- AMA (Agrarmarkt Austria). 2007. Daten und Fakten der Agrarmarkt Austria für den Bereich Getreide und Ölsaaten. Stand: 04.Juli 2007.
- Cepuder P, M Tuller, A Sagerer & J Suda. 1998. Grundwasserschonender Ackerbau im Marchfeld. Stickstoffanalyse bei unterschiedlichen Fruchtfolgen am Standort Fuchsenbigl. BMLF/WWK, Wien.
- Gretzmacher R, N Schahbazian & N Pourdavai. 1994. Einfluss von symbiontischem, organischem und anorganischem Stickstoff auf Ertrag und Qualität von Sojabohnen. *Die Bodenkultur* 45. 3: 253-267.
- Hofer M, Schweiger P, Putz B & W Hartl. 2008. Produktivität verschiedener Sojabohnensorten im ostösterreichischen Anbaugbiet. Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/ Saatgutprüfung für den Biolandbau. Abschlussbericht: 115-124.
- Montanez A, SKA Danso & G Hardarson. 1995. The effect of temperature on nodulation and nitrogen fixation by five *Bradyrhizobium japonicum* strains. *Applied Soil Ecology* 2: 165-174.
- Unkovich MJ & JS Pate. 2000. An appraisal of recent field measurements of symbiotic N<sub>2</sub> fixation by annual legumes. *Field Crops Research* 65: 211-228.
- Vollmann J, CN Fritz, H Wagentristsl & P Ruckebauer. 2000. Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:1300-1306.

## Diversität in der F<sub>5</sub> von dynamisch evolvierenden Weizen Composite Cross Populationen

Finckh, M.R.<sup>1</sup>, Steffan, P.<sup>2</sup> Brumlop, S.<sup>1</sup> und Goldringer, I.<sup>3</sup>

*Keywords: evolutionary breeding, modern landraces, gametic equilibrium, outcrossing*

### Abstract

*Three winter wheat composite cross (CC) populations were created in 2001 in the UK consisting either of 20 modern wheat parents (called A Population), a subset of 12 high quality parents (Q), or a subset of 9 high yielding parents (Y). Seed of the F<sub>4</sub> was transferred to the University of Kassel in 2005 and the populations were grown since then under organic and conventional conditions in well separated large (>100m<sup>2</sup>) plots in two parallel sets (12 populations total) without conscious selection applied. In the conventional system fungicides and insecticides were not applied to expose the populations to natural pest and disease pressure. Morphological diversity, diseases, and yield were assessed in the field every season. The parents and a total of 1379 single plants of 23 single seed progenies of the F<sub>5</sub> were tested in the laboratory for their combined resistance to three brown rust isolates. Only one progeny was homogenous in reaction, all others were mixtures of two to eight three-locus genotypes. Despite the supposed inbreeding structure of wheat one association in the Q progenies was random suggesting recent out-crossing. Thus, diversity and heterogeneity was still high in the F<sub>6</sub> with evidence that out-crossing still played a role and contributed to this heterogeneity.*

### Einleitung und Zielsetzung

Schon in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts setzte sich die Erkenntnis durch, dass Nutzpflanzen vielfältig sein müssen, um sich in Reaktion auf veränderliche Umweltbedingungen dynamisch anpassen zu können (Stevens 1942). Immer wieder haben deshalb Züchter gefordert, dass die Entwicklung von neuen Sorten anstatt auf der Reinlinienzucht auf Populationen basieren soll. Erforderlich sind Populationen, die zwar einheitlich für wichtige Eigenschaften, wie z.B. Abreifezeitpunkt und Qualität sind, aber vielfältig für die Eigenschaften, die zur Flexibilität gegenüber einer variablen Umwelt notwendig sind, wie zum Beispiel Resistenzen (Finckh, 2008). Eine solche Populationszüchtung wird als „evolutionäre“ Pflanzenzüchtung bezeichnet (Suneson 1956). Murphy et al. (2005) entwickelten dieses Konzept für den Ökologischen Anbau in den USA weiter in einen neuen Zuchtansatz, der zu so genannten „modernen“ Landrassen führt. Hierfür werden „Ramsche“, d.h. Kreuzungspopulationen aus einer Vielzahl von Eltern unter lokalen Bedingungen angebaut und bei Bedarf in einem partizipativen Prozess mit interessierten Landwirten weiterselektiert. In Europa wurden erste dynamisch evolvierende Winterweizenpopulationen 1986 in Frankreich hergestellt (Goldringer et al., 2001). Im Jahr 2001 wurden von Wolfe et al. (2006) drei Winterweizen-Evolutionsramsche (= Composite Crosses, CC) aus 9 Hohertragsorten (CC Y), 12 Qualitätssorten (CC Q) und allen 20 Elternlinien (CC A) hergestellt. Eine natürlich männlich sterile Linie wurde mit eingekreuzt, um Auskreuzungen in den ersten Generationen zu fördern. In England wurde ohne

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Uni Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 Witzenhausen, mfinckh@uni-kassel.de

<sup>2</sup> Keyserlingk-Institut, Rimpertsweiler 3, D-88682 Salem, psteffan@saatgut-forschung.de

<sup>3</sup> INRA, Moulon, F-91190 Gif sur Yvette, isa@moulon.inra.fr



bewusste Selektion bis zur  $F_4$  vermehrt. Langfristiges Ziel dieser Arbeit ist es, einerseits Populationen für die On-Farm Züchtung bereitzustellen. Andererseits soll erforscht werden, wie sich die unterschiedlichen Anbaubedingungen auf wichtige Eigenschaften für die weiterführende Züchtung auswirken. Dies sind z.B. Resistenzen gegen Krankheiten, Verhalten gegenüber Beikräutern, Nährstoffaneignungsvermögen.

Die CCs werden seit 2005 ( $F_5$ ) auch in Witzenhausen angebaut und befinden sich derzeit (2008-2009) in der  $F_8$ . Da Weizen ein Inzüchter ist, mit nur geringer aber variablen Auskreuzungsraten (Dreisigacker et al. 2005) stellt sich die Frage, ob und wie stark Auskreuzungen in den Populationen eine Rolle spielen. Wenn nur Selbstungen stattfänden, müsste die  $F_5$  mit weit über 90% homozygot sein. Dies kann durch die Untersuchung von Einzelpflanzennachkommenschaften auf Einheitlichkeit hin überprüft werden. Zu diesem Zweck insgesamt 23 Nachkommenschaften auf ihre Reaktion gegenüber drei Braunrostisolaten (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) hin untersucht.

## Methoden

Auf dem Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg werden die drei CCs in je zwei Wiederholungen ohne bewusste Selektion in mindestens 100 m<sup>2</sup> großen und 6 m von anderem Weizen entfernten Parzellen angebaut. Diese Parzellengröße stellt weitgehend sicher, dass die genetische Vielfalt in der Population repräsentiert wird und nicht durch zufällige Prozesse verloren geht. Befall, Ertrag und morphologische Parameter werden im Feld bonitiert.

Einzelpflanzen der  $F_5$  der drei CCs wurden geerntet und die Nachkommenschaften in Töpfen unter Zellophanthüten zum Schutz vor Infektion mit Rost oder Mehltau gezogen. Das erste voll entwickelte Blatt wurde in drei Teile zerschnitten und auf drei Petrischalen mit Wasseragar (5g Agar, 35mg Benzimidazol l<sup>-1</sup>) gelegt und mit je einem Braunrostisolat (Sporen mit Talcum 1:10 gemischt) inokuliert, nass gesprüht und bei 25°C und 18 h Licht/Tag inkubiert (Steffan, 2008). Nach acht Tagen wurden die Blattstücke anhand der Skala von Stakman et al. (1962) bonitiert. So wurden drei Resistenzreaktionen pro Pflanze bestimmt, was es ermöglichte bis zu 2<sup>3</sup>=8 unterschiedliche Phänotypen zu unterscheiden. Phänotypen von 23 Einzelpflanzennachkommenschaften mit je 9 bis 165 Individuen (total 1379 Pflanzen) wurden bestimmt. Ebenfalls wurden die Reaktionen von 19 der 20 ursprünglichen Kreuzungseltern bestimmt.

## Ergebnisse und Diskussion

Nur eine der 23 Einzelpflanzennachkommenschaften (CY-3 mit 71 Pflanzen) reagierte einheitlich gegenüber den Rostisolaten, d.h. alle 71 Pflanzen hatten denselben Resistenzphänotyp (Tab. 1). Alle anderen Nachkommenschaften bestanden aus zwei bis acht Phänotypen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Pflanzen in den Populationen auch in der  $F_5$  noch stark segregierten und auch Auskreuzung eine Rolle spielt. Ungefähr 1% der Pflanzen in der  $F_5$  war männlich steril.

Die hohe Diversität in allen außer einer Einzelpflanzennachkommenschaft legen nahe, dass ein hohes Maß an Auskreuzung in den Composite Cross Populationen stattfindet, wodurch neue Genotypen entstehen. Dies bedeutet, dass die CCs ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit haben sollten, eine Eigenschaft von hohem Interesse bei wenig vorhersagbaren Umweltbedingungen. Eine Überprüfung von Einzelpflanzennachkommenschaften in einer späteren Generation - bevorzugt mit neutralen genetischen Markern - ist notwendig, um den Beitrag der Auskreuzung besser quantifizieren zu können.

**Tabelle 1: Reaktion der Pflanzen aus Einzelpflanzennachkommenschaften gegenüber drei Braunrost Isolaten.**

Nachkommen-schaft	Anzahl Individuen	Resistenzphänotyp <sup>1</sup>								Anzahl Typen	
		RRR	RRA	RAR	ARR	RAA	ARA	AAR	AAA		
CA-1	71					16				55	2
CA-2	27	1	8		2		6	4	6	6	6
CA-3	64	11	4	1	7	2	9	6	24	8	8
CA-4	62	1		1	28	1		28	3	6	6
CA-5	9		5				4				2
CA-6	18	1	2	1		7	4		3	6	6
CA-7	41	3	5	6	2	2	3	6	14	8	8
CA-8	17	9			7			1		3	3
CA-9	37	9	18				7		3	4	4
CA-10	78	10	19	3	4	9	21	3	9	8	8
CA-11	36						1		35	2	2
CA-12	63					1	2	1	59	4	4
CQ-1	57	1	1		1	3	14	3	34	7	7
CY-1	22					1	2		19	3	3
CQ-2	36		12				24			2	2
CQ-3	63	15		1	27	1	4	1	14	7	7
CY-2	97				36		30	2	29	4	4
CY-3	71				71					1	1
CY-4	101		1		2	4	6	5	83	6	6
CY-5	165	63	1	4	52	1	10	12	22	8	8
CY-6	40						9		31	2	2
CY-7	133	55	2	2	6		65		3	6	6
CY-8	71		2		1	2	8		58	5	5

Z.B. RRA: Pflanzen waren Resistent gegenüber Isolat I und II und Anfällig gegenüber Isolat III

## Danksagung

Ein Teil dieser Arbeit wurde durch eine Short Term Scientific Mission der Europäischen COST Aktion SUSVAR von MF zu IG ermöglicht ([www.cost860.dk](http://www.cost860.dk)).

## Literatur

- Dreisgacker, S., Zhang M. L., Warburton M. L., Skovmand B., Hoisington D., Melchinger A. E.. Genetic diversity among and within CIMMYT wheat landrace accessions investigated with SSRs and implications for plant genetic resources management. Anonymous. Anonymous. *Crop Science* 45:653-661, 2005.
- Finckh M. R. (2008): Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture. *Eur.J.Plant Pathol.* 121:399-409.
- Goldringer I., Enjalbert J., David J., Paillard S., Pham J. L., Brabant P. (2001). Dynamic management of genetic resources: a 13-year experiment on wheat. In: Broadening the Genetic Base of Crop Production IPGRI/FAO: 245-260, 2001.
- Murphy K., Lammer D., Lyon S., Brady C., Jones S. S. (2005): Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renewable Agriculture and Food Systems* 20:48-55.
- Stakman E. C., Stewart D. M., Loegering W. Q. (1962): Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. *US Department of Agriculture Bulletin E 617*.
- Steffan P. (2008): Phenotypic Diversity and Heterozygosity in the F<sub>5</sub> of Three Wheat Composite Cross Populations. Diplomarbeit, Universität Kassel.
- Stevens N.E. (1942): How plant breeding programs complicate plant disease problems. *Science* 95: 313-316.
- Suneson C. A. (1956): An evolutionary plant breeding method. *Agronomy J.* 48:188-191.
- Wolfe M. S., Hinchcliffe K. E., Clarke S. M., Jones H., Haigh Z., Snape J., Fish L. (2006): Evolutionary breeding of wheat . In: *Proceedings of the COST SUSVAR workshop on Cereal Crop Diversity: Implications for Production and Products, 13-14 June 2006, La Besse, France*, H. Ostergaard, L. Fontaine (eds), Paris, France: ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique) S. 77-80.

## Österreichisches Projekt Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau: Ergebnisübersicht

Hartl, W.<sup>1</sup>, Berger, S.<sup>7</sup>, Birschitzky, J.<sup>4</sup>, Bistrich, H.<sup>4</sup>, Bürstmayr, H.<sup>6</sup>, Diethart, H.<sup>1</sup>,  
Flamm, C.<sup>2</sup>, Fleck, A.<sup>4</sup>, Friedel, J.K.<sup>6</sup>, Fuchs, F.<sup>3</sup>, Girsch, L.<sup>2</sup>, Grausgruber, H.<sup>6</sup>,  
Gollner, M.<sup>6</sup>, Hofer, M.<sup>1</sup>, Hrbek, R.<sup>6</sup>, Jakupaj, S.<sup>6</sup>, Huber, K.<sup>6</sup>, Kinastberger, A.<sup>7</sup>,  
Lafferty, J.<sup>4</sup>, Leonhardt, C.<sup>7</sup>, Löschenberger, F.<sup>4</sup>, Luftensteiner, H.<sup>2</sup>, Mechtler, K.<sup>2</sup>,  
Oberforster, M.<sup>2</sup>, Petrasek, R.<sup>1</sup>, Ratzenböck, A.<sup>7</sup>, Schulmeister, K.<sup>7</sup>, Schweiger, P.<sup>1</sup>,  
Vollmann, J.<sup>6</sup>, Weinhappel, M.<sup>2</sup>, Winkler, J.<sup>5</sup>, Zechner, E.<sup>7</sup>

*Keywords: breeding, cultivar, seed propagation, seed quality.*

### Abstract

*In the Austrian research project "Basic principles for breeding, multiplication and variety testing for organic agriculture" (from 2004 until 2008) novel methods for the assessment of the suitability of seed and cultivars for organic farming were developed and evaluated by an interdisciplinary co-operation of researchers, breeders and variety testers. Organic farming requires specific combinations of crop plant characters, especially seed health and resistance against seed-borne diseases. Another crucial feature is the competitive ability against weeds. Early development was found to significantly increase the competitiveness of different crop plants. Genotypic variation in characters necessary for an efficient utilisation of below-ground resources was also investigated, e.g. interrelations between root development and drought stress tolerance and between mycorrhiza formation and nutrient use efficiency. Based on the results obtained in various cultivar trials, it can be concluded that genotypes suitable for organic growing conditions may be pre-selected from early breeding material of conventional breeding programmes. The selected breeding material must subsequently be rigorously tested on organically managed fields starting from the first yield trials at the latest. The project results were communicated to farmers and advisors during field days and excursions. They will be applied in the breeding of new cultivars.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im biologischen Landbau sind die richtige Sortenwahl und die Verwendung von gesundem Saatgut von grundlegender Bedeutung. Bisher erfolgte die Sortenwahl überwiegend aus dem Sortiment der für die konventionelle Landwirtschaft entwickelten Sorten. Im Gegensatz zum Biolandbau finden dort allerdings chemisch-synthetische Betriebsmittel weitverbreitete Verwendung. Dadurch unterscheidet sich der Biolandbau gravierend von der konventionellen Landwirtschaft im Management der Unkrautunterdrückung, der Krankheits- und Schädlingsbekämpfung und der

<sup>1</sup>Bio Forschung Austria, Rinnböckstrasse 15, A-1110, Wien, Österreich, w.hartl@bioforschung.at

<sup>2</sup>Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstrasse 191, A-1226, Wien, Österreich, www.ages.at

<sup>3</sup>Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft,

<sup>4</sup>Saatzucht Donau, Saatzuchtstrasse 11, A-2301, Probstdorf, Österreich, www.saatzucht-donau.at

<sup>5</sup>Saatzucht Gleisdorf, Am Tieberhof 33, A-8200, Gleisdorf, Österreich, www.saatzuchtgleisdorf.at

<sup>6</sup>Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel Straße 33, A-1180, Wien, Österreich, www.boku.ac.at

<sup>7</sup>VFMG / Saatzucht Edelfhof, Edelfhof 1, A-3910, Zwettl, Österreich, www.saatzucht.edelfhof.at

Bodenfruchtbarkeit. Für eine gesteigerte Ertragssicherheit und Produktqualität im Biolandbau sind daher neue, an diese speziellen Anforderungen angepasste Sorten erforderlich.

Das Projekt diente der Schaffung wissenschaftlich fundierter Grundlagen für ein umfassendes Konzept zur gezielten Züchtung und Vermehrung geeigneter Sorten für den Biolandbau. Dies umfaßt auch eine Überprüfung der Methoden der konventionellen Züchtung in Hinblick auf ihre Anwendbarkeit für die Züchtung im biologischen Landbau und eine Neugewichtung der Selektionsmerkmale und -grenzen.

Saatgut ist das zentrale Betriebsmittel in der Pflanzenproduktion. Im biologischen Landbau ist natürlich hochwertiges Saatgut von besonderer Bedeutung, da wirksame Maßnahmen gegen Saatgutbefall durch Krankheitserreger nicht bzw. nur bedingt verfügbar sind. Die Qualität des Saatgutes umfasst die technische Qualität, die sich aus Fremdbesatz, Keimfähigkeit, Triebkraft, dem Gesundheitszustand des Saatgutes inklusive Verunreinigungen mit genetisch veränderten Organismen zusammensetzt, sowie die genetische Qualität mit den klassischen Sorteneigenschaften.

Gerade im biologischen Landbau sind diese beiden Komponenten möglichst nahe an das Optimum zu bringen. Um dies zu ermöglichen, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes die Qualität von Saatgut einer gesamtheitlichen Betrachtung unterzogen und auf Tauglichkeit für den biologischen Landbau bewertet.

Im vorliegenden Projekt wurden unter der Leitung und Koordination durch die Bio Forschung Austria in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Forschern, Züchtern und Sortenprüfern (1) neue Methoden für die Beurteilung der Eignung von Saatgut für den Biolandbau evaluiert und (2) Grundlagen für die Entwicklung von für den Biolandbau geeigneten Sorten erarbeitet.

## **Methoden**

Durch die im Projekt realisierte inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit sowie die Kombination verschiedener wissenschaftlicher Methodenansätze wurde einerseits dem ganzheitlichen Anspruch des biologischen Landbaus entsprochen und andererseits die Entwicklung und Evaluierung neuer Methoden für die Beurteilung der Eignung von Saatgut und Sorten für den biologischen Landbau durchgeführt.

Die Auswahl der im Projekt zu bearbeitenden Kulturarten wurde nach folgenden Kriterien getroffen: Kulturarten mit hohem Anteil in biologischen Fruchtfolgen (Getreide, Körnerleguminosen), Kulturarten mit hoher Wertschöpfung im Bio-Landbau (Ölkürbis, Kartoffel, Soja) sowie Kulturarten, bei denen österreichische Züchter bereits Aktivitäten zur Selektion von Sorten für die biologische Produktion gesetzt haben (Getreide).

Bezüglich der Repräsentativität der Versuchsstandorte und Regionen für die Sortenprüfung bzw. Saatgutvermehrung wurde auf die langjährigen Erfahrungen der Projektpartner zurückgegriffen. Neben den österreichischen Hauptproduktionsgebieten der untersuchten Kulturarten sowie unterschiedlichen Standorteigenschaften wurden z.B. auch Versuchsstandorte mit unterschiedlicher Stickstoff-Versorgung sowie Unkrautdruck ausgewählt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Selektionsmerkmale

Von den speziell für den Biolandbau notwendig gewordenen neuartigen Merkmalskombinationen kommt der Saatgutgesundheit und Resistenz gegenüber Krankheiten im Biolandbau eine vorrangige Bedeutung zu. Bei Getreide wurde der negative Einfluss von samenbürtigen Krankheiten auf die Keimfähigkeit, Keimlingsentwicklung und teilweise auch Ertragsbildung belegt. Sortenspezifische Resistenzen wurden teilweise identifiziert, jedoch wie im Fall von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) nur unzureichend im österreichischen Sortiment. Aktivitäten zum Einkreuzen von gewünschten Resistenzen waren nur teilweise erfolgreich. So führte bei Kartoffeln zum Beispiel das Einkreuzen von *Phytophthora*-Resistenz in sehr frühe Sorten gleichzeitig zu einer unerwünschten Verzögerung der Reifezeit.

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Biolandbau ist die relativ höhere Unkrautkonkurrenz. Die Ergebnisse zeigen allgemein die positive Wirkung einer zügigen Jugendentwicklung auf die Konkurrenzkraft der Sorten. Bei Ölkürbis ist dies noch durch die Fähigkeit, Bestandeslücken zu kompensieren und einen möglichst lange gesunden Blattapparat zu ergänzen. Bei Winterweizen ist, zusätzlich zur Entwicklungsdynamik in frühen Stadien, die Biomassezunahme und der Höhenwuchs im weiteren Verlauf für eine effiziente Unkrautunterdrückung ausschlaggebend. Zur Bewertung der Konkurrenzkraft gegenüber Unkraut ist allerdings noch Methodenentwicklung notwendig, wie zB. bezüglich Verwendung des natürlichen Unkrautbestandes versus Referenzunkraut und dessen Einbringung.

Sortenspezifische Variationen von für eine effiziente Nutzung von bodenbürtigen Ressourcen notwendigen Merkmalen wurden ebenfalls erhoben. So konnten ansatzweise Zusammenhänge zwischen Wurzeldynamik und Trockenstress-Toleranz sowie zwischen Mykorrhiza-Ausbildung und Nährstoffeffizienz aufgezeigt werden. Methodisch besonders schwierig erwiesen sich Freilanduntersuchungen zur Toleranz von Trockenstress sowie zur räumlichen und zeitlichen Entwicklung der Wurzeln. Parallel zu den vergleichenden Freilanduntersuchungen wurden daher zu diesen Themenkomplexen Labormethoden adaptiert und entwickelt, die für eine Vorselektion unter einer großen Anzahl von Genotypen geeignet sind. Für die nunmehr reduzierte Anzahl von Genotypen ist allerdings eine Evaluierung der Laborergebnisse unter Freilandbedingungen notwendig mit weiterer Methodenentwicklung.

### Züchtungsmethoden

Die Projektergebnisse zeigen weiters, dass für den Biolandbau geeignete Genotypen in frühen Generationen des Zuchtmaterials auf konventionellen Standorten vorselektiert werden können. Anschließend ist das Zuchtmaterial möglichst früh unter biologischen Anbaubedingungen umfassend zu prüfen. Dies muss spätestens ab der ersten Ertragsprüfung erfolgen, da besonders im Merkmal Ertrag große Unterschiede zwischen konventionellen und biologischen Standorten in der Rangreihung von Genotypen innerhalb einiger Kulturarten erhoben wurden. Parallel dazu sollten auch diverse kulturartenspezifische Qualitätsparameter mit erfasst werden.

Die Wahl von konventionellen Standorten als primäre Selektionsstandorte ist hauptsächlich durch die momentane Praxis und aus wirtschaftlichen Überlegungen (zB. Herbizideinsatz) begründet. Für Soja zB. erwiesen sich Biostandorte aufgrund bodenbiologischer (zB. bessere Entwicklung der Knöllchenbakterien) und bodenchemischer (zB. niedrigere Gehalte an mineralischem Stickstoff) Merkmale als bessere Selektionsstandorte für das in Österreich maßgebliche Qualitätsmerkmal, den Rohprotein-Gehalt. Auch auf biologisch bewirtschafteten Flächen können bei

sorgfältiger Standortwahl Versuche mit einer ähnlich hohen Ergebnisgenauigkeit durchgeführt werden wie auf konventionellen Flächen.

### **Saatgut-Vermehrung**

Die Datenbankauswertung der Bio-Vermehrungsbestände und der Bio-Saatgutpartien der letzten neun Jahre zeigte, dass z.B. die im Laufe der Jahre gesteigerte Kontaminierungsrate bei Sommergersten-Vermehrungsflächen nicht nur bei Flugbrand (*Ustilago nuda*), sondern auch bei Streifenkrankheit (*Drechslera graminea*) der Gerste durch benachbarte Konsumbestände auftrat und auch hier eine „Nachbarfeldregelung“ bezüglich der Befallshöhe mit dieser Pflanzenkrankheit nötig macht. Auch Weizensteinbrand und Zwergsteinbrand werden von angrenzenden Konsumbeständen in gesunde Vermehrungsbestände übertragen. Im Gegensatz dazu führte ein Besatz von Getreide mit Unkräutern nur selten zu einem Ausscheiden von Biosaatgutpartien. Dadurch ist klar ersichtlich, dass mit den Mitteln der biologischen Landwirtschaft und der Saatgutaufbereitung und deren richtiger Anwendung ein Aufkommen von Problemunkräutern, verursacht durch verunreinigtes Saatgut, in Bio-Beständen vermieden werden kann.

### **Schlussfolgerungen**

Durch Entwicklung von Vorbeugestrategien, Einsatz von Z-Saatgut und bessere Planung in den Vermehrungsregionen, intensive Beratung, Änderungen von rechtlichen Rahmenbedingungen sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene sollten sowohl eine Verbesserung der Saatgutqualität als auch höhere Anerkennungsraten bei Bio-Saatgut erreicht werden. Dadurch könnten die Versorgungssicherheit gewährleistet und die Wirtschaftlichkeit der Ware Saatgut verbessert werden.

Der Erhalt von Pflanzengesundheit im Biologischen Landbau erfordert eine ganzheitliche vorausschauende Herangehensweise. Diese umfasst nicht nur das Verstehen von ökologischen Systemen, sondern beinhaltet auch gezielte Sortenzüchtung für den Bio-Landbau sowie rechtliche, infrastrukturelle und kulturelle Rahmenbedingungen als Basis für eine wirtschaftliche und sichere Produktion von Saatgut und Lebensmitteln.

### **Danksagung**

Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie den Bundesländern sei für die Finanzierung der im Rahmen des Projekts 1315 „Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau“ durchgeführten Arbeiten gedankt.

## Kriterien zur Stickstoffeffizienz moderner Winterweizensorten und deren Eignung für low-input Anbausysteme

Schneider, D.<sup>1\*</sup>, Charles, R.<sup>2</sup> und Mascher, F.<sup>1</sup>

*Keywords: winter wheat, nutrient use efficiency, low input agriculture, breeding*

### Abstract

*Nitrogen deficiency is one of the most important reasons for reduced quality and yield stability in wheat production under low-input conditions. The present project intends to develop criteria allowing to find varieties that are adapted for low-input agricultural conditions. Therefore, yield and nitrogen uptake and use dynamics of eleven modern wheat varieties have been studied under low and high input conditions on a long term field experiment in Changins. This preliminary report shows that nitrogen efficiency defined as yield per available nitrogen is a useful criterion to distinguish nutrient efficiency under high nitrogen conditions but not when nitrogen is lacking. In further studies we will focus on backing quality as a potential indicator for nitrogen efficiency at low nitrogen conditions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Eine ungenügende Stickstoffversorgung beeinträchtigt die Qualitäts- und Ertragsstabilität des Weizens in Anbausystemen mit niedrigen externen Einträgen (low-input Systeme), wie zum Beispiel im Biolandbau oder im Extensio-Anbau (Glass, 2003). Neben Fruchtfolgen mit Leguminosen und Anbaumethoden, die den Humusgehalt des Bodens und die Stickstoffverfügbarkeit fördern, stellen angepasste, effiziente Weizensorten einen wichtigen Faktor für den Anbauerfolg dar.

Während des frühen Pflanzenwachstums wird der Stickstoff in den vegetativen Pflanzenteilen zwischengelagert. Nach der Blüte wird ein Teil dieses Stickstoffs mobilisiert und im sich entwickelnden Korn in Form von Proteinen deponiert. Je nach Sorte stellt dieser mobilisierte Stickstoff 60 bis 95% des gesamten Körnerstickstoffs dar (Barbotin et al. 2005). Die Stickstoffeffizienz einer Sorte ist das Verhältnis von Körnertrockenmasse zu vorhandenem Stickstoff im Boden (Moll et al., 1982) und beruht auf (1) der Fähigkeit der Pflanze Stickstoff aus dem Boden aufzunehmen sowie (2) der Fähigkeit der Pflanze diesen Stickstoff in die Körner einzulagern (Léa et al., 2006). Diese Merkmale der Pflanzen sind teilweise genetisch bestimmt und können im Weizen züchterisch bearbeitet werden (Le Gouis et al., 2000).

In der vorliegenden Arbeit wird die Stickstoffeffizienz von 11 modernen, europäischen Weizensorten unter extrem geringen und hohen Stickstoffbedingungen ermittelt. Dies erlaubt es, die Eignung dieser Sorten für low-input Anbausysteme zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sollen Kriterien für die Züchtung geeigneter Sorten entwickelt werden.

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Züchtung und genetische Ressourcen, rte de Duillier, 1260, Nyon, Schweiz, fabio.mascher@acw.admin.ch, <http://www.acw.admin.ch>

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Ackerbau, rte de Duillier, 1260, Nyon, Schweiz, raphael.charlesr@acw.admin.ch; raphael.charles@acw.admin.ch, <http://www.acw.admin.ch>

\*Neue Adresse: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, david.schneider@ipw.agrl.ethz.ch, <http://www.ethz.ch>

## Methoden

Die verwendeten Weizensorten werden in Tabelle 1 vorgestellt. Der Versuch wurde 2006 und 2007 auf einem Langzeitexperiment der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil in Changins angelegt. Diese Langzeitstudie wurde 1976 begonnen, um die Auswirkungen organischer und mineralischer Düngung auf Boden und Pflanzen zu untersuchen. Die Versuchsanordnung ist ein Split-Split Plot mit 6 verschiedenen organischen Düngungsverfahren als Hauptplots und 4 mineralischen Düngungsstufen als Subplots (Vullioud et al., 2006). Die 11 Weizensorten wurden als Sub-subplot in Mikroparzellen auf 1.5 x 3 m ausgesät. Stickstoffgehalte wurden im Stroh am Anfang der Blüte (BBCH 61) und bei Vollreife im Stroh und im Korn ermittelt. Der Kornertrag wurde während der Ernte erhoben.

Die Varianzanalyse (ANOVA) wurde für jedes Jahr separat ausgeführt. Unterschiede zwischen den Düngungsverfahren und den Sorten wurden mittels der geringsten gesicherten Differenz (LSD) verglichen, wenn der *F*-test der ANOVA statistisch signifikant war.

**Tabelle 1: Namen und Herkünfte der verwendeten Weizensorten**

Sorte	Züchter	Herkunft	Einschreibung*	Qualitätsklasse**
Arina	Agroscope/DSP	Schweiz	1981	1
Aszita	Peter Kunz	Schweiz	2005	2
Caphorn	Florimont Desprez	Frankreich	2001	2
Ephoros	Strube	Deutschland	2004	2
Farandole	Agri Obtentions	Frankreich	1999	2
Pegassos	Strube	Deutschland	1994	2
Pireneo	Saatzucht Donau	Österreich	2005	2
Tapidor	Serasem	Frankreich	2002	2
Titlis	Agroscope/DSP	Schweiz	2005	TOP
Toras	Saatzucht Hadmersleben	Deutschland	2004	2
Zinal	Agroscope/DSP	Schweiz	2003	1

Einschreibung in den nationalen oder europäischen Sortenkatalog

\*\* Einteilung gemäss Schema '90 (Saurer et al., 1990).

## Ergebnisse und Diskussion

Sämtliche geprüften Winterweizensorten sind für den Extensioanbau in der Schweiz geeignet und stammen aus Westeuropa. Entsprechend der Vielfalt der Sorten zeigten sie deutlich unterschiedliche Kornerträge (Abb. 2A und B). Die Dynamik der Stickstoffaufnahme und -verwendung wurde durch Analysen des N-Gehaltes des Strohs zu Beginn der Blüte (Abb.1) und bei Vollreife des Korns jeweils unter niedriger (Abb. 2A) und hoher Stickstoffgabe (Abb. 2B) beschrieben. Das Stroh aller Sorten enthält gleich viel oder mehr Stickstoff vor der Blüte als bei der Ernte. Diese Dynamik wurde bereits von anderen Autoren (Ortiz-Monasterio et al., 1997; Cox et al., 1985) beschrieben.

Die Bodenfruchtbarkeit, resp. die N-Verfügbarkeit beeinflusst in bedeutendem Masse den Stickstoffgehalt und die Stickstoffeffizienz der Weizenotypen. Die Wechselwirkung zwischen organischer Düngung (O) und Sorte (S) (Tab. 2) zeigt, dass der Körnerertrag bei bestimmten Sorten durch die Bodenfruchtbarkeit (hier organische Düngung) positiv beeinflusst wird. In der Stickstoffaufnahme bei der Blüte unter stickstoffarmen Bedingungen weisen die Sorten kaum Unterschiede auf. Bei Vollreife konnten Unterschiede im Körnerertrag, jedoch nicht in der Stickstoffaufnahme festgestellt werden (Abb. 2A). Erst bei hoher



Stickstoffverfügbarkeit können Unterschiede in der N-Effizienz und N-Ausnutzung festgestellt werden (Abb. 2B). Basierend auf der Definition von Stickstoffeffizienz als Verhältnis von Korntrockengewicht und verfügbarem Stickstoff (Moll et al., 1982) konnten diese Unterschiede statistisch untermauert werden (Tab. 2).

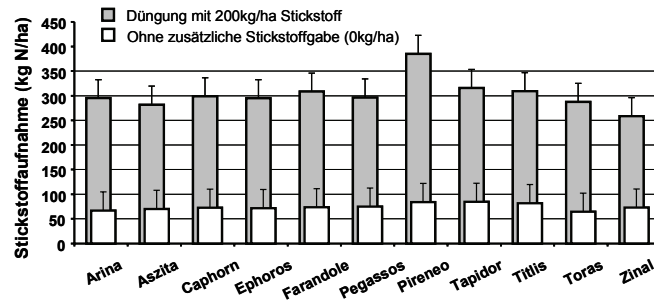


Abbildung 1: Stickstoffaufnahme der Pflanze bei der Blüte. Balken geben die LSD an.

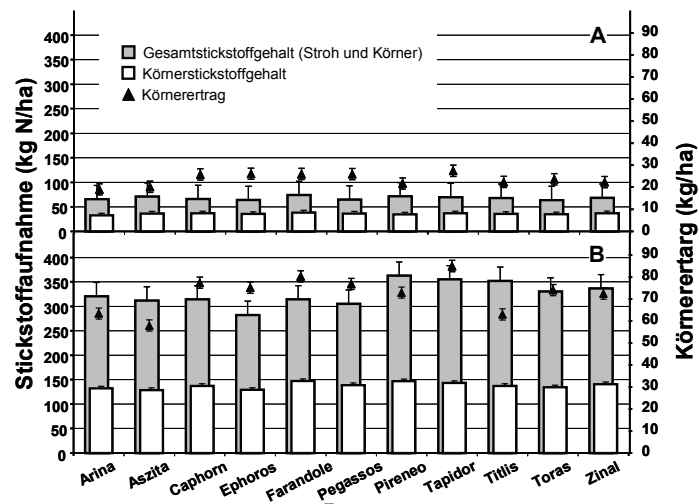


Abbildung 2: Gesamtstickstoffgehalt und Kornstickstoffgehalt bei der Ernte und Körnerertrag. Oben ohne Stickstoffdüngung (A), unten mit 200 kg N/ha (B)

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Kriterium „Stickstoffeffizienz nach Moll“ am besten unter hohen Stickstoffgaben angewendet werden kann. Es ist jedoch als Züchtungsmerkmal für low-input Sorten ungeeignet. Weitere Untersuchungen werden sich mit der Stabilität der Backqualität der Sorten als Züchtungskriterium befassen.

**Tabelle 2: Statistische Signifikanz der Versuchsfaktoren und ihre Wechselwirkungen auf Ertrag und Kriterien der Stickstoffeffizienz**

Faktor	Körnerertrag	N - Effizienz nach Moll	N - Ausnützung
Organische Düngungsverfahren - O	**	**	0.37
Mineralische Düngungsverfahren - M	**	**	**
Sorten – S	**	**	**
O X M	0.11	**	0.13
O X S	**	**	0.07
M X S	**	**	*
O X M X S	0.99 / 0.99	0.79	0.24

Signifikanz-Niveaus: \* P &lt; 0.05 und \*\* P&lt;0.01

### Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen der COST Aktion 860 SUSVAR erstellt. Wir danken dem Staatssekretariat für Bildung und Forschung für die Unterstützung. Die Beiträge von Dario Fossati, Mélanie Locu, Vincent Bovet und Evin Danisman zur Versuchsplanung, -durchführung und -auswertung seien hier dankend erwähnt.

### Literatur

- Barbottin A., Lecomte C., Bouchard,C., Jeuffroy,M.H. (2005): Nitrogen remobilization during grain filling in wheat: Genotypic and environmental effects. *Crop Sci* 45:1141-1150.
- Cox M.C., Qualset C.O., Rains, D.W. (1985): Genetic Variation for Nitrogen Assimilation and Translocation in Wheat. II. Nitrogen Assimilation in Relation to Grain Yield and Protein. *Crop Sci* 25:435-440.
- Glass A.D.M. (2003): Nitrogen Use Efficiency of Crop Plants: Physiological Constraints upon Nitrogen Absorption. *Crit Rev Plant Sci* 22:453-470.
- Léa P.J., Azevedo R.A. (2006): Nitrogen use efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. *Ann Appl Biol* 149:243-247.
- Le Gouis J., Beghin D., Heumez E., Pluchard P. (2000): Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilisation efficiencies in winter wheat. *Eur J Agron* 12:163-173.
- Moll R.H., Kamprath E.J., Jackson W.A. (1982): Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agron J* 74:562-564.
- Ortiz-Monasterio J.I., Sayre K.D., Rajaram S., McMahon M. (1997): Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Sci* 37:898-904.
- Saurer W., Achermann J., Tièche D., Rudin P.M., Mändli K. (1991): Das Bewertungsschema 90 für die Qualitätsbeurteilung von Weizenzüchtungen. *Landwirt. Schweiz* 4:55-57.
- Vullioud P., Neyroud J.A., Mercier E. (2006). Efficacité de différents apports organiques et d'un engrais minéral azoté à Changins (1976-2004). *Revue suisse Agric.* 38 :173-183.

# Pflanzengesundheit

## Schädlingsprognose mit SOPRA als Entscheidungshilfe im Bioobstbau

Samietz, J., Graf, B., Höhn, H., Schaub, L. und Höpli, H.U.<sup>1</sup>,

*Keywords: phenology, model, forecasting, decision support system, temperature*

### Abstract

*The forecasting tool SOPRA has been developed with the objective to optimize timing of monitoring and control measures of insect pests in fruit orchards. Phenology-models were developed driven by solar radiation, air temperature and soil temperature on hourly basis including simulation of characteristic habitat conditions for *Dysaphis plantaginea*, *Hoplocampa testudinea*, *Cydia pomonella*, *Grapholita lobarzewskii*, *Cacopsylla pyri*, *Rhagoletis cerasi*, *Anthonomus pomorum* and *Adoxophyes orana*. On base of local weather data, age structure of pest populations is simulated and crucial events for management in organic and integrated production are announced. Through a web-interface, the simulation results are made available to consultants and growers ([www.sopra.info](http://www.sopra.info)). As timing of monitoring and management are especially important in organic growing, SOPRA is applied as decision support system (DSS) for major insect pests of organic fruit orchards in Switzerland.*

### Einleitung und Zielsetzung

Gezielte Überwachung und gezielter Einsatz von spezifischen, Nützlinge schonenden und umweltfreundlichen Pflanzenschutzmitteln erfordert insbesondere im Biolandbau eine sehr gute Kenntnis des genauen Entwicklungsstandes der jeweiligen Schädlinge. Solche Kenntnisse über die Phänologie der Schädlinge können mit Prognosemodellen simuliert werden. Allerdings waren die entsprechenden Modelle in der Vergangenheit zu heterogen oder kompliziert für die direkte Nutzung durch Berater und Produzenten oder schlichtweg nicht zugänglich für den potentiellen Anwender. Vor diesem Hintergrund werden an der Forschungsanstalt ACW seit den neunziger Jahren Grundlagen für die Schädlingsprognose im Schweizer Obstbau erarbeitet. Mit ursprünglichem Fokus auf Apfel wurde unter dem Akronym SOPRA (Schad-Organismen-PRognose auf Apfel) ein umfassendes Prognosewerkzeug erstellt und auf dem Internet seit 2008 für 8 Schädlingsarten unter [www.sopra.info](http://www.sopra.info) verfügbar gemacht. Ziel bei der Entwicklung von SOPRA war es, neben der Vorhersage des zeitlichen Auftretens der Entwicklungsstadien auch umfassende Informationen über die Schädlinge selbst, stadienspezifische Behandlungsempfehlungen für den Bioobstbau und Integrierte Produktion, sowie auf die Phänologie abgestimmte, konkrete Entscheidungshilfen für den Anwender zur Verfügung zu stellen.

### Methoden

Der mathematische Ansatz der für SOPRA erstellten Modelle nutzt die stadienspezifischen Beziehungen zwischen Entwicklungsrate pro Zeiteinheit und der Körpertemperatur und besteht, vereinfacht gesagt, in einer Aneinanderreihung von Differenzialgleichungen, welche die relative Altersstruktur in den Insektenpopulationen beschreiben, so genannten "Time-varying distributed delays" (Manetsch 1976). Für jede Stunde im laufenden Jahr wird auf Grundlage der Lufttemperatur,

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil, [joerg.samietz@acw.admin.ch](mailto:joerg.samietz@acw.admin.ch)

Bodentemperatur und Sonnenstrahlung als Basisparameter berechnet, wie viele Individuen eine bestimmte Altersklasse innerhalb der Entwicklungsstadien verlassen und in die nächste aufsteigen. Mit dieser Methode lassen sich für jedes Stadium der einzelnen Arten neben der Beziehung zwischen Temperatur und Entwicklungsrate auch deren spezifische Variabilität in die Modellierung der Phänologie einbeziehen. Letzteres ermöglicht überhaupt erst die Nachbildung eines überlappenden Stadienverlaufs über das Jahr – sowie entsprechende Schussfolgerungen zum Pflanzenschutz – und stellt damit einen entscheidenden Vorteil im Vergleich zu einfachen Temperatursummenmodellen dar.

Die zugrunde liegende Beziehung zwischen Entwicklungsrate und Temperatur muss für jedes relevante Stadium im Lebenszyklus der einzelnen Schädlingsarten in aufwendigen Laborversuchen bestimmt werden. Viele hundert Individuen werden dabei unter genau regulierten Bedingungen einer Reihe von konstanten Temperaturen in Klimakammern ausgesetzt, und täglich wird die Entwicklung einzeln für jedes Tier verfolgt. Besonders wichtig für die Modellierung der Phänologie sind dabei die Stadien nach einer zwangsweisen Winterruhe, der Diapause. Insbesondere für diese Stadien wurden bei allen in SOPRA integrierten Modellen Versuche bei mindestens vier konstanten Temperaturen durchgeführt. Bei der Reproduktion und der Lebensdauer ergeben sich dabei abweichend von den anderen Entwicklungsvorgängen nicht-lineare Beziehungen zwischen Entwicklung und Temperatur, die entsprechend umgesetzt werden müssen (z.B. Graf et al. 2001).

Als Grundlage für alle in den Modellen verwendeten Habitatterperaturen dienen die Lufttemperatur (2 m), die Sonnenstrahlung, sowie die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe. Diese Parameter werden von sehr präzisen automatischen Klimastationen bezogen. Derzeit werden 14 MeteoSchweiz-Stationen genutzt, um die verschiedenen für den Schweizer Obstbau bedeutsamen klimatischen Regionen abzudecken. In vielen Fällen kann für die Modellierung der Phänologie die Lufttemperatur als Basis für die Berechnung der Entwicklung genutzt werden. Allerdings verfügen Insekten über Verhaltensmechanismen zur Thermoregulation oder können durch Wahl des Mikrohabitats oder Ausrichtung zur Sonne ihre Körpertemperatur beträchtlich beeinflussen. Solche Habitatwahl muss bei der Phänologiemodellierung mit berücksichtigt werden und die Habitatbedingungen werden in SOPRA unter Nutzung der o.g. Parameter entsprechend berechnet (Samietz et al. 2007).

### **Ergebnisse und Diskussion**

SOPRA stellt ein flexibles Werkzeug zur zeitlichen Optimierung von Überwachungs- und Bekämpfungsmassnahmen im Obstbau dar. Bisher wurden Phänologiemodelle für acht Arten erstellt, validiert und auf dieser Basis in das Entscheidungshilfesystem SOPRA integriert (Tabelle 1). Die während der Saison wenn nötig täglich aktualisierten Simulationsergebnisse werden den Benutzern als ein umfassendes Beratungsinstrument über das Internet zur Verfügung gestellt. Die Verwendung der langjährigen Mittel für die Projektion in SOPRA bietet einen grossen Vorteil gegenüber anderen Systemen oder Temperatursummen. Benutzer können bereits Monate im voraus erfahren, mit welchen Ereignissen bei durchschnittlicher Witterung zu rechnen ist. Je näher die Vorhersage am aktuellen Datum ist, um so präziser wird sie.

Den Einstieg in die Webseite bietet dabei eine digitale Schweizerkarte mit den farblich umgesetzten klimatischen Regionen, für die jeweils eine entsprechend repräsentative MeteoSchweiz-Station verfügbar ist. Klickt man nun auf dieser Karte auf einen gewünschten geographischen Punkt, so wird man direkt zur tabellarischen Übersicht aller Schädlinge am jeweiligen Ort und für den aktuellen Zeitraum geführt (Abb. 1 A). Diese wie auch alle anderen tabellarischen Übersichten beinhalten in den für die einzelnen Tage stehenden Kästchen immer den selben Farbcode mit Blau für

Überwachung und Rot für Bekämpfungsmassnahmen in der integrierten Produktion und im Biolandbau (vergl. Tabelle 1). Dunkelblau und Dunkelrot stehen dabei für die jeweiligen optimalen Zeiträume für die Pflanzenschutzmassnahmen. Zusätzlich werden in Hellblau und Hellrot Vor- und Nachwarnperioden angezeigt. Damit wird auf anstehende Ereignisse hingewiesen und es werden Zeiträume gekennzeichnet, in den die allfälligen Massnahmen ggf. schon oder noch ausgeführt werden können. Alle Tabellen lassen sich mit einem dynamischen Scrollbalken entlang der Zeitachse verschieben und entweder im Detail oder im Überblick betrachten.

**Tabelle 1: In SOPRA bis 2008 implementierte Arten mit Beispielen für vorhergesagte Überwachungs- und Bekämpfungsmassnahmen im Bioobstbau**

Art	Kultur	Terminierung Überwachung (Bspl.)	Terminierung Bekämpfung (Bspl.)
Apfelwickler <i>Cydia pomonella</i>	Apfel	Pheromonfallen, visuelle Kontrollen Eiablage und Einbohrungen	Pheromonverwirrung, Granuloseviren, Spinosad als Larvizid
Kleiner Fruchtwickler <i>Grapholita lobarzewskii</i>	Apfel	Pheromonfallen, visuelle Kontrolle Einbohrungen	Pheromonverwirrung, Spinosad als Larvizid
Mehlige Apfelblattlaus <i>Dysaphis plantaginea</i>	Apfel	visuelle Kontrollen vor Blüte und nach Abschluss 1. Generation	Vorblütebehandlung Neem
Apfelsägewespe <i>Hoplocampa testudinea</i>	Apfel	Installation Weissfallen	Nachblütebehandlung Quassia
Apfelblütenstecher <i>Anthonomus pomorum</i>	Apfel	Installation Shelter-Traps, Klopfproben	Spinosad bei Beginn Eiablage
Schalenwickler <i>Adoxophyes orana</i>	Apfel, Kirsche	Pheromonfallen, visuelle Kontrollen an Blütenbüscheln, bzw. Langtrieben	Pheromonverwirrung, Granuloseviren, Spinosad als Larvizid
Birnblattsauger <i>Cacopsylla pyri</i>	Birne	Klopfproben, visuelle Kontrollen an Blütenbüscheln, bzw. Langtrieben	Kaolinbehandlung vor Eiablage im Frühjahr
Kirschenfliege <i>Rhagoletis cerasi</i>	Kirsche	Installation Gelbfallen	Gelbfallen für Massenfang

Von der tabellarischen Übersicht aller Schädlinge am jeweiligen Ort gelangt man durch anklicken eines Kästchens zur detaillierten Prognose der Phänologie für die entsprechende Art am gewählten Tag (Abb. 1 B). In dieser Ansicht ist links der relative Verlauf der einzelnen Stadien graphisch dargestellt, auf der rechten Seite wird die Phänologie interpretiert und es werden Entscheidungshilfen gegeben. Diese sind in Überwachung und Bekämpfung getrennt und mit den Informationen zu den einzelnen Arten direkt verlinkt, wo sich der Nutzer zusätzliche Information sowie Bildmaterial einholen kann.

SOPRA bietet ein umfassendes, leicht verständliches und jederzeit zugängliches Informationssystem für Produzenten und Berater. Damit kann SOPRA die Effizienz der Schädlingsüberwachung im Bioobstbau entscheidend verbessern sowie zur effektiven, weil zeitlich optimierten Anwendung von spezifischen Pflanzenschutzmitteln beitragen. Zudem ist das System erweiterungsfähig und kann sukzessive um weitere wichtige Arten ergänzt werden.

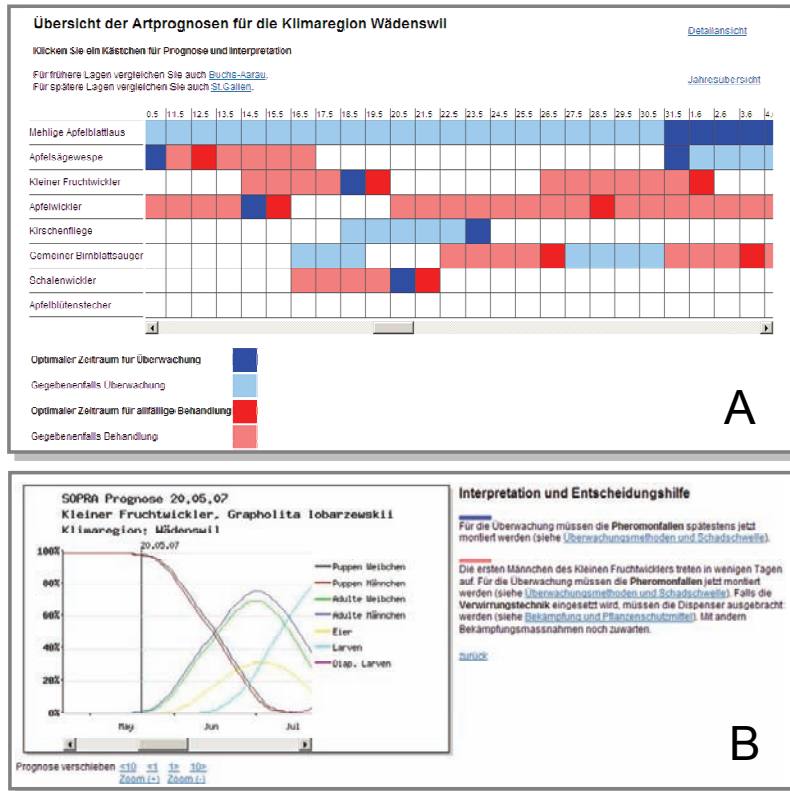


Abb. 1. Ausgewählte Screenshots der Internetanwendung von SOPRA. (A) Übersichtstabelle der Arten mit Warnstufen in einer bestimmten Region, (B) Graphische Darstellung der Phänologie einer Art mit Interpretation und Entscheidungshilfe für das entsprechende Datum.

Literatur

Graf B., Höhn H., Höpli H.U. (2001): The apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*: Temperature effects on adult life-span and reproduction. *Entomol. Exp. Appl.* 98: 377-380

Manetsch T.J. (1976): Time-varying distributed delays and their use in aggregative models of large systems. *IEEE Trans. Systems, Man, Cybern.* 6: 547-553.

Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L., Höpli H.U. (2007): Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 37:

## Zikadenschäden im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau: Interaktive Lösungsansätze von Wissenschaft, Beratung und Bauern

Nickel, H.<sup>1</sup>, Blum, H.<sup>2</sup>, Jung, K.<sup>3</sup>, Dercks, W.<sup>4</sup>, Neuber, M.<sup>4</sup>, Planer, J.<sup>5</sup>, Pude, R.<sup>5</sup>

*Keywords: biological pest control, medical herbs and spices, leafhoppers*

### Abstract

*Leafhopper stippling damages in cultures of medical herbs and spices are increasing since the mid 1990s in various parts of Central Europe. We launched a project within the frame of the Federal Programme for Organic Farming (BÖL) in order to gain information on the taxonomic status of the pest, as well as its basic biology and current distribution. In addition to this we tested whether cicads could be controlled by organic insecticides such as azadirachtin, pyrethrum and quassia, and by entomopathogenic fungi as biological control agents.*

*We found stippling damages of varying extent in nearly all fields under study. The pest has been identified as a complex of species belonging to cicadellids of the subfamily Typhlocybinae. These cicads have feeding mechanisms that differ from the widely-known "hopper burn" on vegetables and grapevine caused by other cicads. Locally we found high cicad mortality in field populations caused by Entomophthorales and insect parasitoids. Our insecticide tests indicate that the investigated cicades can be partly controlled by Quassia and the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*.*

### Einleitung

Seit den 1990er Jahren mehren sich in ganz Mitteleuropa die Meldungen von Zikadenschäden im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. Betroffen sind nahezu alle aromatischen Lippenblütler (*Lamiaceae*), insbesondere die wirtschaftlich bedeutsamen Arten Salbei (*Salvia officinalis*), Oregano (*Origanum vulgare*), Melisse (*Melissa officinalis*), Minze (*Mentha* spp.) und Thymian (*Thymus vulgaris*) (Bouillant et al. 2004, Mittaz et al. 2001, Wyss & Daniel 2003). Zeitgleich wurde von Biologen eine Ausbreitung südlicher Zikadenarten beobachtet, die mittlerweile bis England, Dänemark und Süd-Finnland reicht (Nickel & Holzinger 2006, Nickel 2003).

Von ÖKOPLANT e.V., dem Förderverein für ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, wurde daraufhin im Rahmen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau (BÖL) ein Kooperationsprojekt konzipiert (FKZ 06OE033), welches versucht, durch den gegenseitigen Austausch zwischen Praxis und Wissenschaft in Kombination mit grundlagenorientiertem sowie angewandtem Forschungs- und Versuchswesen möglichst kurzfristig zu Lösungsstrategien zu kommen. Als Instrument von zentraler Bedeutung dienen Betriebsbesuche der Wissenschaftler, um (i) den Befall durch Zikaden sowie verschiedene Aspekte ihrer

---

<sup>1</sup> Universität Göttingen, Institut für Zoologie, Abt. Ökologie, Berliner Str. 28, D-37073 Göttingen, hnickel@gwdg.de

<sup>2</sup> Ökoplant e.V., Himmelsburger Str. 95, D-53474 Ahrweiler

<sup>3</sup> Julius-Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstr. 243, D-64287 Darmstadt

<sup>4</sup> Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Gartenbau, Leipziger Str. 77, D-99085 Erfurt

<sup>5</sup> Universität Bonn, Lehr- und Forschungsstationen Klein-Altendorf, D-53359 Rheinbach



Biologie zu erfassen und (ii) um Kommunikation zwischen Theorie und Praxis sowie (iii) eine Vorab-Validierung potentieller Regulierungsmaßnahmen auf den Höfen zu realisieren.

Unter der Projektleitung der Universität Bonn übernimmt die Universität Göttingen das Aufgabenfeld der biologischen Grundlagenforschung zu den Schädlingen sowie, in Zusammenarbeit mit Ökoplant, eine bundesweite Befallserfassung auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Grundlagen zur Regulierung der Schädlinge bearbeitet das Institut für biologischen Pflanzenschutz des JKI Darmstadt mit eigens angelegten Zuchten in Modellversuchen sowie auf einem Praxisbetrieb. Ausführliche Versuchsreihen zur Regulierung im Feldversuch (Universität Bonn, Ökoplant, Praxisbetrieb), im Unterglasanbau (Fachhochschule Erfurt) und zur Produktqualität (Ökoplant, Universität Bonn) bilden weitere Arbeitsschwerpunkte.

### Erste Projektergebnisse

#### (i) Befallserfassung

Auf Begehungen von inzwischen mehr als 20 Betrieben wurde der Zikadenbefall erfasst, Arten bestimmt und Kenngrößen des Anbaus protokolliert, u.a. geographische Lage, Nähe der Kulturen zu wild wachsenden Wirtspflanzen von Zikaden und besonders die räumliche Lage der betrieblichen Flächen zueinander, mit ihren verschiedenen Kulturpflanzen und Altersstadien, welche entscheidend sein können für Besiedlung und Wiederbesiedlung geschnittener oder neu angelegter Kulturen. Deutlich wurde hier

- dass Zikaden auf ausnahmslos allen Betrieben zu finden sind, dass sie jedoch häufig – selbst bei hohen Dichten – nicht als Schädlinge von den Erzeugern wahrgenommen werden,
- dass es sich beim Schädling nicht um eine einzige Zikadenart, sondern um einen Komplex aus mehreren Arten handelt, die oligophag oder polyphag an Lippenblütlern, Korbblütlern und z.T. auch Angehörigen weiterer Pflanzenfamilien leben. Hauptschädlinge sind *Eupteryx atropunctata*, *Eu. decemnotata*, *Eu. melissae* und *Emelyanoviana mollicula* (Schwarzpunkt-, Ligurische, Eibisch- und Schwefelblattzikade),
- dass sich die hier festgestellten Tüpfelschäden prinzipiell von dem im Gemüse- und Weinbau bekannten „Zikadenbrand“ unterscheiden und auf ausgesaugte Zellen im assimilierenden Palisaden- und Schwammparenchym zurückzuführen sind und
- dass entomopathogene Pilze (*Entomophthorales*) und Insekten-Parasitoide, insbesondere *Dryinidae* (Zikadenwespen) lokal eine Rolle für die Mortalität der Zikaden spielen. In einem beobachteten Fall führte ein Auftreten von *Entomophthorales* sogar zu einem Zikaden-Massensterben.

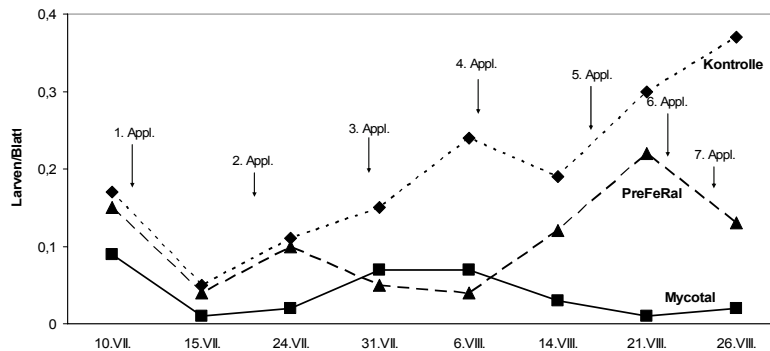
#### (ii) Kommunikation

Während der Betriebsbesuche erfährt die Betriebsleitung Grundlagen über die Biologie der Schädlinge, die Schadsymptome sowie die Überwinterungs- und Ausbreitungsdynamik. Dabei wird besonderer Wert auf die örtlichen und betriebsspezifischen Gegebenheiten gelegt, da die räumliche Anordnung der Kulturen zueinander die Populationsdynamik der Zikaden und damit das Schadensausmaß steuern. Umgekehrt erfahren Wissenschaft und Beratung Details zum Schadensausmaß und die Praktikabilität möglicher Regulierungsmaßnahmen. Die erarbeiteten Lösungsansätze erfahren eine Rückkopplung aus der Praxis heraus, so dass die Erforschung von Bekämpfungsstrategien anwenderorientiert und praxisnah ausgerichtet werden kann. Eigene Dynamik entfaltete das Projekt gleich zu Beginn, nachdem auf Betriebsbesuchen Erzeuger ihre Mitwirkung bei Feldversuchen anboten.

## (iii) Regulierungsmaßnahmen

Im Feldversuch ergaben sich bei Neuansaat bzw. -pflanzungen erste positive Ergebnisse mit horizontalen, engmaschigen Kulturschutznetzen. Probleme ergeben sich jedoch aus der starken Verunkrautung unter der Netzabdeckung. Die von Wyss und Daniel (2003) prognostizierte Einschränkung der Ausbreitung durch vertikale Netze konnte nicht realisiert werden. Ebenso kann die von den genannten Autoren ermittelte Reduktion der beschädigten Blattfläche nach einem Einsatz von NeemAzal nicht bestätigt werden. In einem Praxisversuch mit viermaliger Applikation wurden keine Unterschiede zwischen mit NeemAzal-T/S und unbehandelten Parzellen in Bezug auf die Anzahl der Larven wie auch der Adulten festgestellt.

Insgesamt sind die bisherigen Ergebnisse mit NeemAzal-T/S (Azadirachtin) und Spruzit Neu (Pyrethrum) variabel. Einzig das Mittel Quassin (Holz- und Rindenextrakt des Bitterholzbaumes *Quassia amara*) zeigte im Gewächshausversuch an Salbei einen deutlichen Einfluss auf die Zikaden. Allerdings erwiesen sich die behandelten Pflanzen wegen Bitterkeit als nicht mehr genießbar. Geplant sind für 2009 weitere Versuchsdurchgänge mit reduzierten Dosierungen. Weiterhin fanden wir in Freilandversuchen an Salbei eine absicherbare Wirksamkeit des entomopathogenen Pilzstamms *Verticillium lecanii*, Produkt Mycotal.



**Abb. 1: Effekte der mehrmaligen Applikation der Mittel Mycotal (*Verticillium lecanii*), und PreFeRal (*Paecilomyces fumosoroseus*) auf die Anzahlen der Zikadenlarven im Juli und August 2008 in Salbei. Versuchsgut Campus Klein-Altendorf, Universität Bonn, Freiland.**

**Vorläufiges Fazit und Ausblick**

Hohe Effizienz des Projektes ergibt sich aus der kleinen, aber intensiv arbeitenden Projektgruppe. Wissenschaftler und Praktiker ergänzen sich hier in ihren Kompetenzen in idealer Weise. Hinzu kommt, dass von den über 20 Betrieben zahlreiche Rückmeldungen kommen, die eine zusätzliche Fokussierung der Forschungsarbeiten erlauben. Aus dem Interesse vieler Erzeuger an Einblicken in die Ausbreitungsbiologie der Schädlinge ergibt sich die Möglichkeit, simple und betriebsspezifische Lösungsansätze zu empfehlen. Erwartungsgemäß zeichnen sich noch keine verallgemeinerbaren Lösungen ab, und es ist davon auszugehen, dass Lösungsvorschläge individuell und betriebsspezifisch sein werden.

Insgesamt wird das Problem künftig enorm an Bedeutung gewinnen, da sich die betreffenden Zikadenarten weiter nach Norden und Osten hin ausbreiten und sich neue Wirtspflanzenspektren erschließen und die Transporte von Pflanzen (mit Zikadeneiern) quer durch Europa und darüber hinaus aufgrund politischen und wirtschaftlichen Wandels zunehmen.

### Literatur

- Bouillant B, Mittaz C, Cottagnoud A, Branco N, Carlen C. (2004): Premier inventaire des populations de ravageurs et auxiliaires sur plantes aromatiques et médicinales de la famille des Lamiaceae. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* 36(2):113-119.
- Mittaz C., Crettenand Y., Carron C.-A., Rey C., Carlen C. (2001): Essais de lutte contre les cicadelles en culture de romarin sous abri. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* 33(4):211-214.
- Nickel H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. Pensoft, Sofia and Moscow, 460 pp.
- Nickel H, Holzinger WE. (2006): Rapid range expansion of Ligurian leafhopper, *Eupteryx decemnotata* Rey, 1891 (Hemiptera, Cicadellidae), a potential pest of garden and greenhouse herbs, in Europe. *Russian Entomological Journal* 15(3):295-301.
- Wyss, E., Daniel C. (2003): Wirkung von NeemAzal-T/S und Audienz gegen die Zikaden (*Emelyanoviana mollicula* und *Eupteryx atropunctata*) in biologischem Oregano und Salbei. *Fibl Mittelpfprüfung* 03/10e. <http://orgprints.org/2593/01/wyss-2003-zikaden.pdf>

## Möglichkeiten der Bekämpfung des Falschen Mehltaus an Gurke (*Pseudoperonospora cubensis*) mit alternativen Präparaten

Nowak, A.<sup>1</sup>, Konstantinidou-Doltsinis, S.<sup>2</sup>, Seddon, B.<sup>3</sup> und Schmitt, A.<sup>1</sup>

*Keywords: organic cucumber production, biological control, downy mildew, plant extracts, antagonistic micro-organisms.*

### Abstract

*In organic cucumber production the infection with downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) is one of the major problems. Use of biological control agents based on plant extracts and antagonistic micro organisms may be one possibility to control the disease.*

*Plant extracts from *Salvia officinalis* and a plant belonging to the family Fabaceae (P1), as well as cultures of *Brevibacillus brevis* showed, in bioassays on potted cucumber plants, high potential to control the disease with efficacies between 55% and 100%. For *S. officinalis* extract the efficacy was close to 100% even at a concentration of 0.1325%. Initial trials under commercial growing conditions showed that the control of *P. cubensis* is better in protected than in open field production. In order to optimise the efficacy of the preparations for use in commercial cucumber production, further investigations on the mode of action, the active ingredients etc. are under way.*

### Einleitung und Zielsetzung

Falscher Mehltau ist eine der problematischsten Krankheiten im ökologischen Gurkenanbau. Da der Erreger (*Pseudoperonospora cubensis*) häufig erst spät im Jahr auftritt, sind besonders die Zweitkulturen der Gurken im Sommer stark gefährdet (Ökolanbau.de, Das Informationsportal, 2008 a). Jedoch kann es bei entsprechender Witterung und Temperatur auch bereits zu frühen Zeitpunkten in der Saison zu Totalausfällen kommen. Betroffen sind sowohl Kulturen im Freiland als auch unter Glas oder Folie (Ökolanbau.de, Das Informationsportal, 2008 b). Der Einsatz von biologischen Präparaten ist eine Möglichkeit zur Eindämmung des falschen Mehltaus.

Am Institut für biologischen Pflanzenschutz des JKI wurden Vorversuche mit zwei ethanolschen Pflanzenrohextrakten (*Salvia officinalis* und P1) und einem Bakterium (*Brevibacillus brevis* Nagano) durchgeführt, die u.a. sehr gute erste Ergebnisse hinsichtlich der Krankheitseindämmung des Falschen Mehltaus an Gurke bzw. der Sicherung des Ertrages zeigten (unveröffentlicht). Diese Präparate werden im Rahmen der durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau geförderten Projekte zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Gurke weiter untersucht.

---

<sup>1</sup> JKI, Heinrichstr. 243, PLZ, Darmstadt, Deutschland, andrea.nowak@jki.bund.de, annegret.schmitt@jki.bund.de, www.jki.bund.de

<sup>2</sup> NAGREF, Plant Protection Institute of Patras, Leoforos Amerikis and National Road, 26004 Patras Griechenland, skon.ppip@nagref.gr

<sup>3</sup> University Aberdeen, Aberdeen, AB24 4FA, Großbritannien, agr738@abdn.ac.uk

## Methoden

Die Pflanzenextrakte wurden aus getrockneten und gemahlene Blättern und Stängeln von *S. officinalis dalmat.* (Firma Galke) und einer Pflanze aus der Familie der *Fabaceae* (P1) aus Griechenland gewonnen. Das Pflanzenpulver wurde zwei Stunden bei 60 °C in 70 %igem Ethanol gerührt (Bläser 1999). Die Fermentation von *Brevibacillus brevis* erfolgte in 250 ml Erlenmeyerkolben, die mit je 50 ml TSB (TRYPTONE SOYA BROTH) befüllt waren. Die Kulturen wurden 7 Tage bei 37 °C und 150 rpm (Umdrehungen / Minute) angezogen (verändert nach S.G. Edwards and B. Seddon, 2001). Für die Versuche wurden die Präparate mit voll - entsalztem Wasser verdünnt und mit einem Dünnschichtchromatographie - Sprüher auf die Blattunterseiten der ersten beiden Blätter von drei Wochen alten, getopften Pflanzen tropfnass appliziert. Am nächsten Tag erfolgte die Inokulation auf der Blattunterseite ( $5 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4$  Sporangien / ml). Die inokulierten Pflanzen wurden bei 15 °C über Nacht in dunklen Feuchtkammern inkubiert, anschließend in einen auf ca. 17 °C temperierten Raum überführt und mit einer Beleuchtung von 16 h / Tag und 40 – 70 % Luftfeuchtigkeit weiter kultiviert.

Nach 12 - 14 Tagen erfolgte die Auswertung des prozentualen Befalls der Blattfläche in den Schritten 1 %, 2,5 %, 5 % - 50 % in 5er Schritten und ab 50 % in 10er Schritten.

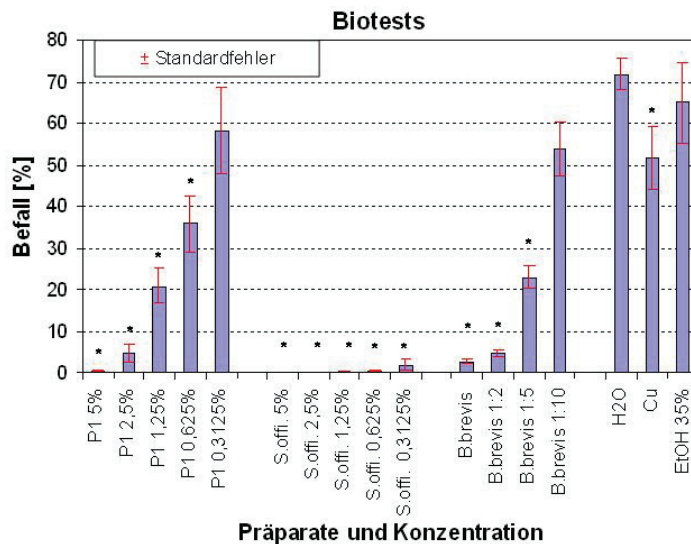
Zur Berechnung der Signifikanz der Befallsunterschiede wurden die Daten Arcus-Sinus transformiert und einem Mann – Whitney - Test mit dem Programm WinStat für Excel (Version 2007.1) unterzogen. Auf Grund der teilweise geringen Datenmenge in den einzelnen Behandlungen (n = 12-32) war noch keine ANOVA möglich.

## Ergebnisse und Diskussion

Mit Ausnahme der niedrigsten Konzentration waren alle mit P1 - Extrakt behandelten Blätter signifikant geringer befallen als die Blätter der Wasserkontrollpflanzen (Abb. 1). Der Wirkungsgrad gegenüber der Wasserkontrolle lag zwischen 99 % (5 %iger Extrakt) und 50 % (0,625 %iger Extrakt). Zudem war bei den mit P1 - Extrakt behandelten Gurkenblättern eine kräftig, dunkelgrüne Färbung zu beobachten. Dies deutet auf eine mögliche pflanzenstärkende Wirkung des Extraktes hin.

Die Blätter der Pflanzen, die mit Salbei – Extrakt behandelt wurden, zeigten bis zu einer Konzentration von 0,3125 %, den hochsignifikant ( $p < 10^{-7}$ ) geringsten Befall im Vergleich zur Wasserkontrolle (Abb. 1). Der Wirkungsgrad nach Salbei – Behandlung lag hier noch bei 97 % und war vergleichbar mit der Wirkung von *B. brevis* (unverdünnt) und P1 (5 %).

Auch die Behandlung mit unverdünnter und bis 1:10 verdünnter Kulturbrühe von *B. brevis* bewirkte gegenüber den Pflanzen der Wasserkontrolle signifikant geringere Befallswerte der Gurkenblätter mit *P. cubensis* (Abb. 1). Der Wirkungsgrad der unverdünnten Kulturbrühe lag bei 96 %, bei einer Verdünnung von 1:5 betrug die Wirkung 68 %.



**Abbildung 1: Mittelwert-Grafik der getesteten biologischen Präparate: P1-Extrakt, Salbei-Extrakt (*S.offi.*) und *Brevibacillus brevis* in unterschiedlichen Konzentrationen und Verdünnungen. H2O = Wasserkontrolle; Cu = Cuprozin flüssig (0,4 %); EtOH = Ethanolkontrolle; \* = Signifikanz nach Mann-Whitney-Test ( $p < 0,05$ )**

Durch die jeweilige Behandlung mit P1 - Extrakt, Salbei - Extrakt und *B. brevis* konnten in den vorliegenden Biotests gute (P1 - Extrakt und *B. brevis*) bis sehr gute (Salbei - Extrakt) Ergebnisse in der Bekämpfung des Falschen Mehltaus an Gurke erzielt werden. Alle drei biologischen Präparate zeigten auch in niedrigen Konzentrationen (*B. brevis* 1:5 verdünnt) bis sehr niedrigen Konzentrationen (P1 - Extrakt 0,625 %; Salbei - Extrakt 0,3125 %) eine bessere Wirkung als das Kupferpräparat Cuprozin flüssig (Spiess-Urania Chemicals; 0,4 %) (Abb. 1). Dieses erreichte lediglich einen Wirkungsgrad von 28 %, wobei die Standardabweichung relativ hoch war (+/- 36 %). Bezieht man die Wirkungsgrade auf die mit Cuprozin behandelten Pflanzen, liegen die Wirkungsgrade für den P1 - Extrakt bei 99 % (5 %iger Extrakt) bis 31 % (0,625 %iger Extrakt), der Wirkungsgrad der niedrigsten Konzentration des Salbei - Extraktes (0,3125 %) bei 96% und auch die Wirkungsgrade für *B. brevis* bei 95 % (unverdünnt) bis 55 % (1:5 verdünnt).

Die biologischen Präparate wurden im Sommer 2008 erstmals auch unter Praxisbedingungen an verschiedenen Standorten geprüft, wobei hier generell die Wirkung unter Glas/Folie besser war als im Freiland. Auch in diesen Versuchen fiel eine dunkelgrüne Färbung der Gurkenblätter auf, die mit P1 - Extrakt behandelt wurden. In einem Gewächshausversuch unter Folie zeigte die Anwendung von P1 - Extrakt im 10-tägigen Rhythmus, im Gegensatz zu den hier dargestellten Biotests, bei denen die Behandlung mit Salbei - Extrakt das wirksamste Mittel war, die größte Wirkung, von den drei alternativen Präparaten (Nowak et al., in Vorbereitung).

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der oben beschriebenen Biotests zeigen, dass die drei untersuchten alternativen Präparate ein großes Potential für die Bekämpfung von *P. cubensis* besitzen. Jedoch wurde in den ersten Praxisversuchen deutlich, dass die Übertragung dieser Ergebnisse von den kontrollierten Bedingungen der Biotests auf Gewächshaus und Freiland nicht immer direkt möglich ist. Dies zeigte sich bereits in früheren Arbeiten zur biologischen Bekämpfung mit Pflanzenextrakten (J. Latten 1994). Hier spielten unter anderem der Applikationszeitpunkt und die Dauer der Wirksamkeit eine wichtige Rolle für den erfolgreichen Einsatz (J. Latten 1994). Kenntnisse zu den Wirkmechanismen der Präparate und deren wirksamen Inhaltsstoffe sind vor diesem Hintergrund besonders wichtig. Entsprechende Untersuchungen wurden am Julius – Kühn - Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, bereits begonnen.

## Danksagung

Wir danken Karin Bald, Mona von Eitzen - Ritter, Mariandel Steinmetz und Christina Schuster (JKI, Institut für Biologischen Pflanzenschutz), sowie Heike Sauer und Rita Schäfer (Lehr und Versuchsanstalt für Gartenbau, Heidelberg) für die tatkräftige Unterstützung in der Vorbereitung und Durchführung der Versuche. Mirco Egyedy und Dr. Hubertus Kleeberg (Trifolio-M GmbH) danken wir für die Herstellung der Pflanzenextrakte, sowie Gudrun Mögel und Dr. Stephan Kunz für die in den Praxisversuchen verwendeten Fermenterproduktionen von *B. brevis*.

Das Vorhaben wird aus Mitteln des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau gefördert.

## Literatur

- Edwards S.G., Seddon B. (2001): Mode of antagonism of *Brevibacillus brevis* against *Botrytis cinerea* in vitro. *Journal of applied Microbiology*. 91:652 -659.
- Bläser, Peter (1999): Isolierung und Charakterisierung Von Pflanzeninhaltsstoffen mit fungizider Wirkung. Shaker Verlag.
- Latten, J. (1994): Biologische Bekämpfung phytopathogener Pilze mit Hilfe von Pflanzenextrakten. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.
- Nowak A., Konstantinidou-Doltsinis, S., Seddon, B. und Schmitt, A. (in Vorbereitung): Alternative Präparate in der Bekämpfung des Falschen Mehltaus an Gurke (*Pseudoperonospora cubensis*). Mitteilungen aus dem Julius Kühn - Institut
- Ökolandbau.de, Das Informationsportal (2008)a: Falscher Mehltau (*Pseudoperonospora cubensis*) <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/gemuesebau/kulturen/gewaechshaus-kulturen/salatgurken/?0=> (Abruf 22.11.08)
- Ökolandbau.de, Das Informationsportal (2008)b: Salatgurken. <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/pflanzenschutz/schadorganismen-im-gemuesebau/gurke/falscher-mehltau-pseudoperonospora-cubensis/> (Abruf 22.11.08)

## Kontrolle von *Rumex* spp. mit Citronella-Öl im Organischen Landbau

Massucati, L.F.P.<sup>1</sup>, Windisch, E.<sup>1</sup>, Täufer, F.<sup>1</sup>, Köpke, U.<sup>1</sup>

*Keywords: citronella oil, perennial weed control, bioherbicides, Organic Farming.*

### Abstract

*Citronella is an oil, extracted from lemon grass species (Cymbopogon sp) and has been identified as a potential burn-down bioherbicide. In greenhouse pot experiments two fractions of dock roots, Rumex obtusifolius and Rumex crispus (light root fraction, LW: 5-12 g root weight and heavy root fraction, HW: 15-30 g weight) were planted. 116 days after planting the mass of the untreated control gave an increase of 600% (LW) and 300% (HW) root mass, respectively. Citronella oil hindered the accumulation of assimilates in the roots showing a slight decrease of the initial root mass. Efficacy of citronella oil was higher as with cutting the leaves. Citronella oil also showed its efficacy to decrease the leaf area of dock plants after application of lower concentrations (12.5%, 25% and 50% of the recommended concentration), rather than their counterparts acetic acid and pelargonic acid.*

### Einleitung und Zielsetzung

Auch im Ökologischen Landbau (ÖL) gibt es Bestrebungen zur Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität (Berner et al. 2008, Köpke & Schulte 2008). Pflugverzicht kann zu höherem Unkrautdruck führen. Exempli causa ist die Ablehnung der kontinuierlichen Direktsaat (DS) im ÖL aufgrund der höheren Unkrautdichte, vor allem perennierender Wurzelunkräuter (Beste 2005). Im konventionellen Landbau kann dem Unkrautdruck mit synthetischen Totalherbiziden begegnet werden. Eine Möglichkeit, Vorteile der Mulch- bzw. DS auch im ÖL nutzbar zu machen, bieten natürliche Substanzen mit herbizider Wirkung (Kühne et al. 2005). In den hier beschriebenen Versuchen wurden die Wirkungen von Citronella-Öl (CÖ) auf die Blattflächenentwicklung und die Wurzelmasse von Ampfer, *Rumex obtusifolius* und *Rumex crispus*, untersucht. Folgende Hypothesen wurden geprüft: (i) CÖ verringert die Einlagerung von Assimilaten in Speicherorgane; (ii) der Einsatz von CÖ ist wirksamer als mechanisches Entfernen durch Verbiss oder Schnitt, hier: Abschneiden des Sprosses; (iii) Mit geringerer Konzentration sinkt die Wirksamkeit; (iv) CÖ ist auch bei niedriger Konzentration wirksamer als die Bioherbizide Essigsäure (ES) und Pelargonsäure (PS).

### Material und Methoden

CÖ ist ein ätherisches Öl, das aus den Pflanzen der Gattung *Cymbopogon* sp. (Zitronengräser) gewonnen wird. Mit einer Wirkstoffkonzentration von 22% ist CÖ als gebrauchsfertiges Mittel ein nicht selektives Kontaktherbizid gegen ein- und zweikeimblättrige Pflanzen. Seine ätzende Wirkung geht von den für ätherische Öle charakteristischen Monoterpenen aus.

Gefäßversuch: Im Freiland gesammelten Ampferwurzeln wurden die Sprosstteile und die feinen Haarwurzeln entfernt sowie die Wurzelspitze gekappt. Die Wurzeln wurden zwei Gewichtsklassen zugeordnet: 5-12 g („leicht“: LW) und 15-30 g („schwer“: SW)

---

<sup>1</sup> Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115, Bonn, Deutschland, luiz.massucati@uni-bonn.de, <http://www.iol.uni-bonn.de/>



und am 24.01.2008 in Göttinger Pflanztöpfe (11x11x12cm) gepflanzt und im Gewächshaus vollständig randomisiert aufgestellt. 30 Tage und 73 Tage nach der Pflanzung wurden die folgenden Behandlungen durchgeführt: (a) Entfernung der Sprosse durch Schnitt und (b) tropfnasse Applikation der empfohlenen Aufwandmenge von CÖ (kommerzielles Produkt). Entnahme von n=6 Ampferpflanzen aus jeder Variante (Kontrolle, Schnitt und CÖ-Behandlung) aus beiden Gewichtsklassen (LW und SW); Bestimmung der Wurzelmasse. Zwei Beprobungstermine: 28 Tage (19. 03. 2008) nach der ersten Behandlung und sieben Tage (10. 04. 2008) nach der zweiten Behandlung. Endbonitur: 43 Tage nach der zweiten Behandlung (16. 05. 2008), n= 31 Ampferpflanzen je Variante .

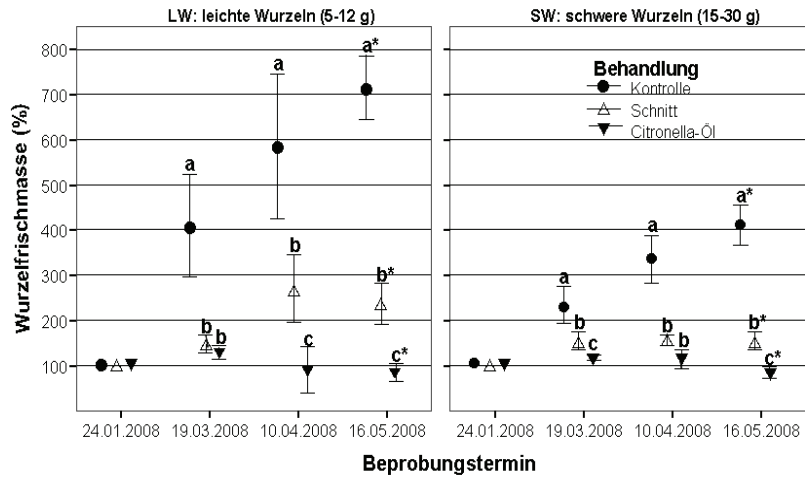
Im Freilandversuch wurden drei kommerzielle Bioherbizide auf Basis von Citronella-Öl (CÖ, s.o.), Pelargonsäure, eine Fettsäure der Storchschnabelgewächse (PS; kommerziell: 186,7g/l), und Essigsäure (ES; kommerziell: 101,97g/l) in verschiedenen Verdünnungsreihen auf einzelnen Ampferpflanzen (n=4 je Variante) tropfnass appliziert.

Jedes Bioherbizid wurde mit einer Gloria-Rückenspritze in der empfohlenen Aufwandmenge (=100%), sowie reduziert (50, 25, 12,5, 6,25% der empfohlenen Aufwandmenge) ausgebracht. Zur Schätzung der unversehrten Blattfläche wurde eine Boniturskala genutzt (1: 100 cm<sup>2</sup>, 2: 70 cm<sup>2</sup>, 3: 40 cm<sup>2</sup>, 4: 18 cm<sup>2</sup>, 5: 4 cm<sup>2</sup> und 6: 1 cm<sup>2</sup>). Die Blätter der Pflanzen wurden auf kariertes Papier gelegt, deren Umriss mit Bleistift nachgezeichnet und anschließend die grüne Blattfläche mit Hilfe der Klein-Karoraster bestimmt. Vier Pflanzen je Konzentration und Bioherbizid wurden jeweils einen Tag bzw. drei Tage nach Applikation bonitiert.

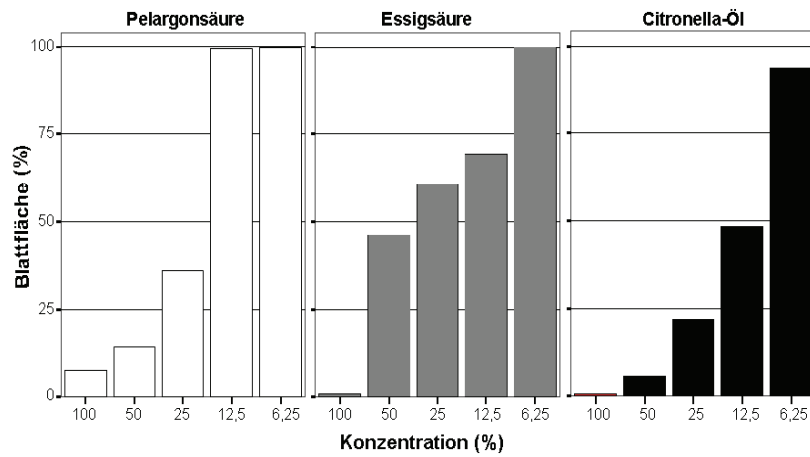
### Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 zeigt, dass das Bioherbizid und das Entfernen der Blätter durch Schnitt den Zuwachs an Wurzelfrischmasse im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle signifikant verringerten. Durch die CÖ-Behandlung wurde offensichtlich die Einlagerung von Assimilaten in die Wurzel-Speicherorgane im Vergleich zu Schnitt und Kontrolle hochwirksam verhindert. Das Gewicht der Fraktion LW war nach der zweiten Behandlung nach sieben Tagen um 15%, nach 43 Tagen um 24% reduziert. Das Gewicht der Fraktion SW war als Folge der CÖ-Behandlung nach 43 Tagen um etwa 20% gegenüber dem Ausgangsgewicht vermindert. Im Gegensatz dazu konnte keine Reduzierung des Wurzelgewichtes durch das Schneiden der Sprosteile festgestellt werden, gleichwohl war die Gewichtszunahme der Speicherorgane verglichen mit der Kontrolle deutlich verringert. Infolge der kleinen Gefäße war die Wurzelentwicklung bei SW nur schwach (Abb.1).

Im Freiland nahm die Wirksamkeit der eingesetzten Bioherbizide wie erwartet mit abnehmender Konzentration der Wirksubstanz ab (Abb.2). Jedoch führte eine gegenüber der Empfehlung halbierte Konzentration bei allen Bioherbiziden noch zu einer Reduzierung der Blattfläche der Ampferpflanzen um mindestens 50%. Auffällig ist die hohe Wirksamkeit von CÖ im Vergleich zu ES und PS, das selbst bei Viertelung der empfohlenen Konzentration die Blattfläche noch um etwa 50% reduzierte.



**Abbildung 1: Gefäßversuch: Veränderung der Frischmasse (%) von Ampferwurzeln bezogen auf das Ausgangsgewicht (=100%) in Abhängigkeit von der Behandlung (Kontrolle, Schnitt, Citronella-Öl). Signifikante Unterschiede zum jeweiligen Beprobungstermin sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet (Tukey-Test,  $\alpha = 0,05$ ). Der Kruskal-Wallis-Test wurde für die Endbonitur durchgeführt (a\*, b\*, c\*).**



**Abbildung 2: Freilandversuch: Blattfläche (%) relativ zur Ausgangsblattfläche von Ampferpflanzen (=100%) in Abhängigkeit von verschiedenen Konzentrationen von drei Bioherbiziden nach einmaliger Applikation (100% = empfohlene Konzentration).**

Durch Einsatz von CÖ wurde die Zunahme der Wurzelmasse offensichtlich durch Verhinderung der Einlagerung von Assimilaten vermieden. Im Vergleich zur unbehandelten Variante war der Wirkungsgrad höher als durch Entfernung der Blätter

durch Schnitt. In der unbehandelten Variante nahm die Wurzelmasse im Versuchszeitraum um etwa 600% (Fraktion LW) bzw. 300% (SW) zu. Der Freilandversuch zeigte, dass auch durch Anwendung einer niedrigen Konzentration eine wirksame Unkrautkontrolle möglich ist. Das schon früher nachgewiesene im Vergleich zu Essigsäure und Pelargonsäure große Wirkungspotential von Citronella-Öl auch bei vergleichsweise geringer Konzentration wurde bestätigt. Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der ökotoxikologischen Beurteilung der Bioherbizide in Bezug auf Bodenfauna und -flora. Erste Untersuchungen zeigten, dass Citronella-Öl unmittelbar nach Applikation die bodenmikrobielle Aktivität deutlich hemmte; dies wurde gleichwohl als wenig bedenklich angesehen (Anonymus 2006).

Die vorgestellten Versuche zeigen, dass die Verhinderung der Einlagerung von Assimilaten in die Wurzeln von Ampfer mittels Citronella-Öl möglich ist und dieses Bioherbizid wirksamer ist, als das Entfernen der Sprosssteile durch Schnitt. Im Gegensatz zu Essigsäure und Pelargonsäure sind niedrigere Dosierungen von Citronella-Öl für hinreichende Wirksamkeit ausreichend. Der nicht routinemäßige Einsatz dieses wirksamen Bioherbizides könnte – im Falle einer Zulassung im ÖL – bodenschonende Saatverfahren mit zumindest temporärer reduzierter Bodenbearbeitungsintensität bzw. DS von Körnerleguminosen im ÖL ermöglichen, wenn bei Anwesenheit perennierender Unkräuter deren Zuwachs unterdrückt werden kann.

### Danksagung

Den Mitarbeitern des Instituts für Organischen Landbau der Universität Bonn und des Versuchsbetriebs Wiesengut gilt unser herzlicher Dank.

### Literatur

- Anonymus (2006): Jahresbericht 2006 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. [http://www.jki.bund.de/nn\\_916174/DE/veroeff/jb/jb2006/UF\\_\\_inst.html](http://www.jki.bund.de/nn_916174/DE/veroeff/jb/jb2006/UF__inst.html) (Abruf 22.08.2008)
- Berner, A., Hildermann, I., Fließbach, L., Pfiffner, U., Niggli, P., Mäder, P. (2008): Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil & Tillage Research* 101: 89-96.
- Beste, A. (2005): Landwirtschaftlicher Bodenschutz in der Praxis. In: Schriftenreihe Agrarwirtschaft, Vol. 15, Verlag Dr Köster, Berlin, 200 S.
- Köpke, U., Schulte, H. (2008): Direct Seeding of Faba Beans in Organic Agriculture. In: D. Neuhoff et al. (eds.): *Cultivating the future based on science*, Vol. I – Organic Crop Production. Proc. 2nd Sci. Conf. International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), 18-20 June 2008 in Modena, Italy. 418-421.
- Kühne, S., Verschwele, A., Hörsten, D.v., Jahn, M. (2005): Implementation of bioherbicides and seed treatment in organic farming. In: U. Köpke et al. (eds.): *Researching Sustainable Systems*. Proc. 1st Sci Conf. International Society of Organic Agriculture research (ISO FAR) 21-23 September 2005, Adelaide, Australien, 150- 153.

## Feldversuche zur Wirkung von Spinosad-, Neem- und B.t.t.- Präparaten auf die Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Kühne, S.<sup>1</sup>, Priegnitz, U.<sup>2</sup>, Ellmer, F.<sup>2</sup>, Moll, E.<sup>1</sup>, Kowalska, J.<sup>3</sup>

*Keywords:* Colorado potato beetle, Spinosad, Neem, B.t.t., forecast model

### Abstract

*The Colorado potato beetle (CPB) is one of the most important pests on potatoes (Solanum tuberosum). In many areas, preventive measures are not sufficient enough to prevent the damage caused by the CPB. Therefore insecticides such as neem and Bacillus thuringiensis v. tenebrionis (B.t.t.) have an important role in organic potato production in Germany. The new insecticide Spinosad was added to Council Regulations (EEC) No. 2092/91 on organic production in 2008. It is now possible to use Spinosad in organic agriculture in the EU. The active ingredient of Spinosad is obtained from the bacterium Saccharopolyspora spinosa through fermentation. Field studies compared three treatments to control CPB in 2008. 1: single Spinosad treatment (24 g/ha active ingredient (a.i.)) 2: first treatment B.t.t. (60 g/ha (a.i.)), second treatment (+4d) B.t.t. (100 g/ha a.i.) 3: first treatment neem (25 g/ha a.i.), second treatment (+4d) B.t.t. (100 g/ha a.i.). There was an average of 27 larvae per plant before the treatments. All treatments displayed nearly the same significant degree of effectiveness (78 % - 82 %) with regards to the damaged leaf area 25 days after treatment in comparison to the untreated control. The increment of the Spinosad treatment to untreated control was significant with more than 103 dt/ha.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Kartoffelkäfer verursacht zunehmend Schäden in der Kartoffelproduktion. Gründe für das vermehrte Auftreten sind zunehmende Flächengrößen, regionale Konzentrierung des Anbaus, milde Winter und der dadurch verursachte Kartoffeldurchwuchs in der Folgekultur sowie zeitweilig die Ausbildung einer 2. Käfergeneration. Die Wahl früh reifender Sorten und die Förderung eines schnellen Auflaufens stellen sicher, dass die Hauptertragsentwicklung dem Befall durch den wärmebedürftigen Kartoffelkäfer zuvorkommt. Weitere vorbeugende Maßnahmen sind die Vermeidung sowohl von Durchwuchskartoffeln als auch von Flächen, in deren Nachbarschaft im Vorjahr Kartoffeln standen, denn der Schädling wandert stets aus den Vorjahresflächen ein (Reelfs et al. 2007). In vielen Gebieten reichen die vorbeugenden Maßnahmen nicht aus, um Schäden durch den Kartoffelkäfer zu verhindern. In solchen Fällen sollten aus wirtschaftlichen Gründen auch im Ökolandbau Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen. Durch eine zeitlich optimierte Ausbringung und eine sinnvolle Kombination von Neem und Bacillus thuringiensis var. tenebrionis (B.t.t.)-Präparaten können zufriedenstellende Regulierungserfolge erreicht werden (Kühne et al. 2008). Eine einmalige Anwendung der Mittel führte jedoch nur zu geringen Wirkungsgraden und erwies sich als nicht ausreichend, um insbesondere ein hohes Schaderregeraufkommen zu regulieren. Auf den nach EU-Ökorichtlinien

---

<sup>1</sup> Federal Research Centre for Cultivated Plants – Julius Kuehn Institute, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Germany, stefan.kuehne@jki.bund.de, Internet www.jki.bund.de

<sup>2</sup> Humboldt Universität zu Berlin, A.-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin, Germany

<sup>3</sup> Institute of Plant Protection, Dept. of Biological Control & Quarantine, Miczurina 20, 60-318 Poznan, Poland

zertifizierten Versuchsflächen des Julius Kühn-Instituts (Kontrollnr.: D-BB-043-4143 A; Sandlöß sL, 48 Bodenpunkte, 526 mm mittlerer Jahresniederschlag) in Dahnsdorf (Land Brandenburg) wurden erstmalig in Deutschland die bisher erfolgreichen Regulierungstrategien mit Neem- und B.t.t.-Präparaten der einmaligen Anwendung von Spinosad gegenüber gestellt und einem Effizienzvergleich unterzogen. Bei Spinosad handelt es sich um ein Stoffwechselprodukt des Bodenbakteriums *Saccharopolyspora spinosa*, das durch aerobe Fermentation gewonnen wird. Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff sind in Deutschland bisher im Weinbau, bei Zierpflanzen und im Gemüsebau gegen verschiedene Schadinsekten zugelassen. Laborversuche mit Spinosad zur Regulierung des Kartoffelkäfers wurden von Kowalska (2008) und Igrec et al. (1999) durchgeführt. Spinosad wirkt als Fraß- und Kontaktgift. Im Jahr 2008 erfolgte die Aufnahme dieses Wirkstoffes in den Anhang II B der EU-Ökoverordnung 2092/91. Mit der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels mit dem Wirkstoff Spinosad für die Indikation Kartoffelkäfer in Kartoffeln, ist in Deutschland voraussichtlich im Jahr 2010 zu rechnen. Ziel der Untersuchungen ist es, nachhaltige, sowie kosten- und wirkungseffiziente Lösungen zur Regulierung des Kartoffelkäfers für die Praxis zu entwickeln.

### Methoden

Die Versuche wurden entsprechend der EPPO-Richtlinie PP 1/12 (3) durchgeführt (siehe auch [www.bba.de/eppo/i\\_12.pdf](http://www.bba.de/eppo/i_12.pdf)). In einer Blockanlage mit vier Wiederholungen wurden drei Spritzvarianten ((Neem + *B.t.t.* (+ 4 Tage), *B.t.t.* + *B.t.t.* (+ 4 Tage) und Spinosad)) und eine unbehandelte Kontrolle angelegt (Tab. 1). Die Parzellengröße jeder Variante betrug 6 m x 34 m. Die Anzahl der Kartoffelkäfer und der prozentuale Fraßschaden an den Kartoffelpflanzen wurden im Bestand wöchentlich an denselben zehn, einmal zufällig ausgewählten, markierten Pflanzen pro Variante erhoben. In der Praxis gelten Kartoffelflächen als bekämpfungswürdig, wenn bei der Bonitur von 25 über den Schlag verteilten Pflanzen im Durchschnitt zehn Larven (L1, L2) je Pflanze zu finden sind. Während am 5. Juni nur vereinzelt Kartoffelkäferlarven an den Pflanzen zu beobachten waren, konnten bereits am 13. Juni 2008 durchschnittlich 27 Kartoffelkäferlarven (L1, L2) pro Pflanze gezählt werden. Damit war die Bekämpfungsschwelle deutlich überschritten. Zur Festlegung des Behandlungstermins wurde zusätzlich das Prognosemodell SIMLEP3 herangezogen (Tschöpe et al. 2008). Als Eingabeparameter für die Berechnung des optimalen Spritzzeitraumes wurde der Erstfund von Eigelegen im Feld bestimmt (28. Mai 2008). Für die Prognose sind die Wetterdaten des Versuchsstandortes Dahnsdorf verrechnet worden. Die Anwendungen der Pflanzenschutzmittel (Tab. 1) erfolgte entsprechend der Herstellerangaben zu optimalen Wetterbedingungen am 16. Juni 2008 - einmalige Applikation mit Spintor (Spinosad), erste Applikation mit NeemAzal-T/S (Neem) und Novodor FC (*B.t.t.*) und am 20. Juni 2008 die zweite Applikation mit Novodor FC. Zur Kontrolle der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) erfolgte die dreimalige Anwendung von Kupferpräparaten (CUPROZIN flüssig, 750 g/ha Kupfer pro Behandlung) einheitlich auf der gesamten Versuchsfläche.

### Ergebnisse

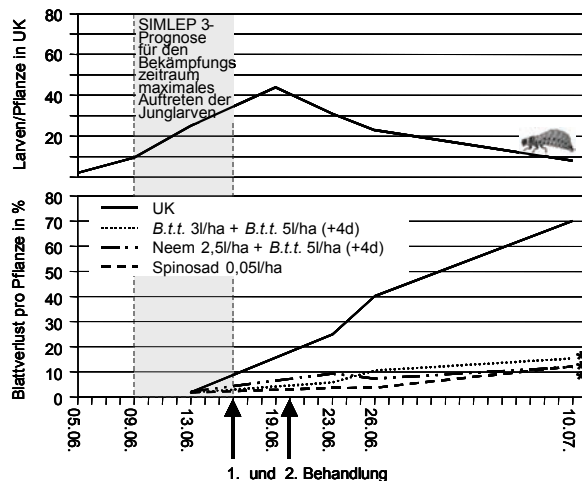
Die Abbildung 1 veranschaulicht den durchschnittlichen Blattflächenverlust durch den Larvenfraß der Kartoffelkäfer in der unbehandelten Kontrolle und den Spritzvarianten.

**Tabelle 1: Varianten der Pflanzenschutzmittelanwendungen zur**

**Kartoffelkäferregulierung 2008;** Variante 1 = unbehandelte Kontrolle (UK), Wirkungsgrad in % bezogen auf den geschätzten Blattflächenverlust durch Kartoffelkäferfraß 25 Tage nach der ersten Behandlung im Vergleich zur UK. \* signifikant zur UK (Tukey; P<0.05). Aktive Wirksubstanz (a.i.): B.t.t. 20 g/l (Novodor FC), Neem 10 g/l (NeemAzal-T/S), Spinosad 480 g/l (Spintor)

Var.	1. Behandlung	Produkt l/ha	2. Behandlung	Produkt l/ha	Zeitpunkt 2. Behandlung	Wirkungsgrad in %	Mehrertrag zur UK in dt/ha
2.	B.t.t.	3	B.t.t.	5	+4 Tage	78 *	54 *
3.	Neem	2,5	B.t.t.	5	+4 Tage	82 *	55 *
4.	Spinosad	0,05	keine	-	-	82 *	103 *

Im Versuchsjahr 2008 begann der Kartoffelkäferbefall Ende des Monats Mai und hat mit durchschnittlich 27 Larven pro Pflanze Anfang Juni den Bekämpfungsrichtwert (10 Junglarven/Pflanze) deutlich überschritten. Aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen erfolgte die erste Insektizidbehandlung am Ende des zeitlichen Rahmens der Prognose (16. Juni). Die zweite Behandlung fand außerhalb des optimalen Prognoserahmens am 20. Juni statt.



**Abbildung 1: Durchschnittliche Anzahl Kartoffelkäferlarven / Pflanze in der unbehandelten Kontrollvariante (UK); Durchschnittlicher Blattflächenverlust durch den Larvenfraß der Kartoffelkäfer; \* signifikant zur UK (Tukey; P<0.05); SIMLEP3-Prognose für den optimalen Bekämpfungszeitraum im Jahr 2008 in Dahnsdorf (Land Brandenburg)**

Trotzdem wurde in den Behandlungsvarianten der Blattflächenverlust durch den Larvenfraß signifikant reduziert und erreichte nach 24 Tagen nicht mehr als 15 % im Vergleich zur Kontrollvariante mit durchschnittlich 70 %. Wie schon im Versuchsjahr 2007 (Kühne et al. 2008) konnte die Kombination von Neem und B.t.t.-Präparaten überzeugen und einen Wirkungsgrad von über 80 % erzielen. Die Wirkung der zweifachen B.t.t.-Anwendung war mit 78 % vergleichbar. Überraschend war die Effizienz der einmaligen Spinosad-Behandlung, die zu einem 82 %igen Wirkungsgrad führte. Der Durchschnittsertrag in der UK lag bei 158 dt/ha sehr niedrig, bei der Neem - B.t.t.-Kombination und zweifachen B.t.t.-Anwendung fast gleich hoch bei 213 dt/ha

und 214 dt/ha und bei der Spinosad-Variante bei 261 dt/ha. Gegenüber der UK konnte in der Spinosad-Variante ein signifikanter Mehrertrag von 103 dt/ha erzielt werden.

## Diskussion

Alle drei Behandlungsstrategien führten zu einem vergleichbaren sehr guten Regulierungserfolg des Kartoffelkäfers, unterscheiden sich aber hinsichtlich der Behandlungskosten und des Entwicklungspotenzials von Resistenzen. Während die einmalige Anwendung von Spinosad sehr niedrige Kosten von etwa 36 €/ha verursachen (16 € Maschinen- und Ausbringungskosten, 20 € Pflanzenschutzmittel) werden für die Behandlungen mit Neem und *B.t.t.* ca. 277 €/ha (32 € Maschinen und Ausbringungskosten, 245 € Pflanzenschutzmittel) und für die zweifache *B.t.t.*-Behandlungen 203 €/ha (32 € Maschinen und Ausbringungskosten, 171 € Pflanzenschutzmittel) berechnet. Hinsichtlich des Resistenzmanagements ist eine einseitige Anwendung der Präparate nicht zu empfehlen. Nur ein Wirkstoffwechsel kann der Ausbildung von Resistenzen entgegenwirken. Unter diesem Aspekt ist insbesondere eine zweimalige *B.t.t.*-Anwendung innerhalb einer Saison für die Praxis abzulehnen. Die kombinierte Anwendung von Neem- und *B.t.t.*-Präparaten zur Regulierung des Kartoffelkäfers ist dem gegenüber zu bevorzugen. Es ist anzunehmen, dass in Zukunft Spinosad, aufgrund der geringen Anwendungskosten, das bevorzugte Mittel der Wahl für die Landwirte sein wird. Aufgrund der möglichen Resistenzentwicklung ist aber auch hier ein jährlicher Wirkstoffwechsel zu empfehlen.

## Schlussfolgerungen

In vielen Gebieten reichen die vorbeugenden Maßnahmen nicht aus, um Schäden durch den Kartoffelkäfer zu verhindern. In solchen Fällen können und sollten aus wirtschaftlichen Gründen auch im Ökolandbau Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen. Zur Bestimmung des optimalen Behandlungszeitraumes kann das Prognosemodell SIMLEP3 verwendet werden. Gute Regulierungserfolge gegen die Junglarven erzielte die Anwendung von Spinosad und die kombinierte Anwendung von Neem und *B.t.t.* Eine optimale Anwendung besteht in der zeitlich versetzten Ausbringung des *B.t.t.*-Präparates nach einer Neem-Behandlung. Gleichzeitig wird mit dieser Doppelstrategie das Risiko der Ausbildung von Resistenzen gegen eines der Mittel auf ein Minimum reduziert. Eine zweimalige Anwendung der *B.t.t.*-Präparate innerhalb einer Saison wird aus diesem Grund nicht empfohlen.

## Literatur

- Igrc J., Barcic J., Dobrincic R., Msceljski M. (1999): Effect of insecticides on the Colorado potato beetles resistant in OP, OC and P insecticides. *J. Pest Science*, 72, 769-80.
- Kowalska J. (2008): Laboratory studies of the activity of spinosad against *Leptinotarsa decemlineata* (Say) depending on different temperature. *Proceedings of 2nd Scientific Conference of ISOFAR and 16th IFOAM Congress*, vol.1. Organic crop production, 532-535.
- Kühne S., Reelfs T., Ellmer F., Moll E., Kleinhenz B., Gemmer C. (2008): Efficacy of biological insecticides to control the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) in organic farming. *Proceedings of 2nd Scientific Conference of ISOFAR and 16th IFOAM Congress*, vol.1. Organic crop production, 480-483.
- Reelfs T., Kühne S., Ellmer F., Moll E., Kleinhenz B. (2007): Doppelt hält besser - neue Strategien zur Regulierung des Kartoffelkäfers im Ökologischen Landbau. *Kartoffelbau*, 6: 227-229.
- Tschöpe B., Kleinhenz B. (2008): Die Kartoffelkäfer-Bekämpfung mit SIMLEP optimieren. *Kartoffelbau* 6: 228-231.

## Einfluss von Habitatmanagement auf die Reduktion von Schadlepidopteren im Kohl

Luka, H.<sup>1/2</sup>, Leimgruber, A.<sup>1/2</sup>, Willareth, M.<sup>1/2</sup>, Nagel, P.<sup>2</sup>, Pfiffner, L.<sup>1</sup>, Wyss, E.<sup>1</sup>, Schlatter, C.<sup>1</sup>, Schied, J.<sup>3</sup>, Traugott, M.<sup>3</sup>

*Keywords: habitat management, biological pest control, parasitic hymenoptera*

### Abstract

*Beneficials can prevent or reduce outbreaks of pest species. To strengthen the populations of beneficials, their food sources must be improved in cultivated areas. The effects of habitat management for augmenting beneficial population on parasitism and predation rates of three lepidopteran pest species were investigated on two organic fields in Alten (Switzerland). The aim was to improve pest regulation through wild flower strips along fields and by planting *Centaurea cyanus* as companion plant within the crop. Strips of *Centaurea cyanus* and *Fagopyrum esculentum* increased parasitism on the lepidopteran pests. *C. cyanus* planted as companion plant furthermore increased predation on the eggs and parasitism of the larvae of *Mamestra brassicae*. Several technical and methodological aspects still need to be improved before the approach is ready for practical use.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im biologischen Pflanzenschutz spielt die Anlage naturnaher Flächen eine wichtige Rolle. Sie kann die Massenvermehrungen von Schädlingen durch die Förderung ihrer Antagonisten verhindern oder minimieren (Pfiffner et al. 2005). Eine allgemeine Förderung der Biodiversität reicht in der Praxis jedoch häufig nicht aus. Notwendig ist eine ganzbetriebliche ökologische Aufwertung und zusätzlich für jede Kultur massgeschneiderte Massnahmen, um die Lebensbedingungen der Nützlinge zu verbessern (Hole et al. 2005, Pfiffner & Luka 2003). In Kohlgewächsen können gut ernährte Parasitoide und Prädatoren die Schädlinge wie die Kohleule (*Mamestra brassicae*), die Kohlmotte (*Plutella xylostella*) und den Kleinen Kohweissling (*Pieris rapae*) sowohl im Ei- wie auch in Larvalstadium beträchtlich reduzieren (Pfiffner et al. 2003). Die Auswahl von geeigneten nektarienspendender Pflanzen spielt dabei für die Förderung der Parasitoiden eine wichtige Rolle (Wäckers et al. 2005, Landis et al. 2005). Gut ernährte Parasitoide leben länger und können mehr Schädlinge parasitieren (Winkler 2005, Winkler et al. 2006).

In diesem Versuch wurde mit Hilfe von Nützlingsstreifen am Kohlfeldrand, sowie mit der Kornblume als „Beipflanze“ eine verbesserte Schädlingsregulation angestrebt. Dabei wurden die Einflüsse der beiden Massnahmen auf: (a) die Eiparasitierung und Eiprädation der Kohleule und (b) die Larvenparasitierung der Kohleule, des Kleinen Kohweisslings und der Kohlmotte untersucht.

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, CH-5070 Frick, henryk.luka@fibl.org

<sup>2</sup> Universität Basel, Departement Umweltwissenschaften, Institut für Biogeographie, St. Johannis-Vorstadt 10, CH-4056 Basel

<sup>3</sup> Universität Innsbruck, Institut für Ökologie, Technikerstrasse 25, A-6020 Innsbruck



## Methoden

An zwei Standorten eines grossen Biobetriebes in Alten (Schweiz, ZH) wurde je ein Nützlingsstreifen mit Kornblume (*Centaurea cyanus*, Blühbeginn Ende Juni) und Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*, Ende Mai) am Feldrand angelegt. Mitte Juni wurden die Kohlpflanzen und separat aufgezogene, bereits blühenden Kornblumen als Beipflanzen gesetzt.

Die Förderung der Nützlinge durch Beipflanzen im Feld wurde in drei Verfahren mit jeweils acht Wiederholungen getestet: 1. *Verfahren* mit Beipflanzen und Aussetzung von *Trichogramma*eiern, 2. *Verfahren* nur mit Aussetzung von *Trichogramma*eiern und 3. *Kontrolle* (ohne Aussetzung und ohne Beipflanzen).

Die Tiefenwirkung von den am Feldrand angelegten Nützlingsstreifen wurde in drei Entfernungen vom Streifen geprüft: *Nahbereich* (3-10 Meter vom Streifen entfernt): Im potentiellen Einflussbereich des Nützlingsstreifens, *Fernbereich* (25-32m): Ausserhalb des Einflussbereiches des Nützlingsstreifens und *Referenzbereich* (49-52m): Ausserhalb des Einflussbereiches des Nützlingsstreifens und ausgesetzter *Trichogramma*.

Zur Ermittlung der Ei-Parasitierung und -Prädation wurden an vier Terminen pro Standort 168 Kohleuleneigelege (*M. brassicae*) aus der Zucht auf die Kohlpflanzen ausgesetzt und für 3 Tage belassen. In den Verfahren mit *Trichogramma*-aussetzungen wurden Kartonstücke mit aufgeklebten von *Trichogramma*wespen parasitierten Wirtseiern ausgesetzt. Nach drei Wochen Brutzeit wurde die Parasitierungsrate der exponierten Kohleuleneier im Labor bestimmen.

Um die Parasitierung der Larven von den drei Schadlepidopteren Kohleule (*M. brassicae*), Kohlmotte (*P. xylostella*) und dem Kleinen Kohweissling (*P. rapae*) erfassen zu können, wurden an drei bis fünf Terminen pro Standort und Termin 112 Punkte nach frei lebenden Larven abgesucht. Die Parasitierung der Larven wurde mittels diagnostischer PCR bestimmt (Traugott et al. 2006).

Vom 6.7 bis 3.8.2007 wurden an beiden Standorten über 1400 Eigelege der Kohleule exponiert und fast 1100 Schadlepidopteren-Larven gesammelt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die höchste Parasitierungsrate der Kohleuleneier wurde mit 9.9% im Nahbereich (NB) der Nützlingsstreifen gemessen (Tabelle 1 links). Sie war signifikant höher als im Fern (FB)- oder Referenzbereich (RB). Bei der Prädation wurde kein Distanzgradient zum Streifen festgestellt; nur im Referenzbereich war die Prädation etwas niedriger. Im Vergleich (Tabelle 1 rechts) wurde eine signifikant höhere Prädation im Verfahren mit Beipflanzen und *Trichogramma*aussetzung (TB) als in den Verfahren mit *Trichogramma* (T) und in der Kontrolle (K) gemessen. Die Unterschiede in der Parasitierung waren dagegen nicht signifikant. Die Parasitierung wurde durch Nützlingsstreifen, aber nicht durch Beipflanzen positiv beeinflusst. Die fehlende Wirkung der Beipflanzen könnte durch die kleine Entfernung zwischen Kontrolle und Verfahren mit ausgesetzten *Trichogramma*-Wespen (12m) oder durch eine suboptimale Wirksamkeit der primär gegen Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) eingesetzten *T. brassicae* verursacht werden.

**Tabelle 1: Mittlere Prädation und Parasitierung von *Mamestra brassicae*-Eiern nach Bereich (links) und Verfahren (rechts). NB: Nahbereich, FB: Fernbereich, RB: Referenzbereich, TB: Verfahren mit Beipflanzen und *Trichogramma*, T: Verfahren mit *Trichogramma*, K: Kontrolle. Signifikant bei unterschiedlichen Buchstaben, ANOVA, Post-Hoc Tukey mit  $p < 0.05$**

<i>Mamestra brassicae</i> -Eier					
Bereich	Prädation (%)	Parasitierung (%)	Verfahren	Prädation (%)	Parasitierung (%)
NB (n=8)	9.8	9.9 a	TB (n=16)	14.0 a	7.3
FB (n=8)	10.3	4.5 b	T (n=16)	8.5 b	5.4
RB (n=8)	7.4	1.6 c	K (n=16)	7.6 b	8.8

Bei der Parasitierung von *M. brassicae*- und *P. xylostella*-Larven konnte ein ähnlich abfallendes Muster über die Distanz wie bei Kohleuleneiern festgestellt werden, bei *P. rapae* dagegen nicht (Tabelle 2). Alle Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Der Larvenbesatz von *M. brassicae* und *P. rapae* war in den drei Bereichen ähnlich hoch, derjenige von *P. xylostella* nahm gegen den Referenzbereich hin signifikant ab.

**Tabelle 2: Mittlere Anzahl- und Parasitierung der Larven von *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella* und *Pieris rapae* nach Bereich (oben) und Verfahren (unten). Abkürzungen wie in Tabelle 1**

Bereich / Verfahren	<i>M. brassicae</i>		<i>P. xylostella</i>		<i>P. rapae</i>	
	Anzahl Larven	Parasitierung (%)	Anzahl Larven	Parasitierung (%)	Anzahl Larven	Parasitierung (%)
NB (n=8)	1.0	37.6	0.4 b	24.0	0.2	42.9
FB (n=8)	0.8	23.4	0.5 b	21.2	0.2	65.6
RB (n=8)	1.3	26.4	0.7 a	15.7	0.2	51.7
TB (n=16)	0.9	47.0	0.5	22.8	0.2	43.8
K (n=16)	0.9	19.5	0.4	22.7	0.2	67.9

Im Verfahrensvergleich war der mittlere Larvenbesatz bei allen drei Schädlingen in beiden Verfahren ähnlich hoch. Die Parasitierung in TB war nur bei *M. brassicae* tendenziell höher als in der Kontrolle (Tabelle 2 unten).

Unsere Resultate zeigen eine erhöhte Eiparasitierung bei *M. brassicae* in Streifennähe, sowie einen positiven Effekt der Kornblume auf die Eiprädation bei *M. brassicae*. Die Häufigkeit frei lebender *P. xylostella*-Larven nahm ebenfalls mit der Distanz zum Streifen ab, was als Wirksamkeit der Parasitierung/Prädation gewertet werden kann. Sämtliche weiteren Resultate sind lediglich Tendenzen, was wir primär dem aufwandbedingt geringen Stichprobenumfang, sowie der wahrscheinlich zu kleinen räumlichen Ausdehnung der Verfahren und der damit einhergehenden Vermischung der Effekte zuschreiben.

## Schlussfolgerungen

Nützlingsstreifen mit Kornblume (*Centaurea cyanus*) und Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) erwiesen sich für die Förderung der Parasitoiden im Kohl als potentiell geeignet. Nach Frühlingsansaat Anfang April bieten sie von Ende Mai bis Mitte August ein gutes Nektarangebot. Zudem scheint die Kornblume als Beipflanze zu passen. Die anbautechnischen Aspekte für die Praxis müssen noch weiter optimiert werden. Die Streifen wirkten sich positiv auf die Parasitierung der Kohleuleneier aus. Die Prädation wurde durch die Beipflanzen positiv und dies unabhängig von der Entfernung zum

Nützlingsstreifen beeinflusst. Die Streifen wirkten sich nicht signifikant positiv auf die Parasitierung der Kohleulen- und Kohlmottenlarven aus. Der Schädlingsbesatz von Larven der Kohleule und Kohlmotte war im Nahbereich von Nützlingsstreifen niedriger als in Referenzbereich (ohne Streifeneinfluss). Es konnten erste Hinweise für die Erhöhung der Parasitierung durch den Einsatz von Beipflanzen für die Kohleule erbracht werden.

Die Förderung der Parasitoideneffizienz durch Nützlingsstreifen lässt sich durch Optimieren der Artenzusammensetzung der Streifen und der Pflege erhöhen. Die Messung der Beipflanze- und Streifenwirkung auf die Parasitierungsleistung der Wespen war wegen verschiedenen Faktoren wie Beipflanzenstadium, Blühzeit (synchronisieren mit der Aktivität von Antagonisten), Mobilität der Wespen erschwert. Durch die Auswahl der Beipflanzen, sowie Optimierung der Beipflanzung in Freilandversuchen auf grösserer räumlicher Skala, sollten weitere Fortschritte erzielt werden.

### Danksagung

Der Bristol Stiftung, dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), sowie der Stiftung Wirtschaft und Ökologie (SWÖ) danken wir für die finanzielle Unterstützung, dem Betrieb Rathgeb's Bioproducte (Unterstammheim) und Dani Hangartner für die zur Verfügung gestellten Kohlfächchen, der Firma Andermatt Biocontrol (Kleindietwil) und Martin Günter für die *Trichogramma*-Schlupfwespen, Pius Andermatt (Syngenta, Stein) für die Bereitstellung von Zuchtmaterialien für die Kohleule und Johannes Burri (Fenaco) für das zur Verfügung gestellte Saatgut und die Beipflanzen. Oliver Balmer (FiBL, Frick) gilt unser Dank für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

### Literatur

- Hole, D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological conservation* 122: 113-130.
- Landis D. A., Menalled F. D., Costamagna A. C., Wilkinson T. K. (2005): Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. *Weed Science* 53: 902-908.
- Lavandero B., Wratten S., Didham R., Gurr G. M. (2006): Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword? *Basic and Applied Ecology* 7: 236-243.
- Pfiffner L., Luka H. (2003): Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders in cereal crops - a paired farm approach in NW-Switzerland. *Basic and Applied Ecology* 4, 117-127.
- Pfiffner L., Merkelbach L., Luka, H. (2003): Do sown wildflower strips enhance the parasitism of lepidopteran pests in cabbage crops? *IOBC/WPRS Bulletin* 26 (4) 2003: 111-116.
- Pfiffner L., Luka H., Schlatter C. (2005): Schädlingsregulation gezielt verbessern. *Ökologie & Landbau* 134 (2): 51-53.
- Traugott M., Zangerl P., Juen A., Schallhart N., Pfiffner L. (2006): Detecting key parasitoids of lepidopteran pests by multiplex PCR. *Biological Control* 39: 39-46.
- Wäckers F.L., Van Rijn P.C.J., Bruin J. (2005): *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: a protective mutualism and its applications*. Cambridge University Press, 356 S.
- Winkler K. (2005): *Assessing the risks and benefits of flowering field edges. Strategic use of nectar sources to boost biological control*. Thesis Wageningen University: 118 S.
- Winkler K., Wäckers F.L., Bukovinszky-Kiss G., Van Lenteren J. C. (2006): Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic and Applied Ecology* 7(2): 133-144.

## Vermeidung und Reduktion von Möhrenfliegenschäden im Ökolandbau

Herrmann, F.<sup>1</sup>, Buck, H.<sup>2</sup>, Liebig, N.<sup>2</sup>, Hommes, M.<sup>3</sup>, Saucke, H.<sup>1</sup>

*Keywords: Psila rosae, organic carrots, trap crops, damage reduction*

### Abstract

*The carrot fly *Psila rosae* is a major pest in organic carrots. Damage strongly depends on local factors and is often found when cropping intensity is high. However, limited field site availability may require growing carrots close to crop sites of preceding years. Here, results of the first two years show carrots may be protected from infestation using trap crops (also carrots) to bind and actively reduce the local *P. rosae* population. To protect the main carrot field, pair wise arrangements of carrot strips were sown 1) directly at the previous year carrot field and 2) close to the main field to protect the present carrots. During the first generation a mean sum of 36 and 62 flies/trap in 2007 and 2008 respectively were monitored with yellow sticky traps (Rebell orange®) leading to high infestation pressure. Monitoring results show the flies are effectively attracted and bound by strip 1) but still negotiate distances of 130 and 180 metres between previous and present carrot fields. Carrot strip 1) was to be removed in time to prevent the second generation of *P. rosae* to develop. Based on the simulation model SWAT monitoring data and damage assessment was used for timing concerns. Hence, critical issues about removing the trap crops are discussed. In 2008 eclector traps were established onto the sites of removed trap crops to further verify the effectiveness of trap crop handling. First results positively support applied techniques. All trials are to be repeated during field season 2009.*

### Einleitung und Zielsetzung

Aufgrund einer steigenden Nachfrage bei den Verbrauchern nimmt die Möhre im Ökolandbau einen zunehmenden Anteil in der Fruchtfolge ein. Doch gleichzeitig wächst auch das Risiko durch Möhrenfliegenschäden, verursacht durch den Fraß der Larven im Rübenkörper, besonders bei arrondiertem und intensivem Anbau. Da im Ökolandbau keine wirksamen direkten Bekämpfungsmöglichkeiten bestehen, werden im einem BLE-Projekt (Laufzeit 2007-2010) mit GIS-basierenden Methoden befallsförderliche Anbaukonstellationen, wie Abstand zu Vorjahresflächen, Schlaggeometrie, räumliche Nähe zu kritischer Vegetation und verschiedene Saatzeitpunkte auf ca. 5 Beispielbetrieben pro Jahr quantitativ analysiert. Die Ergebnisse fließen jeweils in die Anbauplanung des Folgejahres ein. In Fällen, wo aufgrund betrieblicher Umstände präventive Möglichkeiten nicht ausschöpfbar waren, wurden zur Befallsminderung Fangstreifen mit Möhren als Fangpflanze angelegt. Den Untersuchungsschwerpunkt bildet hierbei der Umgang mit den gebundenen Schädlingen im Fangstreifen und Abwägungskriterien zu deren zeitgerechten Eliminierung, bevor sich dort Larven erfolgreich verpuppen und als 2. Fliegengeneration ein Befallsrisiko für die Erwerbsfläche darstellen können.

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen, fherrmann@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/agrar/phytomed>

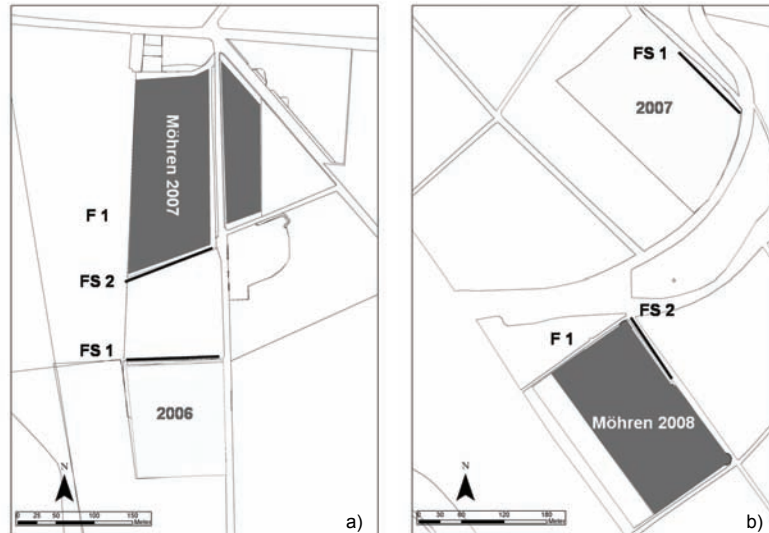
<sup>2</sup> Ökoring & Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, Bahnhofstr. 15, D-27374 Visselhövede

<sup>3</sup> Julius Kühn-Institut Braunschweig, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Die Untersuchungen haben das Ziel die Möglichkeiten präventiver Anbauplanung besser auszuschöpfen und die Fangstreifenmethode als mögliche Option zur Risikominimierung zu erproben und weiter zu entwickeln. Im Folgenden werden erste Ergebnisse der Fangstreifen-Effekte aus den Jahren 2007 und 2008 vorgestellt.

### Methoden

Die beprobten niedersächsischen Möhrenflächen (Bioland) lagen 130 m (2007) bzw. 180 m (2008) von einer vorjährigen Möhrenfläche mit Fliegenbefall entfernt. Die Anlage der Fangstreifen (FS) mit einer Breite von vier Dämmen (ca. 3 m) erfolgte jeweils paarweise und zwar mit FS1 direkt auf der Vorjahresfläche, um schlüpfende Fliegen der 1. Generation zu binden und FS2 an der befallsexponierten Seite der aktuellen Möhrenfläche. Letzterer war von der jew. Erwerbsfläche (F1) durch 3 m Schwarzbrache getrennt (vgl. Abb. 1a, b).



**Abbildung 1: Lage der Möhrenfelder (F1) in Relation zu Vorjahresflächen und Anlage der Fangstreifen (FS) in 2007 (a) und in 2008 (b).**

Fangstreifen und Hauptmöhrenflächen wurden zeitgleich am 30.03.07 bzw. am 23.04.08 gesät. Zur Flugüberwachung 1-2 x die Woche wurden jeweils 3 Gelbfallen (Rebell orange®) in den Fangstreifen und 4 bzw. 5 Fallen (2007 bzw. 2008) im Hauptfeld aufgestellt. Larvenbefall wurde in Fangstreifen und Hauptflächenrand zu drei Terminen (2007 t1=13.06., t2=27.06., t3=20.07; 2008 t1=05.06., t2=25.07., t3=21.08.) ermittelt. Die Probengröße umfasste in 2007 100 Möhren/Zählstrecke und 2008 50 Möhren (2x25/Zählstrecke) mit 4 Wiederholungen in 2007 bzw. 3 in 2008. Unter Verwendung des Simulationsmodells SWAT ([www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de)) wurde anhand der simulierten Populationsdynamik und der Ergebnisse der t1 Probenahme der Stand der Larvenentwicklung ermittelt und über den Zeitpunkt der Entfernung des FS1 entschieden. FS2 verblieb in beiden Jahren bis zur Ernte an der Hauptfläche. Zur Feststellung des Befalls in der Hauptmöhrenflächen F1 wurden einmalig kurz vor der Ernte 9 Proben à 50 Möhren in einem 3x3 Raster über das Feld verteilt genommen.

In 2008 wurden zur Überprüfung der wirksamen Entfernung des Fangstreifens und unterbundenen Fliegenentwicklung in FS1 am 09.07. Photoektoren (0,33 m<sup>2</sup>) auf Teilstücken des ehemaligen FS1 in den Varianten „nicht eingegrubbert“ und „gegrubbert“ in je 3 Wiederholungen etabliert und ca. wöchentlich auf geschlüpfte Fliegen kontrolliert.

Erste statistische Auswertungen zu Unterschieden im Fliegenvorkommen und im Befallsaufkommen wurden mittels einer einfaktoriellen ANOVA zwischen den Standorten mit SPSS (15.0) durchgeführt. Anschließend wurde ein Tuckey-Test zur Differenzierung der Unterschiede angewendet.

## Ergebnisse und Diskussion

**Fliegenmonitoring:** Im Folgenden werden die Gelbstafelfangsummen der jeweils 1. Generation in 2007 und 2008 miteinander verglichen, da in 2007 die 2. Generation aufgrund des frühen Erntetermins Anfang August nicht vollständig dokumentierbar war. Wie aufgrund der räumlichen Konstellation erwartet wurde, nahmen die Fangsummen in FS1, FS2 und F1 mit der Entfernung zur Vorjahresfläche ab (Tabelle 1). In FS1 wurden in beiden Jahren über 50% der aus 1. Generation stammenden Tiere gezählt und belegen die Bindungsfunktion des ersten Fangstreifens.

**Tabelle 1: Monitoring des Flugs der Möhrenfliegen mit Gelbfallen (Fangsummen als mittlere Anzahl Fliegen/Falle) in Fangstreifen (FS1&2) und im Möhrenfeld und Larvenbefall am Rübenkörper zu drei verschiedenen Zeitpunkten (t1, t2, t3).**

2007 1. Generation (13.5.-22.6.)					2008 1. Generation (05.5. - 01.7.)			
	<i>P.rosae</i> /Falle	Befall t1 [%]	Befall t2 [%]	Befall t3 [%]	<i>P.rosae</i> /Falle	Befall t1 [%]	Befall t2 [%]	Befall t3 [%]
<b>FS1</b>	60 a	100 a	entfernt	entfernt	112 a	41 a	26 a	entfernt
<b>FS2</b>	37 a	19 b	73 a	68 a	49 b	4 b	45 b	37 a
<b>F1</b>	12 b	0 c	5 b	25 a	25 b	6 b	14 ab	27 a

Signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) mittels ANOVA und anschließendem Tuckey-Test sind in der Tabelle mit unterschiedlichen Buchstaben pro Spalte gekennzeichnet.

**Befallsverlauf:** Auch der Larvenbefall zeigte 2007 am ersten Boniturtermin (t1) einen steilen Gradienten von FS1 mit 100 % über FS2 mit 19 %, zum Hauptfeld mit zunächst 0 % (Tabelle 1, t1). Der Befall stieg allerdings in F1 bis zur Ernte (t3) noch auf 25 % im Randbereich, im Felddurchschnitt auf 11 % an (nicht dargestellt). In 2008 lagen die Befallswerte in FS1 und FS2 ebenfalls deutlich höher als in F1 mit 27 % im Feldrand bzw. 16 % im Felddurchschnitt (nicht dargestellt). Scheinbar sinkende Befallswerte in 2007 (FS2) und in 2008 (FS1, FS2) sind überwiegend befallsbedingten Jungpflanzenverlusten und Vernarbungen schwächerer Fraßschäden der 1. Generation im Laufe des Dickenwachstums zuzuschreiben.

**Entfernen des Fangstreifens:** Die Entfernung von FS1 orientierte sich daran, einerseits möglichst viele Fliegen der 1. Generation mit der Eiablage zu binden, andererseits FS1 noch vor Einsetzen der Verpuppung zu entfernen. In 2007 wurde aufgrund der fortgeschrittenen Larven- und Rübenkörperentwicklung zu t1 entschieden, FS1 umgehend manuell zu räumen. Die jungen Möhren wurden mitsamt Larvenbesatz entfernt. Beim Verbleib des Ernteguts wurde auf ausreichend Abstand zu

Möhrenflächen geachtet (Verfütterung wäre optimal). In 2008 wurde FS1 zeitnah, zum Abklingen der Flugaktivität der 1. Generation, am 09.06. durch Grubbern entfernt, mit wiederholter Bearbeitung eine Woche später. Bis zum 01.09.2008 waren in den nicht gegrubberten Kontrollparzellen durchschnittlich 35 Tiere/Ekektor geschlüpft, gegenüber 0 Fliegen in den gegrubberten Flächen. Auf die Räumung von FS2 in 2007/08 wurde aufgrund des unmittelbar bevorstehenden Erntetermins knapp vor, bzw. noch zu Beginn der 2. Fliegengeneration verzichtet. Zum Umgang mit FS2 an Erwerbsflächen besteht aber weiter Untersuchungsbedarf.

### Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen die Möglichkeit auf, bei hohem Befallsdruck Möhrenfliegenschäden mit Hilfe von Fangstreifen zu verringern. Das zeitsparende Eingrubbern von Fangstreifen scheint also, so lange die Fangstreifenmöhren noch sehr jung sind, ein gangbarer Weg zu sein, massives Befallspotential zu binden und mit hohem Wirkungsgrad durch Grubbern zu eliminieren. Trotzdem sollten Fangstreifen eher als zusätzliche Maßnahme zur präventiven Anbauplanung aufgefasst werden. Die GIS- und SWAT- gestützten Untersuchungen von Risikofaktoren und zur Fangstreifenoption bei Möhrenfliegenbefall sollen in 2009 auf Betrieben fortgeführt werden.

### Danksagung

Besonderer Dank gilt dem BLE, das das vorliegende Forschungsvorhaben im Rahmen des Bundesprogramm Ökologischer Landbau unter 06OE095 fördert sowie den teilnehmenden Landwirten, die mit ihren Anregungen entscheidend zum Gelingen der Arbeit beitragen.

### Literatur

- Finch, S., Freuler, J., Collier, R.H., 1999, *Monitoring Populations of the Carrot Fly Psila rosae*, IOBC/ wprs working group, Integrated Control in Field Vegetable Crops, Dijon Cedex, France.
- Hokkanen, H. M. T. (1991): Trap Cropping in Pest Management. *Annu. Rev. Entomol.* 36:119-38.
- Hokkanen, H. M. T. (1989): Biological and agrotechnical control of the rape blossom beetle *Meligethes aeneus* (Coleoptera, Nitidulidae). *Acta Entomol. Fennica* 53:25-29
- Hommes, M. & Gebelein, D. (1996): Simulation models for the cabbage root fly and the carrot fly. *IOBC/WPRS Bulletin* 1996, 19(11), 60-65.

## Regulierung der Weißen Fliege im Kohlanbau durch den kombinierten Einsatz von Kulturschutznetzen und Nützlingen – Erste Ergebnisse des BÖL-Projekts

Schultz, B.<sup>1</sup>, Wedemeyer, R.<sup>1</sup>, Saucke, H.<sup>1</sup>, Leopold, J.<sup>2</sup> und Zimmermann, O.<sup>2</sup>

*Keywords: Aleyrodes, cabbage, Clitostethus, Encarsia, whitefly*

### Abstract

*The cabbage whitefly, Aleyrodes proletella, has gradually developed into a key pest, affecting the quality of organic Brassica vegetables. Netting may provide partial control of the cabbage whitefly. In the ongoing project mechanical control methods using the barrier effect of netting and biological control methods with naturally occurring whitefly antagonists, namely the predatory ladybeetle Clitostethus arcuatus and the larval parasitoid Encarsia tricolor, are combined and their efficiency tested in small-scale field experiments. During the first year, adverse weather conditions affected the study. However, first results indicate, that even under relatively low host densities the parasitism by E. tricolor was enhanced after their release inside the nets, in comparison to corresponding controls with nets only. C. arcuatus adults were recovered up to 60 days after their release, although progeny was not observed throughout the vegetation period. Application of netting reduced whitefly larvae and puparia by more than 70%.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Kohlmottenschildlaus *Aleyrodes proletella* [Hom., Aleyrodidae] (KMSL) hat sich zunehmend zu einem Qualitätsschädling im ökologischen Kohlanbau entwickelt, insbesondere im Anbau von Rosen- und Grünkohl in Nordhessen und Niedersachsen. In der Praxis kommen häufig Kulturschutznetze der Maschenweite 1,35 x 1,35 mm als Barriere gegen Kohlschädlinge zum Einsatz, die jedoch einen Befall mit KMSL nicht unterbinden können. Versuche mit verschiedenen Netztypen zeigten eine verbesserte Barrierewirkung feinmaschigerer Netze (0,8 x 0,8 mm) bei unverändertem Ertragsniveau. Durch mehrmaliges Aufdecken der Netze für die Unkrautbekämpfung ließ sich jedoch unter keinem Netztyp Initialbefall durch die KMSL verhindern. (Saucke & Gießmann 2003, Saucke et. al. 2004).

Der kombinierte Einsatz von Kulturschutznetzen als mechanische Barriere und die Freilassung natürlicher Gegenspieler unter dem Schutz dieser Netze wurde bisher in Deutschland nicht untersucht. Dieser neue Ansatz ist Gegenstand eines dreijährigen Projektes (2007-2009) mit den Kooperationspartnern Julius-Kühn Institut (JKI), Darmstadt, Ökoring Niedersachsen und der Katz Biotech AG. In diesem kommen Kulturschutznetze (0,8 x 0,8 mm) in Kombination mit zwei natürlichen Gegenspielern (*Encarsia tricolor* [Hym.:Aphelinidae], *Clitostethus arcuatus* [Col.:Coccinellidae]) zum Einsatz. Erwartet werden eine zusätzliche Verringerung des KMSL-Befalls und dadurch bedingter Ertragsausfälle. Im Folgenden werden die Ergebnisse eines Parzellenversuchs aus 2007 dargestellt.

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen, bschultz@uni-kassel.de,

<sup>2</sup> Institut für biologischen Pflanzenschutz, Julius-Kühn Institut, Heinrichstr. 243, D-64287 Darmstadt



## Methoden

Der Parzellenversuch wurde als randomisierte Blockanlage auf den Flächen des Versuchsbetriebs Neu-Eichenberg der Universität Kassel mit den folgenden sechs Varianten in vier Wiederholungen angelegt:

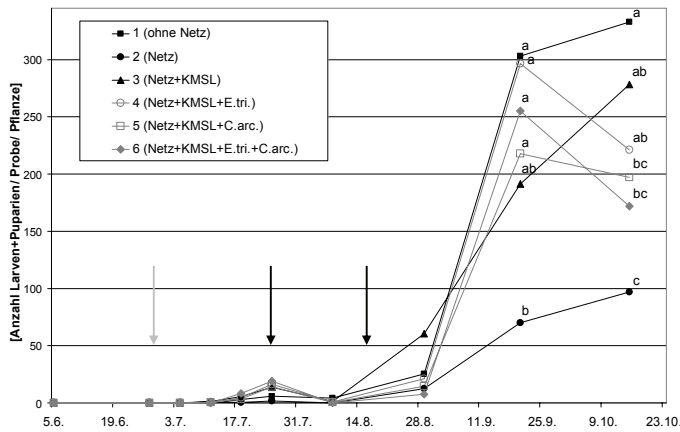
- ohne Netz
- mit Netz
- mit Netz und KMSL Freilassung
- mit Netz, KMSL- und *E. tricolor*- Freilassung
- mit Netz, KMSL- und *C. arcuatus*- Freilassung
- mit Netz, KMSL- und kombinierter *E. tricolor* und *C. arcuatus*- Freilassung

Nach Pflanzung der Rosenkohl-Sorte Genius (Hybrid) mit 2,2 Pflanzen/m<sup>2</sup> am 05.06.07 erfolgte die sofortige Abdeckung der Netz-Varianten mit Kulturschutznetzen (Maschenweite: 0,8 x 0,8 mm, Hadi GmbH, 21436 Marschacht). Das praxisübliche Hacken des Versuchs mit Netzaufdeckung erfolgte zweimalig am 19.06.07 und 20.07.07. Um einen gleichmäßigen KMSL-Initialbefall zu gewährleisten, wurden Ende Juni in allen Varianten mit Nützlingsfreilassung sowie einer Kontrollvariante adulte KMSL freigesetzt. Die Antagonisten wurden am 23.07.07, und 17.08.07 in einer Dichte von 12,5 bzw. 20 Encarsien/m<sup>2</sup> (als parasitierte KMSL-Larven auf Rosenkohlblättern) und 1 *C. arcuatus*-Imagines/m<sup>2</sup> ausgesetzt (Herkunft der Nützlinge: Katz Biotech AG, 15837 Baruth). Eine Qualitätskontrolle der eingesetzten Encarsien am JKI Darmstadt ergab, dass aus dem Material 92,5% der erwarteten Menge an Encarsien schlüpfte. Der Schlupf erfolgte über einen Zeitraum von 12 Tagen. Verunreinigung mit anderen Parasitoiden oder räuberischen Nützlingen lag nicht vor. Zeitgleich mit dem Entspitzen der Pflanzen am 18.10.07 wurden alle Netze entfernt. Die Ertragserhebungen nach markfähiger Ernte und Qualität (Fraßschäden, Verunreinigungen, Festigkeit), sowie Unter- und Übergrößen erfolgten an 40 Pflanzen je Parzelle vier Wochen später.

Der Befall mit KMSL wurde an 10 markierten Pflanzen pro Parzelle erhoben, in dem an jeweils sieben Blättern Eigelege, Larven und Puparien sowie Adulte gezählt wurden. Zudem wurden *E. tricolor* (Puppen und Adulte) sowie *C. arcuatus* (Larven, Puppen und Adulte) erfasst. Insgesamt wurde zwischen erstem Auftreten der KMSL in den Freiparzellen (Variante 1) und dem Abnehmen der Netze im Oktober zu neun Terminen Befallserhebungen durchgeführt. Ergänzend erfolgte die zweimalige Entnahme am 20.09.07 und 17.10.07 von jeweils 10 Blattproben aus den Parzellen mit *E. tricolor* Freilassung sowie aus den Kontrollparzellen (Variante 1 und 3). Die gewonnenen Blattproben wurden am JKI Darmstadt auf Parasitierung untersucht sowie Geschlechterverhältnis und Anzahl geschlüpfter Encarsien bestimmt. Zum zweiten Termin wurde zusätzlich der Parasitierungsgrad erhoben.

## Ergebnisse und Diskussion

Am 11.06.07, eine Woche nach dem Pflanzen, wurden die ersten adulten KMSL in den Freiparzellen beobachtet; unter Netz ca. zwei Wochen später, nach dem ersten Hacken. Diese Beobachtung belegt das KMSL-Initialbefallsrisiko bei kurzfristiger Netz-Entfernung zur mechanischen Beikrautregulierung. Der insgesamt extrem niederschlagsreiche Sommer 2007 verzögerte den Befall und die Schadensentwicklung war gering. Während der Standzeit des Rosenkohls entwickelten sich insgesamt zwei überlappende Generationen KMSL, bedingt durch den beständigen Zuflug aus benachbarten Rapsschlägen, insbes. zur Rapsernte Mitte Juli.



**Abbildung 1: Befallsentwicklung von KMSL Larven und Pupaen in 2007 (E.tri. = *Encarsia tricolor*, C.arc. = *Clitostethus arcuatus*, KMSL= Kohlmottenschildlaus, Pfeil grau= KMSL-Freilassung, Pfeil schwarz= Nützlingsfreilassung, Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ) an den letzten beiden Boniturterminen)**

Durch die Netzabdeckung konnte der KMSL-Befall deutlich verringert werden. Durchschnittlich waren 71% weniger Larven und Pupaen als in den Parzellen ohne Netz beim Entfernen der Netze Mitte Oktober zu beobachten (Abb. 1). Die Freilassung von KMSL unter Netz (Var. 3) führte zu keinem stärkeren Befall als im Freiland (Var. 1). Für den Befall mit adulten KMSL und Eigelegen zeichnete sich ein vergleichbares Bild ab. Lediglich zur letzten Befallserhebung war ein Rückgang an Eigelegen bei noch hoher Imaginespräsenz in allen Varianten zu verzeichnen, was vermutlich der einsetzenden tageslängenabhängigen Diapause der Adulten zuzuschreiben ist.

Adulte *C. arcuatus* wurden beim Fraß an KMSL Larven und Eiern bis zu 60 Tagen nach Freilassung beobachtet. Eine Vermehrung von *C. arcuatus* war anhand von Larven oder Puppen nicht nachweisbar. Das geringe Wirtsangebot und die relativ niedrigen Temperaturen nach der Freilassung (im Durchschnitt  $15^{\circ}\text{C}$ ) könnten sich hier negativ auf eine Eiablage von *C. arcuatus* ausgewirkt haben. Entsprechend seiner mediterranen Herkunft liegt das Temperaturoptimum für Fruchtbarkeit und Jugendentwicklung zwischen  $25^{\circ}$  und  $30^{\circ}\text{C}$ , während Mota et. al. (2008) bei konstanten  $15^{\circ}\text{C}$  im Labor deutlich verlängerter Präovipositionszeit, verringerter Eizahl sowie erhöhte Eimortalität und verlängerte Jugendentwicklung verzeichneten.

Die Parasitierung von KMSL Pupaen durch *E. tricolor* wurde an Blattproben zu beiden Terminen nachgewiesen. Zur zweiten Probennahme lag in 22,5 % (Var. 4) bzw. 20,0 % (Var. 6) der Proben Parasitierung vor. (Parasitierungsgrad: 1,0 % Var. 4 und 1,4 % Var. 6). Obwohl die Maschenweiten prinzipiell für *E. tricolor* durchgängig sind, schlug sich die aktive Freilassung von *E. tricolor* unter Netz in einer deutlich höheren Parasitierung nieder als in den Netzparzellen ohne Freilassung, wo 12,5% der Blattproben mit durchschnittlich 0,3% der KMSL-Larven parasitiert waren. Die stärkste Parasitierung konnte in der Variante 1 ohne Netzabdeckung gefunden werden (82,5 % der Blattproben parasitiert, 7,1% Parasitierungsgrad), was als Hinweis auf eine bereits vorhandene Hintergrundpopulation am Standort gewertet werden kann. Dafür sprechen auch parallel ausgewertete Blattproben verschiedener ökologischer Gemüsebaubetriebe mit bestätigter *E. tricolor* – Präsenz.

Eine deutliche Befallsreduktion durch den Nützlingseinsatz war unter den Bedingungen des ersten Versuchsjahres 2007 also nicht gegeben, auch wenn die Befallswerte in den *E. tricolor*-Netz-Varianten (Var. 4 und 6) zum letzten Boniturtermin im Vergleich zur Netzvariante (Var. 3) rückläufige Tendenz aufwiesen (Abb. 1).

Der marktfähige Ertrag blieb unbeeinflusst von Netzabdeckung und Nützlingsfreisetzung (Schwankungsbreite von 0,970 kg/m<sup>2</sup> in Var. 3 bis 1,184 kg/m<sup>2</sup> in Var. 5), da insgesamt keine KMSL-bedingten Qualitätsausfälle verursacht wurden. Trotzdem zeigte sich die Notwendigkeit einer Netzabdeckung am tendenziell höheren Ausschuss durch Kohlfliedenbefall in den offenen Parzellen (29,8% nicht vermarktbar gegenüber 20,3% - 23,6% in übrigen Varianten).

### Schlussfolgerungen

In diesem Projekt wird erstmalig systematisch mit zwei kommerziell interessanten Gegenspielern der Weißen Fliege in Kohlgemüse unter praxisnahen Bedingungen gearbeitet. Trotz der widrigen Rahmenbedingungen im ersten Versuchsjahr war die erfolgreiche Etablierung gezüchteten *E. tricolor* Materials unter Netz möglich und zwar auch bei geringem Wirtsangebot. Die Pflanzenverträglichkeit und gute Barrierewirkung gegenüber KMSL-Befall des feinmaschigen Kulturschutznetzes wurde bestätigt. Die experimentelle Anwendung beider Gegenspieler-Kandidaten in Kombination mit Netzen wird fortgeführt, ergänzt von Käfig- und OnFarm-Versuchen in 2008 und 2009.

### Danksagung

Wir bedanken uns für die Förderung diese Projekts durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (FuE-Nr. 06 OE 339).

### Literatur

- Mota J. A., Soares A. O., Garcia P. V. (2008): Temperature dependence for development of the whitefly predator *Citostethus arcuatus* (Rossi). *BioControl* 53:603-613.
- Saucke H., Gießmann M. (2003): Eignung verschiedener Kulturschutz-Netze und Vliese zur Regulierung der Kohlmottenschildlaus (*Aleyrodes proletella*) in Rosenkohl. In: Versuche im niedersächsischen Öko-Gemüsebau 2002 – Ergebnisse, Analysen, Empfehlungen. Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, Visselhövede, S. 115-118.
- Saucke H., Schultz B., Predatova M. (2004): Eignung verschiedener Kulturschutz-Netze und Vliese zur Regulierung der Kohlmottenschildlaus (*Aleyrodes proletella*) in Rosenkohl. In: Versuche im niedersächsischen Öko-Gemüsebau 2003 – Ergebnisse, Analysen, Empfehlungen. Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen, Visselhövede, S. 145-149.

## Migration und Ausbreitung der Kirschfruchtfliege innerhalb von Obstanlagen – Möglichkeit der biologischen Bodenbehandlung

Daniel, C.<sup>1</sup> und Wyss, E.<sup>1</sup>

*Keywords: Rhagoletis cerasi, dispersal, soil treatment, plant protection*

### Abstract

*The European cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi*) is the only pest insect which makes a insecticide treatment of cherry fruit necessary. With regard of residue free cherries a biocontrol method for *R. cerasi* by soil applications seems attractive. However, soil treatments can only be effective if the migration of flies is low. In order to examine the potential of soil treatments and to understand the dispersal behaviour of *R. cerasi* in orchards, experiments using nettings to cover the soil were conducted. The experiments were arranged in commercial, organically managed orchards. The nettings reduced fruit infestation by 90%. In addition, it was shown that the flies move only very short distances (less than 5 m) within orchards. Thus, soil treatments are an interesting strategy to control *R. cerasi* in extensively managed orchards.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* ist der einzige Schädling, der eine Insektizidbehandlung der Kirschen notwendig macht. Da *R. cerasi* mehr als zehn Monate im Jahr als Puppe im Boden verbringt, und da ihr Vorkommen auf den Bereich der Baumscheibe begrenzt ist, wäre eine Bodenbehandlung eine attraktive Möglichkeit zur Regulierung dieses Schädlings. Mit zunehmender Kenntnis möglicher Biocontrol-Organismen, wie entomopathogenen Pilzen (Daniel 2008) oder Nematoden (Kuske et al. 2005), könnten in Zukunft neue Möglichkeiten zur Bekämpfung verfügbar sein. Bodenbehandlungen können jedoch nur erfolgreich sein, wenn die Ausbreitung des Schädlings gering ist. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, durch die Abdeckung des Bodens unter den Kirschbäumen das Potential von Bodenbehandlungen sowie die Ausbreitung der Kirschfruchtfliegen in einer Obstanlage zu erfassen.

### Methoden

Die Versuche wurden in zwei 20-30 Jahre alten Halbstammobstanlagen durchgeführt. Die Versuchsanlage in Sissach (Kanton BL, Schweiz) bestand aus 5 Reihen (20 Bäume pro Reihe, Baumabstand 5 m). Vor Schlupfbeginn der Fliegen wurden am 18.05.2005 in der Mitte jeder 100 m langen Reihe 50 Laufmeter des Bodens mit Netzen (Maschenweite 0.8 mm) abgedeckt. Die Netze wurden an den Rändern eingegraben und blieben bis zum 06.07.2005 liegen. An jedem Ende der Reihe blieben 25 Laufmeter ungedeckt als Kontrolle. Im Jahr 2006 wurde der Versuch in einer Obstanlage in Möhlin (Kanton BL, Schweiz) wiederholt. Diese Obstanlage war etwas kleiner (Reihenlänge 65 – 90 m, 3 Reihen). Pro Reihe wurden 40 Laufmeter Netz am 30.06.2006 installiert und am 04.07.2006 wieder entfernt. Die Flugaktivität der Kirschfruchtfliegen wurde mit einer Gelbfalle pro Baum von Versuchsbeginn bis eine Woche nach der Ernte wöchentlich überwacht. Der Befall der Früchte mit Maden konnte nur im Versuch in Möhlin erhoben werden, da in der Versuchsanlage in

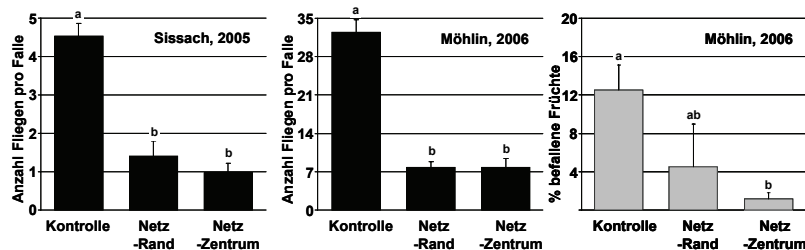
---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, claudia.daniel@fibl.org, www.fibl.org

Sissach der Ertrag durch einen starken Frostspannerbefall im Frühjahr vernichtet wurde. In Möhlin wurden 50 Früchte pro Baum entnommen und auf Madenbefall kontrolliert. Für die Auswertung wurden drei Verfahren verglichen: Kontrolle (ohne Netz), Netz-Rand (< 10 m vom Netzrand entfernte) und Netz-Zentrum (> 10 m vom Netzrand).

### Ergebnisse und Diskussion

Die Abdeckung des Bodens mit Netzen reduzierte die Flugaktivität der Kirschfruchtfliege signifikant (Abbildung 1; Statistik: Sissach, 2005: one-way-ANOVA:  $F_{2,12}=34.99$ ,  $p<0.0001$ ; Möhlin, 2006: two-way-ANOVA [Verfahren, Kirschensorte]: Verfahren:  $F_{2,9}=118.46$ ,  $p<0.0001$ , Sorte:  $F_{4,9}=4.70$ ,  $p=0.025$ ; Tukey HSD-Test  $\alpha=0.05$ ). Die Migration der Fliegen innerhalb einer Obstanlage war sehr gering. Die meisten Fliegen bleiben offensichtlich in dem Baum, unter dem sie geschlüpft sind. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass die Fliegen unter den Netzen überleben konnten und dass die beobachteten Unterschiede tatsächlich auf die Wirkung der Netze zurückzuführen sind. Der Befall der Früchte wurde durch die Bodenabdeckung ebenfalls signifikant reduziert (Abbildung 1, Statistik: two-way-ANOVA [Verfahren, Sorte]: Verfahren:  $F_{2,9}=6.61$ ,  $p=0.017$ , Sorte:  $F_{4,9}=1.36$ ,  $p=0.32$ ; Tukey HSD-Test  $\alpha=0.05$ ).



**Abb. 1: Einfluss von Bodenabdeckungen auf den Fang Kirschenfliegen in den Jahren 2005 und 2006, sowie den Befall von Kirschen mit Maden im Jahr 2006.**

Fazit: Eine Bodenabdeckung mit Netzen kann die Flugaktivität der Fliegen um 75-80% und den Befall mit Maden um 90 % senken. Der Einsatz von Netzen ist für die Praxis jedoch zu teuer und arbeitsaufwändig. Der Einsatz von Biocontrol-Organismen als Bodenbehandlung könnte jedoch in Zukunft eine Bekämpfungsstrategie darstellen.

### Literatur

- Daniel C., Keller S., Wyss E. (2008): Susceptibility of *Rhagoletis cerasi* to entomopathogenic fungi. IOBC wprs Bulletin 31: 228-233.
- Kuske S., Daniel C., Wyss E., Sarraquigne J., Jermini M., Conedera M., Grunder, J. (2005): Biocontrol potential of entomopathogenic nematodes against nut and orchard pests. IOBC wprs Bulletin 28: 163-167.

## Biofumigation auch gegen pflanzenparasitische Nematoden?

Eder, R.<sup>1</sup>, Roth, I.<sup>2</sup>, Zinsstag, C. und Koch, W.<sup>3</sup>

*Keywords: plant parasitic nematodes, biofumigation, control, vegetable production*

### Abstract

*Biofumigation refers to a biological method to reduce diseases, pests and weeds in the soil which is suitable for organic production systems. Cruciferous plants with a high level of Glucosinolates are grown for about two months in the field. To achieve the biofumigation effect, the intercrop is mulched during full bloom and rapidly incorporated into the soil. The Gluconisolates are converted during biological degradation into volatile substances toxic for certain diseases or pests. Nematodes are also sensitive to these substances and are reduced thereby. Besides using the incorporation of fresh plant material, pellets made of dried cruciferous plants and sold as fertilizer might be an alternative approach for nematode control. The pellets are incorporated into the soil before planting, avoiding the cultivation of plants for several months as in conventional biofumigation. First results from pot and greenhouse experiments show effects on plant growth, galling index and reproduction rate of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Further studies conducted at the Agroscope Changins-Wädenswil Research Station ACW are underway to evaluate the potential of this method for the control of different *Meloidogyne*-species and host plants.*

### Einleitung und Zielsetzung

Biofumigation ist ein biologisches Verfahren um Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im Boden zu reduzieren. Kreuzblütler-Pflanzen mit hohem Glukosinolatgehalt werden für etwa zwei Monate im Feld angebaut. Diese werden zur Vollblüte gemulcht und schnell in den Boden eingearbeitet. Bei der Zersetzung der Glukosinolate im Boden entstehen gasförmige und für bestimmte Organismen giftige Stoffe. Diese reduzieren auch Nematoden. Neben der Einarbeitung von frischem Pflanzenmaterial stehen heute Pellets (BioFence; Cerealtoscana, IT) aus getrockneten Kreuzblütlern zur Verfügung. Der Vorteil dieser Pellets ist, dass die Zeit zur Kultivierung der Zwischenfrüchte entfällt, womit auch im Gewächshaus eine Biofumigation möglich ist. Ziel dieser Untersuchungen war es, die Eignung von BioFence Pellets zur Bekämpfung von Wurzelgallennematoden in Topf- und Praxisversuchen zu ermitteln.

### Methoden

In den Jahren 2007 und 2008 wurden Topfversuche unter kontrollierten Bedingungen und ein Versuch in einem Praxisbetrieb durchgeführt. Bei den Topfversuchen wurde ein Felderde-Sand-Gemisch mit der Wurzelgallennematodenart *Meloidogyne arenaria* inokuliert und anschliessend BioFence-Pellets mit einer Aufwandmenge von 2.5 und 3.0 t/ha eingearbeitet. Nach ein bzw. zwei Wochen wurden Tomaten in die so behandelte Erde gepflanzt und in einem Gewächshaus bei 18/22°C aufgestellt. Nach 10 bzw. 12 Wochen wurde das Spross- und Wurzelgewicht, sowie der

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Schloss, 8820, Wädenswil, Schweiz, reinhard.eder@acw.admin.ch, www.nematologie.info-acw.ch, www.acw.admin.ch

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Schloss, 8820, Wädenswil, Schweiz, www.nematologie.info-acw.ch, www.acw.admin.ch

<sup>3</sup> Rathgeb's Bioprodukte, Rohräcker, 8476, Unterstammheim, Schweiz, www.rathgeb-bio.ch

Wurzelgallenindex ermittelt. Zur Bestimmung der Vermehrungsrate (P-final/P-initial) wurden die neugebildeten Wurzelgallenennematodenlarven mittels Sprühverfahren aus dem Wurzelgewebe extrahiert und die Anzahl bestimmt. Der Praxisversuch wurde in einem mit *M. hapla* verseuchten Gewächshaus angelegt. Die BioFence-Pellets wurden mit einer Aufwandmenge von 2.5 t/ha ca. 15 cm tief in den Boden eingearbeitet. Eine Woche später wurden Gurken (Addison auf nematodentoleranter Unterlage) gepflanzt. Als Kontrollvariante diente die standardmässig durchgeführte Dämpfung des Bodens. Jeweils vor der Einarbeitung der Pellets und zu Versuchsende wurden Bodenproben (25 Einstiche, 20 cm tief) entnommen. Die Nematoden wurden mit der Zentrifugationsmethode extrahiert und die Besatzdichte mit Wurzelgallenennematoden (*Meloidogyne* spp.) bestimmt. Zur Bewertung der Wirkung wurde die Vermehrungsrate (Pf/Pi) der Nematoden bestimmt.

### Ergebnisse und Diskussion

Im Topfversuch unter kontrollierten Bedingungen zeigten sich keine Unterschiede in Bezug auf das Wurzelfrischgewicht. Im Gegensatz dazu war das Sprossgewicht der Tomaten in Abhängigkeit von der BioFence-Aufwandmenge signifikant erhöht. Gleichzeitig zeigte sich in den BioFence Varianten ein signifikant erhöhter Gallenindex. Die Düngewirkung von BioFence und das daraus resultierende stärkere Wachstum hatte sich offenbar positiv auf die Entwicklung der Nematodenpopulation ausgewirkt. Um diesen Düngereffekt auszuschliessen wurde im folgenden Topfversuch BioFence im Vergleich zu einer Kontrollvariante mit Düngung getestet. Es zeigte sich hierbei, dass die Düngerkontrolle das höchste Wurzel- und Sprossgewicht bewirkte, was aber nicht signifikant verschieden von den anderen Varianten (Kontrolle ohne Dünger, BioFence) war. Die Pellets bewirkten eine signifikante Reduktion des Wurzelgallenindex von 32 % gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Der gleiche Effekt zeigte sich in Bezug auf die Vermehrungsrate, die signifikant um 48 % im Vergleich zur Kontrolle reduziert war.

In dem in einem Praxisbetrieb durchgeführten Versuch wurden generell sehr geringe Populationsdichten von *M. hapla* (von 8 bis 20 Larven/100ml Boden) festgestellt. Mit Ausnahme der gänzlich unbehandelten Kontrolle konnte in keiner der Varianten eine Vermehrung (Pf/Pi-Wert kleiner 1) ermittelt werden. Die Behandlung mit BioFence-Pellets zeigte hierbei keine Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle. Die als Standardbehandlung durchgeführte Bodendämpfung zeigte die deutlichste Wirkung auf die Nematodenpopulation. Um eine Wirkung ausreichend darzustellen, waren jedoch die Ausgangspopulationen im Boden deutlich unter der wirtschaftlichen Schadschwelle. Des Weiteren zeigten sich nur sehr geringe Schäden an der Kultur, da *M. hapla* sich unter den gegebenen Bedingungen nicht sehr stark vermehren konnte. Zukünftig wäre eine Behandlung vor einer sehr anfälligen Folgekultur (z.B. Salat) erfolversprechender.

Der Einsatz von BioFence-Pellets zeigte ein Potential zur Bekämpfung von *Meloidogyne* spp. im Gewächshaus. Neben einer deutlichen Düngewirkung, können sie unter optimalen Bedingungen die Schädigung von Tomatenwurzeln reduzieren und die Vermehrungsrate halbieren. Da jedoch neben dem Boden die Wirtspflanze und die Wurzelgallenennematodenart einen Einfluss auf die Wirkung haben, sind noch weitere Versuche nötig, um Empfehlungen für die Praxis geben zu können.

## Ausbreitung des Rapsglanzkäfers innerhalb eines Feldes und in der Landschaft

Géneau, C.<sup>1</sup>, Schlatter, C.<sup>1</sup> und Daniel, C.<sup>1</sup>

*Keywords: oilseed rape, pollen beetle, Meligethes, plant protection, dispersal.*

### Abstract

*Pollen beetles (Meligethes sp.) are important pests in oilseed rape (Brassica napus). In our study we wanted to determine which landscape structures have an influence on pollen beetle population in early spring. The dynamics of pollen beetle population and the damages on rape were studied on field scale level with 100 sampling points per field and on landscape scale level with 18 organic oilseed rape fields which differed by the complexity of the surrounding landscapes. The number of pollen beetle was strongly correlated with the distance to a forest. At the beginning of the flight period more pollen beetles were found close to the forest, later they migrated to the rest of the field. In addition, agricultural practices appeared to be determinant for pest control. Less pollen beetles per plant were found in fields with a higher density of rape plants.*

### Einleitung

Durch seine Frassaktivität an den Blütenknospen im zeitigen Frühjahr kann der Rapsglanzkäfer (*Meligethes* sp.) starke Schäden an den Rapspflanzen (*Brassica napus*) verursachen. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Einfluss verschiedener Landschaftsparameter, wie Anteil und Abstand von Waldflächen, ökologischer Ausgleichsflächen und weiteren Rapsfeldern, auf die Besiedlung der Rapsfelder durch den Rapsglanzkäfer untersucht. Einerseits wurde die grossräumige Ausbreitung der Rapsglanzkäfer auf Landschaftsebene (**A**) erfasst, andererseits wurde die Verteilung der Käfer innerhalb eines Feldes untersucht (**B**). Zudem sollte die Rolle der Parasitierung auf die Rapsglanzkäferpopulation genauer abgeschätzt werden. Ziel dieses Projektes war ein verbessertes Verständnis der Populationsdynamik der Rapsglanzkäfer im Frühjahr.

### Methoden

(**A**) Zur Erhebung der Ausbreitung der Käfer auf Landschaftsebene wurden Daten von 18 Bio-Rapsfeldern (5 Probenahmepunkte pro Feld) in den Kantonen Zürich, Aargau und Luzern erfasst. (**B**) Zur Erfassung der Käferverteilung innerhalb eines Feldes, wurde ein Raster von 100 Probenahmepunkten (Abstand zwischen den Punkten jeweils 10 x 10 m) über ein Bio-Rapsfeld in Wegenstetten (Kanton AG, Schweiz) gelegt. Der Flugverlauf der Rapsglanzkäfer wurde auf diesem Feld mit verschiedenen gelben Leim- und Wasserfallen überwacht.

Für beide Untersuchungen (**A**, **B**) wurde die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze an zwei Terminen (Anfang und Mitte April 2007; Entwicklungsstadien 55 BBCH bzw. 59 BBCH) mit einer Klopfprobe an jeweils 10 Pflanzen pro Probenahmepunkt überwacht. Nach Ende der Blüte (Stadium 78 BBCH, Anfang Mai 2007) wurde der Schotenansatz und der Anteil geschädigter Blüten (Schotenstiele ohne Schotenansatz) an den Haupttrieben von 5 Pflanzen pro Probenahmepunkt gezählt. Die Parasitierungsrate der Käferlarven wurde während der Vollblüte Ende April erfasst.

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, claudia.daniel@fibl.org, www.fibl.org

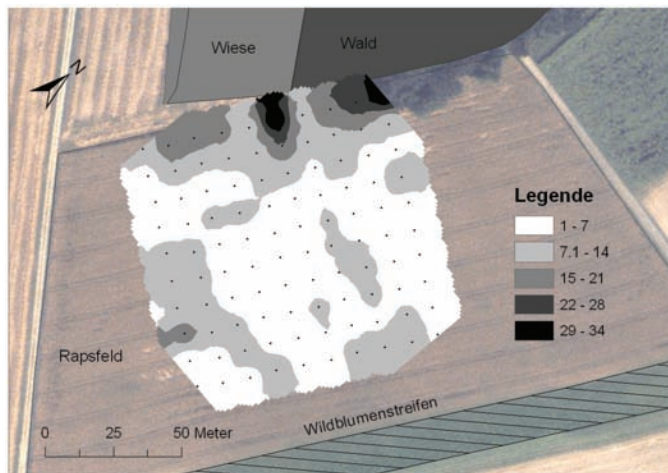


Folgende Landschaftselemente wurden im Umkreis von 0.4 km um die Versuchsfelder detailliert aufgenommen: Rapsfelder, Getreidefelder, weitere Feldkulturen, Kunstwiese, Weiden, extensive Wiesen, Buntbrachen, Hecken, Obstanlagen, Hochstammbäume, Wald und Siedlungsflächen. Die Fläche der jeweiligen Landschaftselemente, wie auch der Abstand zum Rapsfeld wurden berechnet. Angaben zur Kulturführung und Ertrag wurden von den Produzenten erhoben. Die Daten wurden mit einem stepwise-backward regression modell ausgewertet. Die Ergebnisse des Versuches auf Feldniveau wurden zudem graphisch dargestellt.

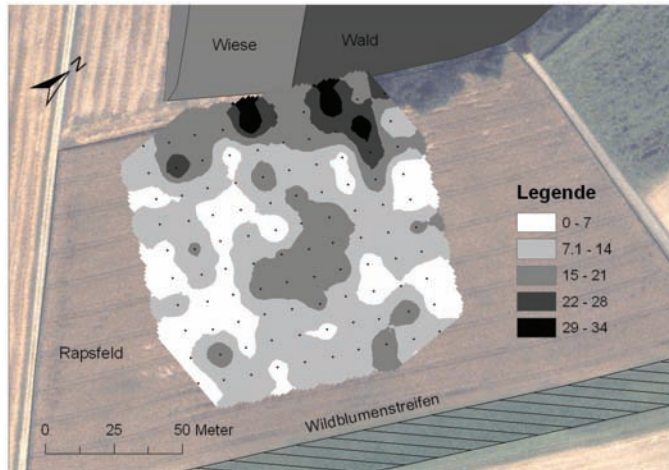
### Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der warmen Witterung im Jahr 2007 konnten die ersten Käfer bereits im Februar an den Rapspflanzen beobachtet werden. Der Flughöhepunkt wurde während der anhaltenden Schönwetterperiode ab 29. März (52 BBCH) bis Mitte April (59 BBCH) beobachtet. Ende Mai begann der Schlupf der Käfer der nächsten Generation und erreichte den Höhepunkt Mitte Juni. Bei den gefundenen Rapsglanzkäfern handelte es sich um zwei Arten: *Meligethes aeneus* und *Meligethes viridescens*.

Von den untersuchten Landschaftstypen hatte nur der Wald einen Einfluss auf die Rapsglanzkäfer: Im Versuch auf Feldniveau (**B**) war die Anzahl Käfer in Waldnähe am höchsten und sank mit zunehmendem Abstand zum Wald (Abbildung 1 und 2). Dieser Einfluss war zu Beginn der Flugperiode der Käfer (Abbildung 1, adjusted  $R^2 = 0.34$ ;  $F_{1,98} = 53.09$ ;  $p < 0.0001$ ; Regressionsgleichung: Anzahl Käfer =  $29.29 - 5.41 * \ln[\text{Abstand Wald}]$ ) stärker ausgeprägt als Mitte April (Abbildung 2; adjusted  $R^2 = 0.27$ ;  $F_{1,98} = 37.31$ ;  $p < 0.0001$ ; Regressionsgleichung: Anzahl Käfer =  $34.22 - 5.72 \ln[\text{Abstand Wald}]$ ).



**Abbildung 1: Rapsglanzkäferdichte pro 10 Pflanzen in einem Bio-Rapsfeld (Sorte Rémy) in Wegenstetten Anfang April (BBCH 55).**



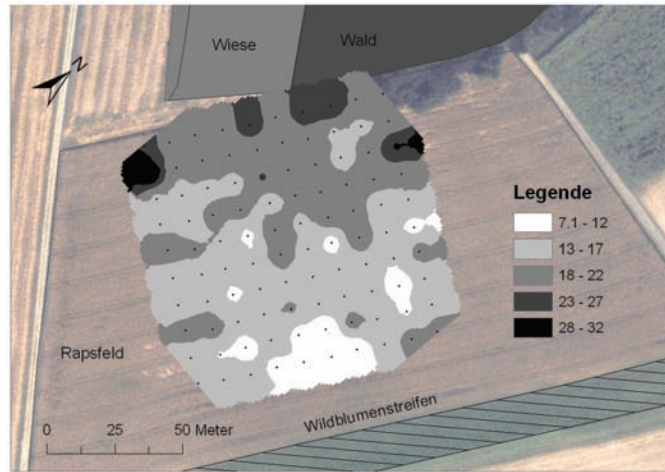
**Abbildung 2: Rapsglanzkäferdichte pro 10 Pflanzen in einem Bio-Rapsfeld (Sorte Rémy) in Wengenstetten Mitte April (BBCH 59).**

Auf Landschaftsebene (**A**) wurde eine ähnliche Verteilung beobachtet. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Käfer im Bereich des Waldrands überwintern, im Frühjahr zuerst die Felder in Waldnähe besiedeln, später aber auch in entfernter liegende Felder und ins Feldinnere einwandern.

Die Bestandsdichte des Rapses hatte ebenfalls einen Einfluss auf den Befall. Je höher die Pflanzendichte umso weniger Käfer pro Pflanze wurden gefangen (adjusted  $R^2 = 0.36$ ;  $F_{1,13} = 5.2$ ;  $p = 0.02$ ).

Je mehr Käfer Anfang April in einem Feld gefunden wurden, umso grösser war der Anteil geschädigter Blüten (**A**: adjusted  $R^2 = 0.34$ ;  $F_{1,16} = 9.56$ ;  $p < 0.01$ ; Regressionsgleichung %Schaden =  $18.8 + 1.8 \times \text{Anzahl Käfer}$ ). Durchschnittlich  $27.3 \pm 15.5\%$  (min: 11%; max: 66%) der Blüten wurden durch den Rapsglanzkäfer geschädigt. Auf Feldniveau (**B**) war der Schaden in Waldnähe grösser als in entfernter gelegenen Probenahmepunkten (Abbildung 3).

Je später das Rapsfeld die Blüte erreichte, umso grösser war der Anteil geschädigter Blüten (**A**: adjusted  $R^2 = 0.32$ ;  $F_{1,16} = 9.13$ ;  $p < 0.01$ ). Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Anteil zerstörter Blüten und dem Ertrag festgestellt werden (**A**: adjusted  $R^2 = 0.13$ ;  $F_{1,16} = 3.62$ ;  $p = 0.08$ ). Ebenfalls konnte kein Zusammenhang zwischen der Anzahl Käfer und dem Ertrag gefunden werden (**A**: adjusted  $R^2 = -0.035$ ;  $F_{1,16} = 0.43$ ;  $p = 0.52$ ). Die kräftigen Pflanzen waren in der Lage viele Käfer zu tolerieren und auch einen hohen Anteil geschädigter Blüten zu kompensieren. Insgesamt war 2007 ein sehr gutes Rapsjahr: die Blüten entwickelten sich bei den warmen Temperaturen im April sehr rasch, so dass die Käfer nicht genügend Zeit hatten, grössere Schäden anzurichten. Auf den Versuchsfeldern wurde ein Ertrag von  $23 \pm 7$  dt pro Hektar erreicht (min: 11 dt per ha, max: 35 dt per ha).



**Abbildung 3: Prozentualer Anteil geschädigter Blüten (Statistik: adjusted  $R^2 = 0.3$ ;  $F_{1,98} = 44.13$ ;  $p < 0.01$ ; Regressionsgleichung: % Schaden =  $21.75 - 0.08 \times$  Abstand Wald).**

Die beobachtete Parasitierungsrate der Rapsglanzkäferlarven war mit 0.25% extrem niedrig. Der Einfluss der Landschaft auf die Parasitierungsrate konnte daher nicht untersucht werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass – zumindest im Jahr 2007 – die Parasiten nur einen geringen Einfluss auf die Käferpopulation hatten. Diese niedrige Parasitierungsrate steht im Gegensatz zu früheren Beobachtungen (Büchi 2002; Thies&Tschamke 1999).

### Schlussfolgerungen

Die Rapsglanzkäfer besiedeln im Frühjahr zuerst Felder in Waldnähe. Später werden auch entfernter gelegene Felder sowie das Feldinnere besiedelt. Ausser dem Wald hatte keines der erfassten Landschaftselemente (Ökoausgleichsflächen, weitere Rapsfelder in der Umgebung) einen Einfluss auf die Käferpopulation im Frühjahr. In Rapsfeldern mit niedrigen Bestandesdichten wurden mehr Käfer pro Pflanze beobachtet als bei höheren Bestandesdichten. Je später ein Rapsfeld zur Blüte kam, umso grösser waren die beobachteten Schäden. Ausgehend von diesen Ergebnissen, können folgende Praxisempfehlungen gegeben werden: (1) kein Rapsanbau in unmittelbarer Waldnähe, (2) alle zur Verfügung stehenden Kulturmassnahmen sollten eingesetzt werden, um gesunde, dichte und frühblühende Bestände zu erreichen.

### Literatur

- Büchi R. (2002): Mortality of pollen beetle (*Meligethes* spp.) larvae due to predators and parasitoids in rape fields and the effect of conservation strips. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90: 255-263.
- Thies C., Tschamke T. (1999): Landscape Structure and Biological Control in Agroecosystems. *Science* 285: 893-895.

## Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau

Hein, D.F.<sup>1</sup>, Leithold, G.<sup>1</sup>, Hummel, H.E.<sup>1</sup>, Vilcinskas, A.<sup>2</sup>, Greiner, A.<sup>3</sup>, Wendorff, J.H.<sup>3</sup>, Dersch, R.<sup>3</sup>, Hellmann, C.<sup>3</sup>, Breuer, M.<sup>4</sup>, Beer, H.<sup>5</sup>, Schroer, S.<sup>5</sup>, Kratt, A.<sup>6</sup>, Kleeberg, H.<sup>5</sup>, Schulze, C.<sup>7</sup> und Wahl, F.<sup>8</sup>

*Keywords: nanofiber dispensers, plant protection, mating disruption, pheromones.*

### Abstract

*Using nanofibers as dispensers for pheromones and kairomones in plant protection for disrupting insect chemical communication is a novel approach aiming at popularizing this technique in organic and integrated plant production. Expected advantages of the nanofibers are highly controlled spatiotemporal release rates of pheromones / kairomones, improved climatic stability, and mechanized application. Dispenser types used so far show deficiencies in one or more of these requirements. Mechanical application of pheromones is a new approach to reduce the costs of manual labour and therefore the environmentally compatible, highly specific and efficient technique of mating disruption may become an alternative to the use of synthetic pesticides in integrated pest management. The nanofibers are highly elastic, which prevents break-off of smaller pieces, and polymers used are biocompatible. Due to the scale of nanofibers the mass input both for pheromones and for polymeric nanofibers is very low. Major environmental benefits are high control specificity, very low concentrations of residues and reduced risk of development towards insect resistance.*

### Einleitung und Zielsetzung

Nanofasern bieten im Prinzip ein hohes Potential als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau. Der Einsatz flüchtiger Signalstoffe zur Reduzierung einer Schaderregerpopulation ist als umweltverträgliche Alternative zum Einsatz von chemisch-synthetischen Insektiziden oder als dessen Ergänzung zu betrachten. Als Einsatzgebiete kommen prinzipiell alle Schadinsekten und Kulturen in Frage, bei denen es bereits erfolgreich beschriebene Verwirrungsexperimente mit Lockstoffen

---

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, organ.landbau@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Angewandte Entomologie, Heinrich-Buff-Ring 26, 35394 Gießen, Andreas.Vilcinskas@agr.uni-giessen.de

<sup>3</sup> Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Chemie, Hans-Meerwein-Straße, 35032 Marburg, Greiner@staff.uni-marburg.de, Wendorff@staff.uni-marburg.de

<sup>4</sup> Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Referat Ökologie, Merzhauserstr. 119, 79100 Freiburg, Michael.Breuer@wbi.bwl.de

<sup>5</sup> Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Sibylle.Schroer@jki.bund.de

<sup>6</sup> Trifolio-M GmbH, Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg 1, 35633 Lahnu, Armin.Kratt@trifolio-m.de

<sup>7</sup> TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH, Kerkrader Str. 3, 35394 Gießen, Schulze@transmit.de

<sup>8</sup> Schmotzer Agrartechnik GmbH, Rothenburger Str. 45, 91438 Bad Windsheim, Ferdinand.Wahl@schmotzer-agrartechnik.com

und anderen Signalstoffen gibt. Die als Dispenser dienenden Fasern sollten vom Konzept her eine möglichst kontinuierliche, räumlich und zeitlich gleichmäßige Abgaberate der flüchtigen Signalstoffe ermöglichen. Anforderungen sind, dass die Fasern wetterstabil sind, lang anhaltend funktionieren, einfach und kostengünstig ausgebracht sowie rückstandsfrei abgebaut werden können. Das Elektrosponnen bietet sich als optimale Herstellungsmethode für die Nanofasern an.

Das Projekt befasst sich zunächst einmal mit der Entwicklung von elektrosponnenen Nanofaservliesen als Dispenser in der Verwirrungstechnik. Die elektrosponnenen Fasern mit theoretisch fast endloser Länge sind nicht mit Nanopartikeln oder -stäuben zu verwechseln. Diese Fasern sollen aus bioverträglichen Polymeren hergestellt werden, sollen hochflexibel eingestellt werden und nicht lungengängig sein. Als modellhaftes Beispiel im Rahmen dieses Projektes werden in erster Linie Anwendungen zur Verwirrung der Traubenwickler, *Eupoecilia ambiguella* und *Lobesia botrana*, erfolgen. Weitere Möglichkeiten können die Bekämpfung von Schadinsekten im Obst- und Gemüsebau sowie die Regulierung des Westlichen Maiswurzelbohrers, *Diabrotica virgifera virgifera*, sein. Im subtropischen und tropischen Bereich dürfte der Baumwollanbau von der neuen Technik profitieren.

Das zweite Ziel ist die Entwicklung eines in der Praxis geeigneten technischen Ausbringungsverfahrens auf Basis des Elektrosponnens, das mit einem Minimum an Zeitaufwand und Handarbeit und unter Einsatz eines entsprechend konstruierten Gerätes Polymervliese in der Feldkultur abzulegen gestattet.

So soll durch ein sinnvolles Zusammenwirken zweier bereits heute bekannter technischer Prozesse und Komponenten, der des Elektrosponnens mit den dadurch erzeugten Nanofasern (*nicht* Nanopartikel) mit dem lange bekannten Verwirrungsverfahren, eine neue Pflanzenschutzstrategie entstehen, mit deren Hilfe der Landwirt ein nachhaltiges Management von Schadinsekten betreiben kann. Dies soll unter Bedingungen geschehen, die mit herkömmlichen Pflanzenschutzverfahren finanziell in Wettbewerb treten können, ohne die Umwelt zu belasten. Durch die pheromonbeladenen Nanofasern sollen Arbeitskosten und Material eingespart werden. Bei gleichem oder höherem Anwendungserfolg soll es möglich sein, die Anwendung des Pflanzenschutzverfahrens auszuweiten. Der Einsatz von Pheromonen soll durch das Applikationsverfahren wirtschaftlicher werden, um dem Ökolandbau eine konkurrenzfähige Alternative bereit zu stellen und Anreize für die Anwendung der spezifischen und umweltfreundlichen Insekten-Verwirrmethode für den integrierten Anbau zu schaffen. Bekanntlich verfügt der organisch wirtschaftende Landwirt über eine sehr enge Palette zugelassener Wirkstoff-Präparate, zu denen die Insektenpheromone gehören. Die Pheromone sind naturidentisch synthetisierbar und werden in Mengen von ca. 100 g pro ha ausgebracht. Aufgrund ihrer Spezifität und Effizienz sind nichtvertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt unbekannt. Der Behandlung zugänglich sind prinzipiell alle Schadinsekten, für die während der vergangenen vier Jahrzehnte Lockstoffe identifiziert und synthetisiert wurden. Beispiele sind aus dem Baumwoll-, Wein- und Obstbau bekannt (Cardé & Minks 1997).

Beim Einsatz von Nanofaser-Dispensern verbleiben keinerlei schädliche Rückstände in der Nahrungskette oder in den Umweltmedien. Dieser Vorteil geht mit einem reduzierten Arbeitsaufwand und sehr geringem Ressourceneinsatz, sowohl an Wirkstoff als auch an Polymer, einher. Eine problematische Entsorgung von Spritzmittelrückständen entfällt bei der Verwirrungsmethode. Die zunehmende Gefahr der Resistenzbildungen von Schädlingen gegenüber chemischen Wirkstoffen, z.B. beim Westlichen Maiswurzelbohrer, unterstreichen die Notwendigkeit, alternative Regulierungsstrategien zu entwickeln (Hummel 2003, Hummel et al. 2006, Hummel et

al. 2008a und b, Wennemann & Hummel 2002, Novak et al. 2001, Wennemann et al. 2001).

### Arbeitsprogramm

Ziel des Projektes ist es, die effiziente, hoch spezifische und umweltfreundliche Insekten-Verwirrmethode konkurrenzfähiger zu machen gegenüber Breitbandinsektiziden, und durch Bekämpfungsalternativen die Gefahr von Insektenresistenzen einzudämmen

Dazu sollen die Prinzipien der etablierten Nanofasertechnologie (Greiner et al. 2004, Greiner & Wendorff 2007) auf das neue Anwendungsfeld der Agrarwissenschaften und der Insekten-Verwirrungstechnik im Pflanzenschutz übertragen werden. Varianten von Nanofasertypen sind herzustellen und diese mit Pheromonen zu beladen. Hier liegen bereits erste sehr positive Ergebnisse vor. Für die maschinelle Applikation der mit Pheromon beladenen Polymervliese im Feld wird ein innovatives Verfahren entwickelt, das kostengünstig mit herkömmlichen Applikationsfahrzeugen verwandt werden kann.

Unter Zusammenwirken von Experten der Universitäten Marburg und Gießen, zweier mittelständischer Unternehmen (Trifolio-M GmbH, Lahnau; Schmotzer Agrartechnik GmbH, Bad Windsheim) und des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg werden die verschiedenen technologischen Prozesse und Komponenten zu einem Gesamtansatz vereint und nach Testreihen im Labor und Halbfreiland schließlich im Freiland angewandt. Im Julius Kühn-Institut soll die Frage geklärt werden, ob von dem Verfahren negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft, den Naturhaushalt und den Menschen ausgehen können. Das Verhalten der Fasern im Freiland, die Bioabbaubarkeit und der Lebenszyklus der Polymerfasern werden in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Behörden und Instituten erforscht, um Risiken für die Umwelt auszuschließen. Schließlich soll ein weiteres unabhängiges Institut (TransMIT GmbH) die Kosten des voll entwickelten Verfahrens mit den Kosten anderer herkömmlicher Verfahren vergleichen und den erzielten Mehrwert für die Gesellschaft feststellen.

### Danksagung

Die Förderung des Vorhabens „Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau“ erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

### Literatur

- Cardé, R.T., Minks, A.K. (1997): Insect Pheromone Research: New Directions. Chapman & Hall, New York.
- Greiner A., Wendorff J.H., Steinhart M. (2004): Nanodrähte und Nanoröhren mit Polymeren. Nachr. Chemie 52:426–431, April 2004.
- Greiner A., Wendorff J.H. (2007): Elektrospinnen: eine faszinierende Methode zur Präparation ultradünner Fasern. Angew. Chem. 119:5770–5805.
- Hummel H.E. (2003): Introduction of *Diabrotica virgifera virgifera* into the old world and its consequences: a recently acquired invasive alien pest species on *Zea mays* from North America. Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University 68(4a):45–57.
- Hummel H.E., Shaw J.T., Hein D.F. (2006): A promising biotechnical approach to pest management of the Western Corn Root Worm in Illinois maize fields shielded with a MCA kairomone baited trap line. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 15:131–135.

- Hummel H.E., Dinnesen S., Nedelev T., Modic S., Urek G., Ulrichs, Ch. (2008a): *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in confrontation mood: simultaneous geographical and host spectrum expansion in south eastern Slovenia. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 16:127–130.
- Hummel H.E., Hein D.F., Leithold, G. (2008b): Niem als natürliche Rohstoffquelle für den nachhaltigen Pflanzenschutz einschließlich des ökologischen Landbaus. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 16:487–490.
- Novak R.J., Metcalf R.L., Lampman R.L., Hummel H.E. (2001): innovative pest management of corn rootworms: the use of kairomone-impregnated baits. In Mulla Mir S. (ed.) Biopesticides: Biotechnology, Toxicity, Efficacy, Safety, Development, and Proper Use. Proc. 2<sup>nd</sup> International Conference on Biopesticides. Compact Print, Thailand. S. 60–72. ISBN 974-229-056-3.
- Wennemann L., Petro E., Tuska T., Hummel H.E. (2001): *Diabrotica* beetle management: field permeation with the volatile disruptant 4-methoxy cinnamaldehyde (MCA) using aerial application. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 13:215–221.
- Wennemann L., Hummel H.E (2002): Distribution of MCA-coated grits in maize fields after high wheel tractor application for disrupting orientation of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 67(3):499–509.

## Control of pollen beetle in organic farming with plant protecting agents

Humphrys, C.<sup>1</sup> und Jossi, W.<sup>1</sup>

*Keywords: Meligethes spp., pollen beetle, Organic farming, stone meal, formulation.*

### Abstract

*Pollen beetle (Meligethes spp.) is a major yield-limiting factor in organic oilseed production. Currently there are no effective methods available to control this beetle in organic agriculture. From 2006 to 2008 work was carried out at Agroscope ART-Reckenholz to find suitable organically compatible plant protecting agents which are effective against the beetle. A partial reduction in beetle infestation was observed when liquid manure, lavender oil and rapeseed oil was applied. Dusting agents such as ash and substances containing silicate (stone meal) were very efficient, almost completely removing the beetle after application. However, beetle infestation increased again after one or two days following application. Dusting substances in combination with pine oil and rapeseed oil produced the best results with an effective period of action of up to five days. The addition of vegetable oil is assumed to improve the adhesiveness of these agents. None of the methods showed any significant effects on oilseed yield. Practical use will require further tests and investigations into economic feasibility and application technology.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Rapsglanzkäfer fliegt im Frühjahr in die Rapsfelder ein und frisst an jungen Blütenknospen. Beschädigte Knospen sterben ab, was zu hohen Ernteverlusten führen kann. Gut gedüngte Bestände können die Ausfälle meist durch Kompensationswachstum reduzieren. Im biologischen Anbau entstehen jedoch oft hohe Ertragsverluste. Die Verluste sind besonders hoch, wenn die Pflanzen im frühen Knospenstadium bei warmer Witterung (>15°C) stark befallen werden. Oft wird der Hauptschaden während wenigen Tagen verursacht. Unsere Untersuchungen hatten das Ziel, geeignete bioverträgliche Stoffe zu finden, die den Rapsglanzkäfer während der Schadenszeit von den Pflanzen abwehren können. Am Standort Reckenholz wurden in den Jahren 2006 und 2007 Kleinparzellenversuche angelegt, um verschiedene Käfer abwehrende Stoffe wie Lavendelöl (Mauchline 2005), Rindergülle, pflanzliche Öle und Steinmehl zu testen. Aufgrund der vielversprechenden Resultate wurden die Tests 2008 weitergeführt.

### Methoden

Die Versuche wurden als randomisierte Blockanlagen mit vier Wiederholungen angelegt. Die Parzellengrösse betrug 15 m<sup>2</sup>. Die flüssigen Substanzen wie Kiefernöl, Rapsöl, Lavendelöl und das siliziumdioxidhaltige Pulver (Verfahren 5), wurden mit der Rückenspritze, die Gülle mit einer Giesskanne und die stäubenden Produkte von Hand appliziert. Ein Versuch wurde in einem Bio-Rapsacker am 18. April, ein zweiter Versuch in einem konventionellen Rapsfeld (IP-Suisse) am 25. April 2008 behandelt. Die Käfer wurden vor der Behandlung sowie am ersten, dritten und fünften Tag nach der Behandlung an den Haupttrieben von 25 Pflanzen pro Kleinparzelle ausgezählt

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Switzerland, clay.humphrys@art.admin.ch, werner.jossi@art.admin.ch, www.art.admin.ch



(Tabelle 1). Die Ertragserhebung konnte nur im IP-Rapsfeld am 17. Juli durchgeführt werden, da der Bio-Rapsacker stark durch den Stängelrüssler befallen war.

**Tabelle 1: Wirkung verschiedener Abwehrstoffe gegen den Rapsglanzkäfer. Mittelwerte von zwei Versuchen 2008.**

Tage nach Behandlung: - 1 (vor Beh.) Verfahren	1			3			5		
	Käfer p<0.05	Käfer	Abbott p<0.05	Käfer	Abbott p<0.05	Käfer	Abbott p<0.05	Käfer	Abbott p<0.05
1 Unbehandelt	1.5 a	3.2	0.0 ...e	4.8	0.0 ..c	3.2	0.0 ..c		
2 Rapsöl 10 l/ha	1.6 a	1.8	43.8 ..d.	2.5	49.0 ..b.	1.9	42.2 ab.		
3 Lavendelöl 10 l/ha	1.6 a	2.0	37.5 ..d.	3.9	18.8 ..c	3.1	3.1 ..c		
4 Gülle 20 m <sup>3</sup> /ha	1.6 a	1.2	62.5 ..c..	2.3	53.1 ..b.	2.5	23.4 ..bc		
5 Siliziumdioxid 25 kg/ha + Rapsöl 10 l/ha	1.9 a	0.8	75.0 ..bc.	0.8	84.4 a..	0.8	75.0 a..		
6 Steinmehl 500 kg/ha	1.8 a	0.2	93.8 ab...	1.8	62.5 ab.	2.4	26.6 ..bc		
7 Asche 300 kg/ha	1.7 a	0.0	100.0 a....	1.5	68.8 ab.	2.2	31.3 ..bc		
8 Kiefernöl 10 l/ha + Steinmehl 500 kg/ha	1.8 a	0.1	98.4 a....	0.6	88.5 a..	0.9	71.9 a..		

Käfer: Anzahl Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb, Abbott: Wirkungsgrad nach Abbott %, p<0.05: Tukey HSD Test (Verfahren mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant).

## Ergebnisse und Diskussion

Im Gülle-Verfahren konnte der Rapsglanzkäfer in den Versuchen 2006 und 2007, mit Lavendel- und Rapsöl 2007 teilweise reduziert werden (Humphrys, ART-Reckenholz, unveröffentlichte Daten). Diese Ergebnisse wurden in den Versuchen 2008 bestätigt. Insgesamt war die Wirkung der drei Verfahren bezüglich Käferreduktion und Wirkungsdauer aber ungenügend. Hingegen zeigte der Einsatz von stäubenden Mitteln wie Steinmehl und Asche eine sehr gute Anfangswirkung. Der Käferbefall nahm jedoch nach ein bis zwei Tagen wieder zu. Die besten Resultate mit einer Wirkungsdauer bis zu fünf Tagen haben silikathaltige Stoffe in Kombination mit pflanzlichen Ölen gezeigt. Der Ölzusatz verbesserte vermutlich die Haftfähigkeit dieser Mittel (Verfahren 5+8, Tabelle 1). Vergleichbare Resultate wurden 2008 auch von einer durch ART-Reckenholz begleiteten Semesterarbeit (Breitenmoser 2008) festgestellt. Zudem konnte die gute Anfangswirkung des Steinmehls auf einem Praxisbetrieb bestätigt werden. Die im IP-Rapsfeld am Standort Reckenholz durchgeführten Ertragserhebungen ergaben keine gesicherten Verfahrensunterschiede, weil die Frassaktivität der Rapsglanzkäfer zu gering war bzw. durch die ausreichende N-Versorgung kompensiert wurde. Für den Praxiseinsatz von Steinmehl und ähnlichen Stoffen sind noch viele Fragen zur Applikationstechnik, Dosierung und Formulierung offen. Zusätzlich muss die Wirtschaftlichkeit solcher Behandlungen abgeklärt werden.

## Literatur

- Breitenmoser A., (2008): Bekämpfung des Rapsglanzkäfers im Biolandbau. Semesterarbeit, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (unveröffentlicht).
- Mauchline AL., Osborne JL., Martin AP., Poppy GM., Powell W., (2005): The effects of non-host plant essential oil volatiles on the behaviour of the pollen beetle *Meligethes aeneus*. Entomol. Exp. Appl. 114(3):181-188.

## Gebrauch biologischer Insektizide im Kampf gegen den *Scaphoideus titanus*, den Vektor von *Flavescence dorée*

Jermi, M.<sup>1</sup>, Gusberti, M.<sup>1</sup>, Trivellone, V.<sup>1</sup>, Wyss, E.<sup>2</sup> und Linder, Ch.<sup>3</sup>

*Keywords: flavescence dorée, organic insecticide, predatory mite, control strategy, organic Vineyard.*

### Abstract

*Flavescence dorée and the mandatory control of its vector Scaphoideus titanus pose important problems in organic vineyards. The goal of our field studies conducted in the Ticino was to develop a pest control strategy conform to the guidelines of organic production. Insecticides containing pyrethrin were the only organic products showing an efficacy higher than 90% against the immature stages of S. titanus. However, these products had no effect on adult leafhoppers. Repeated applications of pyrethrin proved to be toxic against the predatory mite species Amblyseius andersoni. Despite this toxicity, the only efficient and recommended control strategy in organic vineyards is their application. Pyrethrin should be applied three times at an interval of ten days after the first appearance of individuals of the 3rd nymphal stage. Symptomatic plants must be eradicated from the vineyard to remove the phytoplasma inoculum.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Flavescence dorée (FD) (Caudwell, 1957) ist eine Vergilbungskrankheit der Rebe. Sie wird durch Phytoplasmen verursacht, die durch die Kleinzikade *Scaphoideus titanus* Ball übertragen werden. Die Verbreitung der Krankheit ist sehr effektiv und verursacht epidemische Krankheitsausbrüche. Sie gilt als schwere Krankheit der Rebe. Aufgrund ihres Umfangs wurde sie zur Quarantäne Krankheit deklariert, deren Bekämpfung obligatorisch ist. Im Kanton Tessin wurde *S. titanus* in den sechziger Jahren entdeckt und kommt heute in allen Tessiner Weinbergen vor. In der restlichen Schweizer Regionen finden wir diese Kleinzikade in den Weinbergen der Kantone Genf und Vaud (Schaub et Linder, 2007). Im Jahre 2004 sind im Südtesin die ersten Krankheitsherde der FD entdeckt worden. Die Bekämpfung von *S. titanus* ist seither obligatorisch (Schärer et al., 2007).

Für den Bio-Anbau ist in der Schweiz kein Produkt zur Bekämpfung von *S. titanus* bewilligt. Bio-Weinbauern befinden sich daher in einer schwierigen Lage im Fall von Erscheinung von Flavescence dorée. Zweck der von ACW ausgeführten Arbeiten war Lösungen vorzuschlagen, die mit den ökologischen Grundsätzen des Biolandbaues kompatibel sind. In diesem Zusammenhang stellen wir nun die experimentellen Ergebnisse, die im Zeitraum zwischen 2006-2008 erarbeitet wurden, vor.

### Methoden

Die Wirksamkeit der Produkte wurde mit einer unbehandelten und einer mit Buprofezin (Applaud) behandelten Kontrollen verglichen. Letzteres wird bei der obligatorischen Bekämpfung verwendet. Die Untersuchungen wurden auf Flächen in der Grössenordnung zwischen 300 m<sup>2</sup> (im 2008) bis 950 m<sup>2</sup> (im 2007), ohne Wiederholungen der Verfahren, ausgeführt. Die geprüften Produkte sind in der Tabelle

---

1 Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centro di Cadenazzo, 6594 Contone

2 Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070 Frick

3 Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

1 aufgeführt. Die benutzten Produkte (Tabelle 1) wurden mit der üblichen Bekämpfungstrategie, entsprechend der obligatorischen Bekämpfung, angewandt.

Die erste Applikation erfolgt sobald die ersten Larven des dritten Jungstadium erscheinen (Jermini et al., 2007). Die zweite Behandlung wird für Applaud nach 14 Tagen und für Spruzit Neu nach 10 Tagen wiederholt. Nach der ersten Applikation von Pyrethrum FS und Parexan N (Tabelle 1) wurden im Abstand von je 10 Tagen zwei weiteren Behandlungen durchgeführt. Mineralöl wurde erst im phänologischen Stadium C der Rebe angewandt. Im Versuch 2007 wurde am 26. Juli Parexan N appliziert um die Wirkung auf Adulte von *S. titanus* zu überprüfen.

**Tabelle 1: Prüfverfahren und Produkte, Anwendungskonzentration und Datum der ersten Anwendung während der drei Versuchsjahre**

Prüfverfahren und Produkte	Wirkstoff (% Gehalt)	Anwendungskonzentration	Datum erste Anwendung		
			2006	2007	2008
Applaud®	Buprofezin 25%	0,075%	06.06	22.05	09.06
Audienz	Spinosad 44.2%	0,03%	06.06		
Parexan® N	Pyrethrin 5% + Sesamöl 20%	0,1%	06.06	22.05	09.06
Mineralöl Omya	Mineralöl 99%	2%		06.04	
Mineralöl Omya / Parexan® N	Mineralöl 99% / Pyrethrin 5% + Sesamöl 20%	2% 0,1%		06.04 22.05*	
Spruzit Neu®	Pyrethrin 5% + Rapsöl 20%	1.0%			18.06
Pyrethrum® FS	Pyrethrin 8% + Sesamöl 36%	0.075%			09.06

\* spezifische Anwendung auf Adulten von *S. titanus*

Jede Woche wurde die Larvenpopulation von *S. titanus* durch die «Schüttelprobe», einer leicht angepassten «Klopfprobe», wie sie im Obstbau eingesetzt wird (Steiner, 1962), kontrolliert. Die Adulten hingegen wurden durch, auf der Höhe der Trauben angebrachte gelbe chromotropischen Fallen (Jermini und Bailod, 1996) überprüft. Die Wirksamkeit wurde mit der Formel von Abbot berechnet.

Die Auswirkung auf Raubmilben ist in den Jahren 2007 und 2008 mittels vier Mal wiederholter Entnahme von je 25 Blättern während jeder Kontrolle, die dann sofort bei -22°C konserviert wurden, überprüft worden. Die Extraktion wurde mit der Ausschwemm-Methode ausgeführt und am Binokular identifiziert.

## Ergebnisse und Diskussion

Während der drei Testjahre war die Wirksamkeit von Parexan N auf unreife Stadien des *S. titanus* immer mit dem des Insektizid Applaud (Tabelle 2) vergleichbar. Dies gilt auch für die anderen zwei auf Pyrethrin basierenden Produkte, die 2008 getestet wurden.

2006 hat sich die Schlupfzeit der Eier von Mitte Mai auf Mitte Juni verschoben. Die angewandte Strategie deckte die ganze Zeitspanne. Das Referenzprodukt Applaud bestätigte eine gute Wirksamkeit. Demzufolge sind die erzielten Daten in der obligatorischen Bekämpfung bestätigt (Jermini et al., 2007). Mit einer Wirksamkeit zwischen 88.6% und 100% in drei Anwendungen beweist Parexan N eine gute Wirkung gegen unreife Stadien des *S. titanus*. Diese Ergebnisse werden durch andere im Ausland ausgeführte Arbeiten bestätigt. Die Dosierung und Lichtempfindlichkeit von Pyrethrin sind wesentliche Elemente, die in der Anwendung und Auswirkung

berücksichtigt werden müssen. Aus diesem Grund müssen Produkte mit diesem Wirkstoff bei Sonnenuntergang appliziert werden, um einen Verlust der Wirksamkeit durch starke Lichtintensität zu vermeiden (Bottura et al., 2003). Audienz zeigt keinerlei Wirkung. Die Wirksamkeit gegen Adulten kann nicht vorgelegt werden, da frühere Versuche ergeben haben, dass es zu einer schnellen Kolonisierung durch Adulten aus unbehandelten Teilen des Rebberges kommt. Darum ist eine reale Schätzung der Wirkung der Produkte auf Adulten nicht möglich (nicht veröffentlichte Daten). Andererseits hat die praktische Erfahrung mit der obligatorischen Bekämpfung auf einer Fläche von 600 ha bis heute aufgezeigt, dass die angewandte Strategie auch auf Adulte eine Wirksamkeit von über 90% gewährleistet (Jermini et al., 2007).

**Tabelle 2: Wirkung der geprüften Produkte (in % ausgedrückt, gemäss der Abbot Formel) in den Versuchsjahren 2006, 2007 und 2008 auf Jungstadien der *Scaphoideus titanus*.**

Produkte	2006	2007	2008
Applaud	97	98	100
Parexan N	95	98	100
Audienz	14.1	n.a.	n.a.
Pyrethrum FS	n.a.	n.a.	100
Spruzit Neu	n.a.	n.a.	100

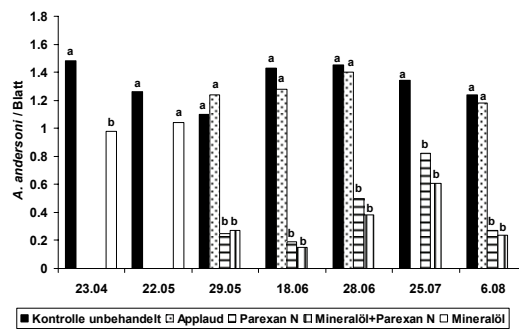
n.a. nicht angewandt

Im 2007 begann der Eischlupf der Kleinzikade, der Phänologie der Rebe folgend, bereits Anfang Mai. Mineralöl zeigte trotz vorheriger erzielter Ergebnisse keine Wirkung. Dies geschah vermutlich, weil eine zu kleine Brühenmenge pro Hektar appliziert wurde. Parexan N wurde nur zwei Mal in jungen Stadien appliziert. Zu wenig um die vollständige Schlupfperiode zu decken. Diese war um 15 Tage länger als im Vorjahr. Trotz allem ist seine Wirkung mit Applaud vergleichbar. Die dritte Anwendung, direkt gegen die Adulten, hat keinen "Knock-down"-Effekt aufgezeigt und anderen, in Europa erzielten Ergebnissen widersprochen, die sieben Tage nach Anwendung eine vollständige Wirkung aufzeigten.

Im Jahr 2008 hat das Schlüpfen in der Zeitspanne vom 20. Mai bis am 18. Juni stattgefunden und die optimale Wirkung, die aufgezeichnet werden konnte (Tabelle 2), bestätigt die Daten der zwei vorhergehenden Versuchsjahre. Vor allem wird bestätigt, wie Produkte biologischen Ursprungs, die auf Pyrethrin basieren die einzigen sind, die eine Wirkung gegen den *S. titanus* erzielen. Spruzit Neu erwies sich als interessant, weil es sich auf nur zwei Anwendungen beschränkt. Im Gegensatz zu Parexan N, Pyrethrum FS und vor allem zu Applaud, führte sein Einsatz jedoch zu einem starken Aufkommen von Thripsen. Dieser sekundäre Effekt sollte auf jeden Fall nicht unterschätzt werden, wenn man den potenziellen Einsatz während der nächsten Jahre bedenkt.

Von allem in den Versuchsjahren 2007 und 2008 geprüften Produkte, haben nur solche auf Pyrethrin-Basis eine höhere Mortalität verursacht. Im Jahr 2007 hat Mineralöl zwei Wochen nach Anwendung eine Mortalität von durchschnittlich 33.8% bewirkt. Diese verschwand nach 40 Tagen, da die Populationen in der Lage waren sich wieder aufzubauen. Parexan N im Gegensatz verursacht eine statistisch gesicherte Verminderung der Raubmilben Population mit einer Mortalität von 75.5% eine Woche nach Anwendung und von 89.5% eine Woche nach der zweiten Anwendung. Der Abstand von 48 Tagen zwischen der zweiten und der dritten Spritzung hat teilweise den Wiederaufbau der Populationen erlaubt. Diese blieben im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle, statistisch gesichert, auf einem tieferen Niveau. Die dritte Applikation hat jedoch zu einer erneuten Populationsverminderung geführt (Figur 1). Pyrethrum FS und Spruzit Neu zeigen im Versuchsjahr 2008 bei den Raubmilben die gleiche Toxizität wie Parexan N. Diese Versuche zeigen, wie die wiederholte Anwendung solcher Produkte, im Rahmen der obligatorischen

Bekämpfung des *S. titanus*, eine Gefahr für die Aufrechterhaltung der Raubmilben Populationen darstellt. Folglich muss ein alternatives Produkt biologischer Herkunft gefunden, oder eine Bekämpfungsstrategie entwickelt werden, die den Gebrauch dieser Produkte einschränkt.



Die verschiedenen Buchstaben zeigen statistisch gesicherte Unterschiede auf:  $p < 0.05$  (Tukey Test)

**Abbildung 1: Durchschnittliche Dichte pro Blatt (Mittelwert von vier Wiederholungen) von *Amblyseius andersoni* im Versuchsjahr 2007**

Zusammenfassend können wir sagen, dass eine Strategie zur Bekämpfung von *S. titanus* mit Produkten, die auf Pyrethrin basieren, auf drei Behandlungen im Abstand von 10 Tagen nach Erscheinen der ersten Formen des dritten Jungstadium (Nymphe) im dritten Entwicklungsstadium, beschränkt werden sollte. Sollte Flavescente dorée auftreten, muss die obligatorische Bekämpfung mit einer Rodung der symptomatischen Pflanzen untermauert werden um die Erstinfektionen zu reduzieren. In Zukunft werden wir alternative Strategien und Produkte finden müssen, um negative Auswirkungen auf die Raubmilbe und die Induktion einer Vielzahl von sekundären Parasiten zu vermeiden.

## Literatur

- Bottura N., Mori N., Posenato G., Sancassani G. P., Girolami V. (2003). Lotta alle cicaline nei vigneti a conduzione biologica. L'Informatore Agrario 15: 75-79.
- Caudwell A. (1957): Deux années d'études sur la flavescente dorée, nouvelle maladie grave de la vigne. Ann. Amel. Plantes 12: 359-393.
- Jermi M., Linder Ch., Colombi L., Marazzi C. (2007): Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescente dorée au Tessin. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 39(2): 102-106.
- Jermi M., Baillod M. (1996): Proposition d'une méthode de contrôle des populations de *Scaphoideus titanus* Ball dans le vignoble. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28(3): 201-204.
- Schärer S., Johnston H., Colombi L., Gugerli P. (2007): Flavescente dorée: la maladie et son extension. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 39(2): 107-110.
- Schaub L. et Linder Ch. (2007): Surveillance nationale du vecteur de la flavescente dorée en 2006. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 39(2): 95-96.
- Steiner H. (1962): Methoden zur Untersuchung der Populationsdynamik von Obstanlagen. Entomophaga 7: 207-214.

## Potenzial entomopathogener Pilze zur Kontrolle des Rapsglanzkäfers

Kuske, S.<sup>1</sup>, Pilz, C.<sup>2</sup> und Kölliker, U.<sup>3</sup>

*Keywords: biocontrol, entomopathogenic fungi, Meligethes aeneus*

### Abstract

*Fungal isolates of Beauveria bassiana (21 isolates), B. brongniartii (2), Paecilomyces fumosoroseus (1) and Metarhizium anisopliae (1) were screened for virulence against pollen beetle Meligethes aeneus. Most of the tested B. bassiana isolates originated from naturally infected pollen beetles collected in Switzerland. In a lab bioassay adult beetles were dipped into a defined conidial suspension and fungal infection was recorded after 15 days. Seven isolates of B. bassiana as well as the P. fumosoroseus F4K caused infection rates between 67.9% and 80% respectively and proved to be promising strains for potential use against pollen beetles. However, more experiments are needed to confirm their biological control potential under field conditions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) ist einer der wichtigsten Rapsschädlinge in der Schweiz. Insbesondere für den biologischen Anbau ist er als Schädling von zentraler Bedeutung. In schlecht entwickelten Rapsbeständen kann starker Käferbefall zu massiven Ernteeinbussen führen. Zurzeit stehen für die biologische Bekämpfung leider nur ungenügend wirksame Kontrollmassnahmen zur Verfügung. Auch die integrierte Produktion dürfte bei der Rapsglanzkäferbekämpfung in der Schweiz in Zukunft vor neue Herausforderungen gestellt werden. In den vergangenen Jahren konnten wiederholt Resistenzbildungen gegen Pyrethroide dokumentiert werden (Derron et al. 2004), was entsprechend angepasste Pflanzenschutzstrategien erfordert (Derron et al. 2008). Die Suche nach neuen, wirksamen und umweltschonenden Kontrollstrategien ist Gegenstand der aktuellen Forschung. Ziel der vorliegenden Studie war die Evaluation des Potenzials entomopathogener Pilze zur biologischen Kontrolle des Rapsglanzkäfers.

### Methoden

25 Pilzisolat wurden auf ihre Wirksamkeit gegen adulte Rapsglanzkäfer getestet. Für die Labor-Biotests wurden pro Pilzisolat je 30 adulte Rapsglanzkäfer jeweils 5 Sekunden in eine Sporensuspension mit  $1 \times 10^7$  Sp./ml (0,05% Tween80) eingetaucht und anschließend in Petrischalen bei 22°C, 70% rel. LF und L:D 16:8 h inkubiert. Nach 15 Tagen wurde die Infektionsrate erhoben.

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, stefan.kuske@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>2</sup> Bio Austria Burgenland, Rottwiese 62, 7350 Oberpullendorf, Austria, pilzchristina@hotmail.com, www.bio-austria.at

<sup>3</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, ursula.koelliker@art.admin.ch, www.art.admin.ch

**Tabelle 1: Infektion des Rapsglanzkäfers mit entomopathogenen Pilzen**

Pilzart	Isolat-Nr.	Infektionsrate (%)*	Isolat-Herkunft
<i>Beauveria bassiana</i>	9015	80±20	Rapsglanzkäfer
	7011	80.0±0.0	Carabide
	9013	79.2±8.8	Rapsglanzkäfer
	9082	76.3±14.8	Maiszünsler
	9022	73.0±37.6	Rapsglanzkäfer
	9078	71.8±27.3	Buchdrucker
	9029	67.9±10.7	Rapsglanzkäfer
	9007	65.0±21.2	Rapsglanzkäfer
	9024	61.2±10.2	Rapsglanzkäfer
	9033	56.7±20.8	Rapsglanzkäfer
	9031	56.7±11.5	Rapsglanzkäfer
	9027	54.2±12.3	Rapsglanzkäfer
	9025	50.1±14.7	Rapsglanzkäfer
	9032	43.3±23.1	Maiswurzelbohrer
	9048	36.7±15.3	Rapsglanzkäfer
	509	34.4±15	Rapsglanzkäfer
	9051	25.0±21.2	Rapsglanzkäfer
	9036	23.3±5.8	Rapsglanzkäfer
	9045	10.0±10	Rapsglanzkäfer
	9047	10.0±14.1	Rapsglanzkäfer
9012	10.0±17.3	Rapsglanzkäfer	
<i>Beauveria brongniartii</i>	996	55.2±21.7	Maikäfer
	3675	50.0±10	Rapsglanzkäfer
<i>Metarhizium anisopliae</i>	5116	63.9±19.6	Apfelwickler
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	F4K	73.9±21.1	Bodenprobe

### Ergebnisse und Diskussion

Alle vier getesteten Pilzarten waren in der Lage adulte Rapsglanzkäfer abzutöten und zu infizieren, jedoch wurden grosse Unterschiede zwischen den Pilzarten und Isolaten festgestellt. Unter den wirksamsten Stämmen waren verschiedene *B. bassiana* Isolate die in der Schweiz auch natürlicherweise als Krankheitserreger des Rapsglanzkäfers auftreten (Pilz et al. 2006). In weiteren Schritten soll nun abgeklärt werden, ob sich das Potenzial der erfolversprechendsten Pilzisolat auch für Anwendungen in der Praxis bestätigen lässt.

### Literatur

- Derron, J., Breitenmoser, S. Goy, G. (2008): Insektizidwirkstoffe variieren. Ufa-Revue 3: 36-37.  
Derron, J., Le Clech, E. Bezençon, Goy, G. (2004): Résistance des méligèthes du colza aux pyrèthrinoïdes dans le bassin lémanique. Revue suisse Agric. 36 (6): 237-242.  
Pilz, C., Keller, S. (2006): Pilzkrankheiten bei adulten Rapsglanzkäfern. AgrarForschung 13(8): 353-355.

## Bekämpfung von Fusarien mit antifungalen Pflanzenprodukten und deren Effekte auf den Mykotoxin-Gehalt von Weizen

Forrer, H.R.<sup>1</sup>, Hecker, A.<sup>1</sup>, Jenny, E.<sup>1</sup>, Schwab, F.<sup>1</sup>, Wettstein, F.<sup>1</sup> und Vogelgsang, S.<sup>1</sup>

*Keywords: fusarium, mycotoxin, antifungal, natural fungicides, disease control*

### Abstract

*Fusarium graminearum (FG) is the most prevalent Fusarium Head Blight (FHB) fungus in Switzerland. In conventional agriculture, fungicides are used to reduce the risk of FHB infection and mycotoxin contamination of wheat. As an alternative for organic wheat production, we examined plant-based products that showed antifungal effects from our previous late blight field trials. In bioassays, the effect of these antifungal plant preparations (APP) was screened against FG. In 2006 and 2008, the most active APP, *Rheum palmatum*, *Frangula alnus* and preparations of *Galla chinensis* as well as a plant substance (PSX), were used as FHB control agents in field trials with artificial FG infections. In both years, FG incidence and deoxynivalenol content were significantly reduced by the APP. In 2006, the reduction was in the same dimension as applications with Pronto Plus®, a fungicide mixture of tebuconazole and spiroxamine.*

### Einleitung und Zielsetzung

Fusarien verursachen weltweit grosse Ernteeinbussen und finanzielle Verluste durch die Kontamination von Getreide durch Mykotoxine. Seit 2008 gilt in der Schweiz der EU-Grenzwert von 1.25 mg/kg Deoxynivalenol (DON) für unverarbeitetes Getreide. Dieser Wert wird insbesondere bei Weizenanbau mit pflugloser Saatbettbereitung nach Mais schnell überschritten. Im konventionellen Anbau gewinnt die chemische Bekämpfung deshalb an Bedeutung. In ökologisch produziertem Getreide ist das Risiko für *Fusarium*-Befall und die Belastung durch Mykotoxine meist geringer als beim konventionellen Anbau. Dies könnte sich aber mit dem zunehmenden Anbau von Mais und der Umstellung auf bodenschonende Anbauverfahren ändern. Deshalb untersuchen wir Möglichkeiten zur Bekämpfung von Ährenfusariosen mit selbst entwickelten Produkten auf der Basis von Pflanzen mit antifungalen Inhaltsstoffen.

### Methoden

Da in der Schweiz *Fusarium graminearum* (FG) der häufigste Erreger von Ährenfusariosen bei Weizen ist (Forrer et al. 2007), wurde in den Labor- und Feldversuchen meist mit drei Isolaten dieser Art gearbeitet. Die Selektion der APP sowie die Herstellung von Extrakten und Suspensionen basiert auf eigenen Untersuchungen zur Bekämpfung von *Phytophthora infestans*, dem Erreger der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel (Dorn et al. 2007, Krebs et al. 2007).

*In vitro* wurden Wirkungen von Extrakten und Suspensionen der Chinesischen Galle (*Galla chinensis*), der Wurzel des Medizinalhabarbers (*Rheum palmatum*) und der Rinde des Faulbaums (*Frangula alnus*) sowie einer Pflanzensubstanz (PSX) geprüft. Untersucht wurde die Wirkung der APP auf die Keimung von Makrokonidien und auf das Myzelwachstum von FG. Für die Tests wurden wässrige Suspensionen mit Konzentrationen von 0.1% bis 10% (Sporenteimtest-SKT) und von 0.01% bis 1%

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, CH-8046 Zürich



(Myzelwachstumstest-MWT) verwendet. Die Suspensionen wurden auf Wasseragar (SKT) oder PDA (MWT) ausplattiert und bis zur Verdunstung des überschüssigen Wassers in der Sterilbench belassen. Die so behandelten Medien wurden mit Sporensuspensionen (SKT) bzw. mit Agarrondellen beimpft (MWT). Gemessen wurden die Keimungsrate und das radiale Myzelwachstum. Zum Vergleich wurde das Fungizid Pronto Plus® einer Konzentration von 0.19% mitgeprüft.

In den Feldversuchen 2006 und 2008 wurden 5%ige APP und 0.19%ige Suspensionen mit fein gemahlenem Pflanzenmaterial verwendet. Der Weizen wurde während der Blüte mit FG infiziert. Die APP und Pronto Plus® wurden 1 oder 2 Tage vor und nach der Infektion mit je 800 l/ha appliziert.

### Ergebnisse und Diskussion

*Galla chinensis*, PSX und Pronto Plus® unterdrückten die FG-Sporenskeimung mit Suspensionen von 1% bzw. 0.19% vollständig und hemmten das Myzelwachstum um mehr als 80%, während *R. palmatum* und *F. alnus* mit 1% kaum wirksam waren. Dass damit in den Feldversuchen dennoch gute Resultate erzielt wurden, könnte auf deren resistenzinduzierende Eigenschaften zurückzuführen sein (Gindro et al. 2007).

Im Feldversuch 2006 war der Effekt auf den Krankheitsbefall bzw. die Reduktion des Deoxynivalenol (DON)-Gehalts des Weizens mit PSX (59%), *R. palmatum* (48%) und *F. alnus* (57%) statistisch gesichert ( $P < 0.05$ ) ebenso hoch, wie jene des Fungizids (60%). 2008 war die Reduktion des DON-Gehalts durch Pronto Plus® (72%) signifikant höher als jene der APP (*F. alnus* 40%, PSX 38%, *G. chinensis* 28%, *R. palmatum* 28%). Dies lag aber vermutlich daran, dass das Fungizid wegen eines Behandlungsfehlers nicht nur einmal, sondern gleich wie die APP, zweimal appliziert wurde.

Die Wirkungen von PSX und der APP auf den FG-Befall und den DON-Gehalt sind sehr vielversprechend und erreichen die Wirkungen von zugelassenen Fungiziden. Ihre Zuverlässigkeit muss aber noch in Versuchen mit natürlichen Infektionsbedingungen bestätigt werden. Produkte von *R. palmatum* und *F. alnus* könnten sich für den Bio-Landbau gut eignen, da der Landwirt diese selbst herstellen könnte und ohne Registrierung anwenden könnte.

### Literatur

- Forrer H.-R. et al. 2007: Results of a 4-year survey on Fusarium head blight (FHB) in wheat and their use to predict and prevent mycotoxin contamination in wheat. Abstracts, 29<sup>th</sup> Mycotoxin-Workshop Fellbach, Germany 14.-16. May 2007, 34.
- Krebs H. et al. 2007: Control of potato late blight with extracts and suspensions of buckthorn bark. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Deutschland, 20.-23. März 2007, Bd. 1, S. 329-332
- Dorn B. et al. 2007: Control of late blight in organic potato production: evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions. Eur J Plant Pathol (2007) 119:217–240
- Gindro K. et al. 2007: Peut-on stimuler les mécanismes de défense de la vigne? : Une nouvelle méthode pour évaluer le potentiel des éliciteurs. Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture. 39, no6, pp. 377-383

## Kraut- und Knollenfäule im Kartoffelanbau - ist im ökologischen Anbau eine wirksame Bekämpfung ohne Kupfer möglich?

Dorn, B.<sup>1</sup>, Musa, T.<sup>1</sup>, Krebs, H.<sup>1</sup>, Fried, P.M.<sup>1</sup> und Forrer, H.R.<sup>1</sup>

*Keywords: Phytophthora infestans, organic potato production, late blight, copper*

### Abstract

*In laboratory, growth chamber, micro-plot and small-plot field trials, 53 copper-free preparations (CFPs) were examined for their potential to control potato late blight (PLB) caused by Phytophthora infestans (PI). In-vitro, 43% of the CFP inhibited the germination of sporangia or the mycelial growth of the pathogen completely. In growth chamber trials, 21% of them reduced PI foliar blight of tomato seedlings by at least 80%. In contrast, in small-plot field trials with potatoes under practice like applications, none of the CFPs sufficiently controlled the disease. Even in micro-plot field trials with applications twice a week the efficacies did not exceed 60%. With in-vitro tests we showed that the reason for the insufficient performance of the CFPs was due to their lack of persistence and rainfastness. However, applications of copper fungicides with low rates according to the decision support system Bio-PhytoPRE resulted in a good control of late blight. We recommend using this strategy until CFPs are developed for practise application.*

### Einleitung und Zielsetzung

*Phytophthora infestans*, der Erreger der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, verursacht weltweit hohe Ernteverluste. Der Befall kann im ökologischen Anbau nur mittels Kupferfungiziden direkt bekämpft werden. Diese Produkte sind jedoch ökologisch bedenklich. Um Kupfer zu ersetzen, wurde die Wirksamkeit von Pflanzenextrakten, Produkten mit Mikroorganismen, Naturstoffen und Pflanzenstärkungsmitteln im Labor, Gewächshaus und im Feld geprüft. Im Feld wurde zudem die Wirkung verschiedener Kupferfungizide bei reduzierter Kupferaufwandmenge und bei Einsatz gemäss dem Prognosemodell Bio-PhytoPRE ([www.phytopre.ch](http://www.phytopre.ch)) (Musa und Forrer 2005) untersucht. In diesem Beitrag werde die Resultate der internationalen englischsprachigen Veröffentlichung dargestellt (Dorn et al. 2007), eine Version in Deutsch ist in Vorbereitung (Dorn et al. 2009).

### Methoden

Dreihundfünfzig kupferfreie kommerzielle und experimentelle Produkte (CFPs), sowie vier Kupferprodukte wurden aufgrund von Literaturangaben, Empfehlungen von Firmen und Fachkollegen ausgewählt und ihre Wirkung *in-vitro* auf die Sporangienkeimung und das Myzelwachstum von *P. infestans* untersucht. Zusätzlich wurde ein Test zur Regenbeständigkeit dieser Produkte durchgeführt. Im Gewächshaus wurde *in vivo* die krankheitsreduzierende Wirkung und die Persistenz dieser Produkte auf Tomatensämlingen geprüft. Von 2001-2004 wurden im Feld in Kleinparzellenversuchen mit je 10 Verfahren und 5 Wiederholungen, die besten Produkte aus dem Labor- und Gewächshauscreening, in wöchentlicher Applikation oder gemäss dem Prognosemodell Bio-PhytoPRE unter praxisähnlichen Bedingungen evaluiert. Die Wirksamkeit wurde mit einem Standardkupferfungizid und einer

---

<sup>1</sup> Agroscope ART Reckenholz-Tänikon, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz, [brigitte.dorn@art.admin.ch](mailto:brigitte.dorn@art.admin.ch), [www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch)

unbehandelten Kontrolle verglichen. Zusätzlich wurden 2004 ausgewählte Produkte in Mikroplot-Versuchen getestet.

### Ergebnisse und Diskussion

Im Laborversuch hemmten 30% der CFPs die Keimung der Sporangien und 26% das Myzelwachstum von *P. infestans* gänzlich. Im Gewächshaus wurde der Blattbefall auf Tomatensämlingen von 21% der Produkte um mindestens 80% reduziert. In den Kleinparzellenversuchen zeigten die CFPs aber nur schwache Wirkungen von maximal 30%. Die besten Resultate wurden dabei mit Tonerdeprodukten erzielt. Entsprechend den Beobachtungen von STEPHAN et al., 2005 und Cao et al. (2003) nahmen wir an, dass die ungenügenden Wirkungen im Feld auf zu kurze Wirkungsdauer und mangelnde Wetterbeständigkeit zurückzuführen sei. Um diese fehlenden Produkteigenschaften auszugleichen und um Umwelteinflüsse zu minimieren, wurden 16 der wirksamsten CFPs in Mikroplot-Feldversuchen mit zweimaliger Applikation pro Woche getestet. Zwölf CFPs reduzierten den Blattbefall der Kartoffeln signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. Ihre Wirkungen lag zwischen 9% und 63%, wobei keines dieser Produkte so wirksam wie die Kupferkontrolle war (Dorn et al. 2007).

Mit einem *in-vitro* Test, zur Überprüfung der Regenbeständigkeit und einem *in-vivo* Test zur Beurteilung der Persistenz, konnten wir zeigen, dass diese beiden Eigenschaften bei den CFPs im Vergleich zu den Kupferprodukten sehr gering sind. Damit hatten wir eine gute Erklärung für die mangelnden Kontrollerfolge bei der Anwendung der CFPs im Feld (Dorn et al. 2007). Bis zum Vorliegen von wetterbeständigen Formulierungen schätzen wir zurzeit das Kupfereinsparpotential von CFPs als gering ein. Kupferfungizide bleiben im Moment die einzige wirksame direkte Bekämpfungsmassnahme gegen *P. infestans* im Kartoffelanbau. Unsere Versuche mit dem Prognosemodell Bio-PhytoPRE zeigten, dass mit einem gezielten Einsatz von niedrig dosierten Kupferfungiziden bedeutende Kupfereinsparungen in der Praxis ohne CFP realisierbar sind (Musa und Forrer 2005; Dorn et al. 2007).

### Literatur

- Cao K.C., Wang S., Kessler P., Fried P.M., Forrer H.R. (2003). Krautfäulebekämpfung im Bio-Kartoffelanbau ohne Kupfer? *Agrarforschung* 10: 176-181.
- Dorn B., Musa T., Krebs H., Fried P.M., Forrer H.R. (2007). Control of late blight in organic potato production: evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions. *European Journal of Plant Pathology* 199: 217-240.
- Dorn B., Musa T., Krebs H., Fried P.M., Forrer H.R. (2009). Vom Labor ins Feld: Wirksamkeitsprüfung kupferfreier Alternativen gegen die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel. *Agrarforschung*: in Vorbereitung.
- Musa-Steenblock T., Forrer H.R. (2005). Bio-PhytoPRE- ein Warn- & Prognosesystem für den ökologischen Kartoffelanbau in der Schweiz. 8. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, Kassel, Deutschland, 133-136.
- Stephan D., Schmitt A., Carvalho S.M., Seddon B., Koch E. (2005). Evaluation of biocontrol preparations and plant extracts for the control of *Phytophthora infestans* on potato. *European Journal of Plant Pathology* 112: 235-246.

## Kaliumbicarbonat als möglicher Schwefelersatz im geschützten Gemüsebau

Koller, M.<sup>1</sup>

*Keywords: powdery mildew, potassium-bicarbonate, tomato, cucumber, corn salad*

### Abstract

*The effect of the potassium bicarbonate product «Armicarb» was tested against powdery mildew on tomato, cucumber melon, rosemary, sage and corn salad. The disease reducing effect of potassium bicarbonate was comparable to sulphur for most of the tested crops. With protective applications the efficacy was higher than 90 %. However in melon where powdery mildew was present before the first spraying, the efficacy was only 74 %. Compared to plant oils or extracts (such as fennel oil, tea tree oil and lecithin) potassium bicarbonate has shown the same or better efficacy. In our experiments we found no phytotoxicity caused by the potassium bicarbonate product Armicarb®.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im geschützten Anbau treten Echte Mehltaupilze an verschiedenen Gemüsearten regelmässig auf. Zwar schädigen sie oft weniger als Falsche Mehltaupilze, ihr auftreten wird jedoch bei trockenen Kulturbedingungen, die zur Vorbeugung gegen Falsche Mehltaupilze und *Botrytis* gewählt werden, verstärkt. Behandlungsmittel für den geschützten Anbau müssen sowohl kulturverträglich wie auch nützlingschonend sein. Netzschwefel, als häufigstes verwendetes Mittel, kann Nützlinge schädigen und ist vor allem auf Gurken und Melonen nicht immer verträglich.

Kalium- und Natriumbicarbonaten (Na-, bzw. K-Hydrogencarbonat) haben eine Wirkung gegen Echtem Mehltau und anderen Krankheiten (Horst et al. 1992). Mit der Verordnung der Europäischen Union (EC 2008) ist der Wirkstoff Kaliumbicarbonat in den Annex II der Bioverordnung aufgenommen worden. Damit können Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff, bei vorliegender Zulassung im Mitgliedstaat, im Bioanbau verwendet werden.

Das Produkt «Armicarb» (Wirkstoff Kaliumbicarbonat) wurde am FiBL in den letzten Jahren an verschiedenen Kulturen getestet, um Wirkungsdaten zur Registrierung in der Schweiz zu sammeln.

### Methoden

Die Versuche fanden zwischen 2006 – 2008 in Folientunneln von Gemüseproduzenten und am FiBL statt. Die Versuche wurden entsprechenden der EPPO Guidelines mit vier Wiederholungen eingerichtet und einmal pro Woche mit 12-15 l / 100 m<sup>2</sup> mit der Rückenspritze behandelt.

Kaliumbicarbonat (Produkt «Armicarb», 85 % Wirkstoffgehalt) wurde in einer Konzentration mit 0.5 % ohne weitere Zusätze appliziert. Neben der unbehandelten Kontrolle wurden folgende Behandlungsmittel getestet:

---

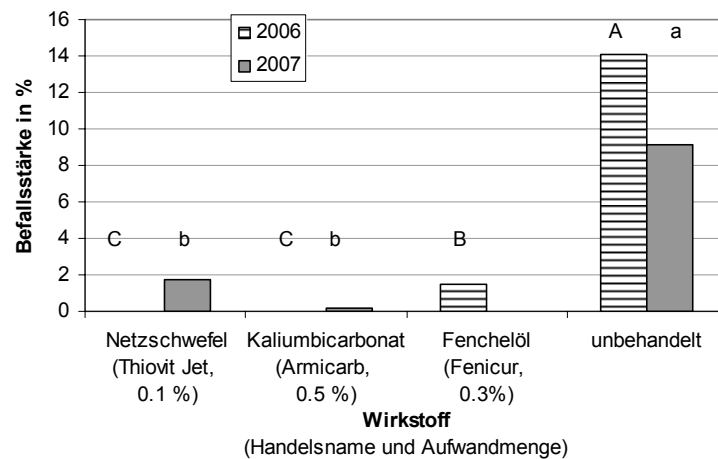
<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, martin.koller@fibl.org, www.fibl.org

Netzschwefel (Produkt «Thiovit Jet», 80 % Netzschwefel), Fenchelöl (Produkt «Fenicur», 23 % Fenchelöl), Soja-Lecithin (Produkt «Bioblatt-Mehltaumittel», 50 % Lecithin, nur bei Feldsalat eingesetzt), Teebaumöl (Versuchspräparat, nur bei Gurken und Topfkräutern), Saponin (Versuchspräparat, nur bei Topfrosmarin); Kupferhydroxid (Produkt «Microperl», 40 % Kupfer, nur bei Melonen gegen Falschen Mehltau).

Die befallene Blattfläche wurde an 20 Blättern pro Wiederholung (Bei Feldsalat 20 Pflanzen) erhoben. Befallshäufigkeit und Befallsstärke berechnet. Die Daten wurden nach einer Arcussinustransformation mit einer Varianzanalyse und einem multiplen Mittelwertvergleich nach Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) untersucht. Die Berechnung des Wirkungsgrades erfolgte Abbott.

## Ergebnisse

Kaliumbicarbonat wurde an Cherry-Tomaten im Jahr 2006 und 2007 getestet (Abbildung 1). Im ersten Versuchsjahr lag der Wirkungsgrad über 99 %, im zweiten Jahr wurde ein Wirkungsgrad von 98 % erreicht. Netzschwefel hatte im ersten Jahr ebenfalls eine sehr gute Wirkung (> 99 %), im zweiten Jahr konnte er die Tomaten nicht mehr vollständig schützen (81 %). Bei Fenchelöl war die Wirkung im ersten Jahr mit 89 % signifikant geringer. Fenchelöl wurde im zweiten Jahr nicht getestet. Keines der Produkte verursachte auf den Tomaten Verbrennungen oder Spritzflecken.



**Abbildung 1: Mittlere Befallsstärke von Echtem Mehltau (*Oidium neolycopersici*) bei Tomaten 5 bzw. 7 Tage nach der letzten Behandlung. Verfahren ohne gemeinsame Grossbuchstaben (2006) bzw. Kleinbuchstaben (2007) unterscheiden sich signifikant (2006:  $p < 0.01$ , 2007:  $p < 0.001$ ; Tukey-HSD  $\alpha = 0.05$ ). Fenchelöl wurde 2007 nicht getestet.**

Ähnliche Ergebnisse gegen Echten Mehltau wurden in anderen Kulturen gefunden (Tabelle 1). Bei Gurken zeigte Kaliumbicarbonat mit einer Konzentration von 0.5 % ein Wirkungsgrad von 98 %. Bei einer Konzentration von 0.25 % wurde ein Wirkungsgrad von 93 % erreicht. Auch Netzschwefel (Wirkungsgrad 99 %) und Fenchelöl (Wirkungsgrad 97 %) hatten eine gute präventive Wirkung. Eine tendenziell schlechtere Wirkung verzeichnete das Teebaumöl-Präparat (Wirkungsgrad von 83 %).

Alle getesteten Produkte wiesen eine Teilwirkung gegen den Falschen Mehltau (*Pseudoperonospora cubensis*) zwischen 40-57 % auf (Daten nicht dargestellt).

**Tabelle 1: Befallsstärke durch Echte Mehltapilze bei Gurken, Melonen, Feldsalat, Salbei und Rosmarin in Abhängigkeit verschiedener Behandlungsmittel (Mittelwert der Befallsstärke und Signifikanzen).**

Wirkstoff (Handelsnahme, Konzentration)	Gurken	Feldsalat (3 Anbausätze)			Melonen	Rosmarin / Salbei
Kaliumbicarbonat (Armicarb 0.5 %)	0.5 b	0.0 b	0.1 b	0.1 b	24 b	1.7 bc / 0.2 b
Kaliumbicarbonat (Armicarb 0.25 %)	1.5 b	–	–	–	–	–
Netzschwefel (Thiovit Jet, 0.2 %)	0.01 b	–	–	–	27 b	0.9 c / 0.2 b
Fenchelöl (Fenicur, 0.4 %)	0.6 b	0.4 b	0.3 b	0.3 b	73 ab	–
Soja-Lecithin (Bio-Blattmehltaumittel 0.15 %)	–	0.0 b	0.3 b	0.3 b	–	–
Teebaumöl (Versuchsprodukt)	3.8 b	–	–	–	–	4.9 bc / 2.3 b
Kupferhydroxid (Microperl 0.25 %)	–	–	–	–	74 ab	–
Saponin (Versuchsprodukt)	–	–	–	–	–	6.9 b / –
unbehandelt	22.5 a	4.2 a	4.2 a	2.6 a	93 a	21 a / 7.8 a
ANOVA	***	**	**	**	**	*** / ***

ANOVA:  $p < 0.01 = **$ ;  $p < 0.001 = ***$ . Verfahren ohne gemeinsame Buchstaben innerhalb eines Versuches unterscheiden sich signifikant (Tukey HSD  $\alpha = 0.05$ ).

An Feldsalat wurde Kaliumbicarbonat mit Fenchelöl und Soja-Lecithin verglichen. Mit allen drei Behandlungsmitteln konnte der Befall deutlich reduziert werden (Wirkungsgrad von 88 - 99 %), wobei Kaliumbicarbonat tendenziell die beste Befallsreduktion erzielte.

An Zuckermelonen wiesen Netzschwefel und Kaliumbicarbonat eine Wirkung von 70 bzw. 74 % auf, während Fenchelöl und Kupferhydroxid nur einen Wirkungsgrad von 20 bzw. 21 % aufwiesen. Falscher Mehltau trat in diesem Versuch nur gegen Schluss auf und konnte nicht mehr bonitiert werden.

Auch an Topfkräutern konnte mit Kaliumbicarbonat eine ähnlich gute Wirkung wie mit Netzschwefel erreicht werden (Wirkungsgrad zwischen 90-99 %). Teebaumöl (Wirkungsgrad 66 % an Rosmarin und 90 % an Salbei) und Saponin (Wirkungsgrad 76 % an Rosmarin) hatten eine geringere Wirkung.

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Kaliumbicarbonat (Produkt «Armicarb») erwies sich hocheffizient im protektiven Einsatz gegen Echte Mehltaukrankheiten an Gemüse und Kräutern im geschützten Anbau. Kaliumbicarbonat verursachte in keiner Kultur Verbrennungen, Spritzflecken oder Geruchsveränderungen. Bei Netzschwefel hingegen traten bei Konzentrationen über 0.2 % und erhöhter Sprühmenge (15 l pro 100 m<sup>2</sup>) Spritzflecken auf. Bei Kräutern konnte nach mehrmaligem Einsatz und ausschliesslicher Bewässerung von unten, noch 14 Tage nach dem Einsatz ein leichter Schwefelgeruch wahrgenommen werden.

Der geringere Wirkungsgrad im Versuch mit Melonen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass schon vor der ersten Behandlung Mehltaubefall vorhanden war. Zudem war der Befallsdruck sehr hoch.

Im protektiven Einsatz konnte auch mit Fenchelöl und Soja-Lecithin eine gute Wirkung erzielt werden, während die neuen Versuchsmittel Teebaumöl und Saponin weniger gute Wirkungsgrade gegen den Echten Mehltau hatten.

Auch gegen den Falschen Mehltau wiesen Kaliumbicarbonat und andere Behandlungsmittel eine Teilwirkung auf, die auch von Lindner (1999) in Gurken nachweisen werden konnte.

Da von Kaliumbicarbonat bis jetzt keine Beeinträchtigung von Nützlingen bekannt sind, kann dieses Produkt in Zukunft Schwefel ersetzen.

Mit den vorliegenden Daten konnte das Kaliumbicarbonat-Präparat Armicarb in der Schweiz bei Tomaten, Gurken, Feldsalat sowie Salbei und Rosmarin als Pflanzenschutzmittel bewilligt werden.

### **Danksagung**

Die Firma Stähler Suisse SA stellte uns das Versuchsmittel zur Verfügung. Dem Betrieb Rathgeb's Biogemüse danken wir für die zur Verfügungsstellung der Tomaten-Versuchsfläche. Hansjürg Imhof unterstützte die Versuche in Topfkräutern.

### **Literatur**

- EC (2008): Amending Annex II to Council Regulation (EEC) No 2092/91 on organic production of agricultural products. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:120:0008:0010:EN:PDF>, (Abruf 15.9.2008).
- Horst R.K., Kawamoto S.O., Porter L.L. (1992) Effect of Sodium Bicarbonate and Oils on the Control of powdery Mildew and Black Spot of Roses. *Plant Disease* v76 (3): 247-251.
- Lindner U. (1999): Guter Bekämpfungserfolg von "Mehltauschreck" gegen Falschen Mehltau an Salatgurken. In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg., 1999): *Versuche im deutschen Gartenbau / Gemüsebau*. Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH, Bonn. S. 79.

## **Einfluss von ligninhaltigen Komposten und Pflanzgutgesundheit auf den Befall mit *Rhizoctonia solani* bei Kartoffeln**

Schulte-Geldermann, E.<sup>1</sup>, Bruns, C.<sup>1</sup>, Heß, J.<sup>1</sup> und Finckh, M.R.<sup>2</sup>

*Keywords: Potato, Rhizoctonia solani, suppressive composts, seed tuber health*

### **Abstract**

*The effects of initial seed potato infection and suppressive composts made of mixtures of organic household and yard waste on the *R. solani* severity in potatoes were tested in field trials under organic conditions at the University Kassel in the years 2006-08 and at two sites in northern Germany in 2008. Composts directly applied in strips to the seed tuber area at 5 t dry matter ha<sup>-1</sup> significantly reduced both the infestation of harvested potatoes with black scurf and the percentage of tubers with malformations and dry core. The rate of initial seed tubers infection and the site significantly affected tuber health and quality.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Im Ökologischen Anbau von Kartoffeln tritt immer häufiger schwerer Befall mit *Rhizoctonia solani* auf, der zu Ertrags- und Qualitätsverlusten sowie in der Pflanzgutproduktion zu Aberkennung führt. Dies kann eine schleichende Ausbreitung des Erregers verursachen, der relativ lange im Boden überdauern kann. Es besteht Unklarheit darüber, ob die teilweise erheblichen Ernteauffälle hauptsächlich durch die Vorinfektion des Pflanzgutes oder durch Standortfaktoren verursacht werden. Suppressiv Effekte von Komposten gegenüber *R. solani* werden vor allem aufgrund der Steigerung der mikrobiellen Aktivität und der Etablierung von mikrobiellen Antagonisten verursacht (Hoitink und Boehm 1999). Tsror et al. (2001) haben in Bezug auf praktisch umsetzbare Ansätze zur Kontrolle von *R. solani* in Kartoffeln mit Komposten viel versprechende Ergebnisse geliefert.

Folglich ergab sich als Hypothese, dass eine Applikation von nach der Bundesgütegemeinschaft Kompost (RAL 251) Güte gesicherten ligninreicher Komposte (Mischung Bioabfall und Grüngut sowie reine Grüngutkomposte) appliziert in unmittelbarer Umgebung der Pflanzknolle eine hohe Erfolgsaussicht zur Unterdrückung des Erregers hat. Eine weitere Hypothese lautet, dass der Ausgangsbefall des Pflanzgutes einen erheblichen Effekt auf den Befall der Ernteknollen hat. Hierzu wurde im Versuchsansatz der Einfluss von unterschiedlich stark befallenem Pflanzgut untersucht.

### **Methoden**

In den Jahren 2006-08 wurde jeweilig ein zweifaktorieller Versuch in randomisierter Blockanlage mit vier Wiederholungen auf den Versuchsfeldern der Universität Kassel in Eichenberg (vergleyte Lössparabraunerde (uL), 74BP; 74 Bodenpunkte) angelegt. In 2008 ist der Versuch auf zwei zusätzliche Standorte in Norddeutschland (Barnstedt,

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologische Land- und Pflanzenbausysteme, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Uni Kassel, Nordbahnhofstrasse 1a, 37213 Witzenhausen, Germany. [www.agrar.uni-kassel.de/foel/index.html](http://www.agrar.uni-kassel.de/foel/index.html)

<sup>2</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Adresse, siehe 1



Lüneburger Heide, Sand, 30BP, und Sudwalde, Kreis Delmenhorst, Lehziger Sand 50BP) ausgeweitet worden. In allen Jahren wurde die Sorte Nicola aus jeweilig gleichen Pflanzgutpartien gelegt. Komposte wurden in der Pflanzrille mit Hilfe eines Kastenstreuers ausgebracht (UKS 150, Fa. Rauch, Sinzheim).

Versuchsfaktoren:

A. **Komposteinsatz** 5t TM\*ha<sup>-1</sup>: Bio-/ Grüngutabfallkompost (60/ 40) 2006 u. 2007, 2008 reiner Grüngutabfallkompost jeweilig Güte gesichert nach RAL 251 vs. N, P u. K äquivalenter Kontrolle.

B. **Pflanzgutinfektion**: Pockenbesatz der Knollenoberfläche: a) gering ≤ 1%; b) mittel = 2-5%, c) stark > 10% (2008: Infektionsstufen gering und mittel)

Versuchsanlage und Bonituren wurden gemäß EPPO – Richtlinie PP 1/32 (2) während der Vegetation (Daten nicht dargestellt) und zur Ernte durchgeführt. Die varianzanalytische Verrechnung der Ergebnisse erfolgte mittels GLM Modell im Softwarepaket SPSS 13 nach Prüfung der Normalverteilung, ggf. Log- und Arcsin-Transformation und Test auf Homogenität der Varianzen (Levene Test). Post-Hoc Mittelwertvergleichstests wurden nach Bonferroni-Holm ( $p = 0,05$ ) vorgenommen.

## Ergebnisse und Diskussion

In allen Jahren und in 2008 an allen Standorten erbrachte der Komposteinsatz eine signifikante Reduktion des durch *R.solani* verursachten Pockenbesatzes und der Anzahl der Ernteknollen mit Deformationen und „dry-core“- Symptomen. Gegenüber der Kontrolle wurden durch den Komposteinsatz im Mittel der Versuche der Pockenbesatz auf der Knollenoberfläche um 2% (Tab. 1) und der Anteil an Deformationen und „dry-core“ um 8,8% gesenkt (Tab. 2). Dieses entspricht einer Reduktion der *R.solani* Symptome von 30-50% durch die gezielte Ausbringung ligninhaltiger Komposte. Diese Komposte zeichnen sich durch eine hohe Besiedlung mit *Trichoderma spp.* aus (Kuter et al. 1983) welche parasitär gegenüber dem *R.solani* Pathogen agieren (Hoitink and Boehm, 1999).

Die schwere der Pflanzgutinfektion hatte ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf alle *R. solani* Symptome. Verglichen mit geringem Pflanzgutbesatz erhöhte ein mittlerer bzw. starker Befall den Pockenbesatz um durchschnittlich 2,5% bzw. 5,9% und die Anzahl an Deformationen und „dry-core“ um 5,5% bzw. 9,3%. Die Bedeutung des Pflanzgutbesatzes auf den *R. solani* Befall wird durch diese Arbeit wie auch schon bei Untersuchungen von Karalus et al. (2003) besonders deutlich. Dies weist auf die Notwendigkeit hin, einen Grenzwert für den Besatz mit *R. solani* für die Verwendung von Pflanzgut im Ökologischen Landbau einzuführen. Der Einfluss des Standortes wurde ebenfalls besonders deutlich. So waren der *R.solani* Befall auf dem zur Staunässe neigenden Standort Sudwalde (50BP) signifikant höher als auf den Standorten Barnstedt (30BP) und Eichenberg (74BP) die sich in 2008 durch eine relativ trockene Sommerphase auszeichneten.

**Tabelle 1: Einfluss von Pflanzgutinfektion u. Komposteinsatz auf den durch *Rhizoctonia solani* verursachten Pockenbesatz (% Knollenoberfläche) der Ernteknollen in den Jahren 2006 und 2007 (1Standort) und 2008 (3 Standorten).**

Jahr	Standort / Bodenpunkte	Pflanzgut – infektion 1)	Pockenbesatz (% Knollenoberfläche)		
			Kompost	Kontrolle	$P \leq 0.05$
2006	Eichenberg 74 BP	leicht	3.36	5.95	a
		mittel	5.80	8.51	b
		stark	6.57	10.43	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
2007	Eichenberg 74 BP	leicht	1.40	2.72	a
		mittel	2.61	3.82	b
		stark	3.28	5.05	c
		$P \leq 0.05$	a	b	
2008	Barnstedt 30BP	leech	0.93	2.28	a
		mittel	4.38	5.63	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
	Sudwalde 50BP	leicht	5.70	7.60	a
		mittel	7.11	9.85	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
	Eichenberg 74BP	leicht	1.37	3.13	a
		mittel	5.16	6.59	b
		$P \leq 0.05$	a	b	

1) leicht  $\leq 1$  %, mittel 2 -5 %, stark > 10%

2) unterschiedliche Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede zwischen Kontrolle und dem Verfahren mit Kompost bzw. zwischen den jeweiligen Pflanzgutinfektionsstufen

**Tabelle 2: Einfluss von Pflanzgutinfektion u. Komposteinsatz durch *R.solani* verursachte Knollendeformationen u. „dry core“ - Symtome der Ernteknollen in den Jahren 2006 und 2007 (1Standort) und 2008 (3 Standorten).**

Jahr	Standort / Bodenpunkte	Pflanzgut – infektion 1	"Dry core u. deformierte Knollen (%)		
			Kompost	Kontrolle	$P \leq 0.05$
2006	Eichenberg 74BP	leicht	7.75	15.75	a
		mittel	14.75	20.75	b
		stark	14.75	32.25	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
2007	Eichenberg 74BP	leicht	5.74	9.86	a
		mittel	9.36	13.57	a
		stark	13.79	20.47	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
2008	Barnstedt 30BP	leicht	5.27	10.48	a
		mittel	10.46	19.27	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
	Sudwalde 50BP	leicht	13.82	21.06	a
		mittel	18.77	26.73	b
		$P \leq 0.05$	a	b	
	Eichenberg 74BP	leicht	5.71	14.58	a
		mittel	11.24	19.73	b
		$P \leq 0.05$	a	b	

1) leicht  $\leq 1$  %, mittel 2 -5 %, stark > 10%

2) unterschiedliche Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede zwischen Kontrolle und dem Verfahren mit Kompost bzw. zwischen den jeweiligen Pflanzgutinfektionsstufen

## Schlußfolgerungen

Die Ausbringung von ligninhaltigen Komposten in direkter Umgebung der Pflanzknolle zeigte in sich allen Versuchsjahren sowie an unterschiedlichen Standorten als

geeignete Maßnahme zur Kontrolle von *R. solani* im Ökologischen Kartoffelanbau. Um die Methode in der Praxis einzusetzen, muss die Ausbringungstechnik noch verbessert werden. Zum Beispiel Details der Ausbringungsmenge, -breite und -tiefe. Auch das Fassungsvermögen der Legetechnik und die Gewichtsverteilung der Gerätekombinationen müssen optimiert werden. Pflanzgutinfektion und Standort hatten einen starken Einfluss auf den Befall der Ernteknollen mit *R. solani* Symptomen und somit jeweilig von hoher Bedeutung.

### Literatur

- Hoitink H. A. J & Boehm M. J., 1999: Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 37, pp.427-46
- Karalus, Wolfgang (2003) Zur Regulierung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau. in Freyer, B. (Hrsg.) 7. Wissenschaftstg. zum Ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft, S. 121-124. Boku, Wien. Radtke, W., Riekmann, W., Brendler, F., 2000. Kartoffel - Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer.
- Kuter G.A., Nelson E.B., Hoitink H.A.J. & Madden L.V., 1983: Fungal populations in container media amended with composted hardwood bark suppressive and conducive to *Rhizoctonia damping-off*. *Phytopathology* 73, pp. 1450-56
- Tsrar, L. Barak, R., Sneh, B. 2001: Biological control of black scurf on potato under organic management. *Crop-Protection.*, 20: 2, 145-150
- Schüler, C., J. Biala, C. Bruns, R. Gottschall, S. Ahlers und H. Vogtmann (1989): Suppression of root rot on peas, beans and beetroots caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* through the amendment of growing media with composted organic household waste. *J. Phytopathology* 127, 227-238

## Erarbeitung von Schwellenwerten zur gezielten Bekämpfung von Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) sowie deren praktische Umsetzung im Öko-Landbau

Dressler, M.<sup>1</sup>, Sedlmeier, M.<sup>1</sup>, Voit, B.<sup>1</sup>, Büttner, B.<sup>2</sup>, Killermann, B.<sup>1</sup>

*Keywords: dwarf bunt of wheat, common bunt of wheat, seed, threshold values, soil*

### Abstract

*Dwarf bunt of wheat (*Tilletia controversa*) and common bunt of wheat (*Tilletia caries*) are the most important pathogens in organic cereal production. The aim of this research work is to find out whether a threshold value for seed is sufficient or whether the infection potential in the soil must be considered additionally.*

*For dwarf bunt of wheat two-years-lasting field trials are performed at 3 sites with susceptible and low-susceptible wheat and spelt cultivars, 4 infection levels and 4 replications. The field trials are designed in a randomized split-block design with additional marginal-plots, so (1) sowing and harvest will be possible without greater interaction between the field plots, (2) spore contamination of the soil during harvest will be assured and (3) the determination of spore inoculum density in the soil after harvest will be enabled. Only fields with natural spore contamination are chosen. The field trials for common bunt of wheat are carried out in a similar design with 4 replicates at 4 sites with susceptible and low-susceptible wheat cultivars and two different sowing times.*

*For an infestation with dwarf bunt of wheat, diffuse light is sufficient. The wheat cultivar Capo showed a significantly lower infestation than the cultivar Saturnus. The infestation of the spelt cultivar Franckenkorn was significantly lower than that of the cultivar Oberkulmer Rotkorn, with the infestation of spelt cultivars being in principle lower because of morphological features. The greatest significant number of infested spikes per m<sup>2</sup> was found in the variant soil infection. With the dwarf bunt of wheat results from the first year no threshold values can be determined neither for seed nor for soil.*

*In the case of infestation with common bunt of wheat, there were no significant differences between the early and late sowing dates, nor between the cultivars Capo and Tommi. The highest bunt spore potential in the soil was found at the field trial site in Saxony; however, the highest number of infested spikes per m<sup>2</sup> was not found there.*

### Einleitung und Zielsetzung

Stark von Brandkrankheiten befallenes Erntegut kann weder als Saat-, noch als Konsumware verwertet werden. Bei Betrieben mit einem hohen Anteil von Nachbausaatgut kommt es daher im Erntegut häufiger zu einem Befall (Pölitz et al. 2006). Umso wichtiger sind deshalb zuverlässige Schwellenwerte für die Brandkrankheiten bei Saatgut. Bei *T. caries* liegt der Wert in Bayern derzeit bei 20

---

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lange Point 6, D-85354 Freising, Deutschland, Markus.Dressler@LfL.bayern.de

<sup>2</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, D-85354 Freising, Deutschland

Sporen/Korn. Ist der Befall höher geben die Öko-Verbände diese Ware zum Anbau nicht frei. Für *T. controversa* existiert noch kein Schwellenwert, da dieses Problem im Erntejahr 2006 erstmals in nennenswertem Umfang auftrat.

Im Rahmen dieses zweijährigen Forschungsprojektes wird untersucht inwieweit der Brandsporenbefall am Saatgut als alleiniger Grenzwert für die zu erwartende Ernte ausreicht oder ob das Infektionspotential im Boden eine größere Rolle spielt als bisher angenommen. Erste Hinweise dafür lieferte ein Praxisversuch (Killermann 2008).

### Methoden

Da es sich um ein Forschungsvorhaben auf nationaler Ebene handelt wurden geeignete Flächen und Versuchsansteller über ganz Deutschland verteilt ausgewählt und die Versuche an 5 Standorten in Bayern (BY), Baden-Württemberg (BW), Sachsen (SN) und Nordrhein Westfalen (NRW) angebaut. Der Versuchsstandort in Oberösterreich (OÖ) wurde gewählt, da er als sehr sicher für das Auftreten von Zwergsteinbrand gilt.

Die mehrfaktoriellen Feldversuche (Sorte, Infektionsstufe, Saatzeit) wurden als randomisierte Streifenanlagen in 10 – 13 m<sup>2</sup> Parzellen mit 4 Wiederholungen auf Flächen mit Brandsporenbelastung angelegt. Neben der Kontrolle wurde von jeder Sorte homogen infiziertes Saatgut (20 Sporen/Korn, 100 Sporen/Korn) ausgesät.

Da das Auftreten von *T. controversa* sehr witterungsabhängig ist, wurde an den drei Standorten zusätzlich jeweils eine Variante mit künstlicher Bodeninfektion angebaut. Die Versuche für Zwergsteinbrand wurden an drei Standorten, unterschiedlicher Höhenlage, mit der anfälligen Weizensorte Sorte *Capo* und der als weniger anfällig geltenden Sorte *Saturnus* ausgedrillt. Bei Dinkel kamen die anfällige Sorte *Franckenkorn* und der weniger anfällige *Oberkulmer Rotkorn* zum Anbau.

Die Steinbrandversuche wurden ebenso als randomisierte Streifenanlage an vier Standorten mit der anfälligen Sorte *Capo* und der weniger anfälligen Sorte *Tommi* mit einem frühen und späten Saatzeitpunkt angebaut.

Die Parzellen wurden während der Vegetation mehrmals auf den Befall mit Brandkrankheiten bonitiert. Der Brandsporenbesatz am Erntegut wird nach der Methode des ISTA Handbook on Seed Health Testing, Working Sheet No 53 untersucht. Das Infektionspotential im Boden wurde nach der Ernte bestimmt. Nach dem Auswaschen der Sporen aus dem Boden erfolgte die Brandsporenbestimmung ebenfalls nach der Methode des ISTA Handbook on Seed Health Testing, Working Sheet No 53.

### Ergebnisse und Diskussion

Erste Ergebnisse zeigen, dass der Ährenbefall mit Zwergsteinbrand und Steinbrand an den unterschiedlichen Standorten wenig differenziert.

Die Infektion des Zwergsteinbrandes erfolgt während der Bestockung unter einer Schneedecke bei offenem Boden. Obwohl eine Schneedecke fehlte, kam es bei der vorherrschenden Witterung (Nebel) auch bei der Variante nichtinfiziertes Saatgut zu einem Befall. Völlig unerwartet zeigte die als anfällig geltende Sorte *Capo* einen signifikant geringeren Befall als *Saturnus* (Tabelle 1). Neben der Sortenanfälligkeit nahm der Befall mit zunehmender Saatgutinfektion (Sporen/Korn) zu. Die Infektionsstufe 100 Sporen/Korn unterscheidet sich signifikant von der Kontrolle. Den höchsten signifikanten Ährenbefall/m<sup>2</sup> zeigte die Variante Bodeninfektion von 0,5 g Sporen/m<sup>2</sup>.

**Tabelle 1: Zwergsteinbrand-Befall (Ähren/m<sup>2</sup>) bei Winterweizen im Jahr 2008 auf den Standorten Bayern (BY), Baden-Württemberg (BW) und Oberösterreich (OÖ) bei Bodeninfektion und Saatgutinfektionen mit unterschiedlichen Sporendichten**

Behandlung Standorte	Kontrolle		Bodeninfektion 0,5 g Sporen/m <sup>2</sup>		Saatgutinfektion			
	Capo	Saturnus	Capo	Saturnus	20 Sporen/Korn		100 Sporen/Korn	
					Capo	Saturnus	Capo	Saturnus
BY	0,1	0,4	1,5	6,1	0,0	0,1	0,1	1,4
BW	0,0	0,0	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,9
OÖ	0,0	0,1	4,8	5,5	0,1	0,1	0,6	0,6

Der Dinkel wurde mit den Vesen ausgesät. Diese wirken als zusätzliche Barriere für die Sporenfektion, so dass der Befall deutlich unter dem von Winterweizen lag. So waren am Standort in Bayern bei der Variante Bodeninfektion die Sorte *Franckenkorn* mit 0,1 Ähren/m<sup>2</sup> und der als weniger anfällig geltende *Oberkulmer Rotkorn* mit 1,0 Ähren/m<sup>2</sup> befallen. Die Sorte *Franckenkorn* zeigte einen signifikant geringeren Befall. Ähnlich wie bei Winterweizen war die Variante 100 Sporen/Korn bzw. die Bodeninfektion signifikant stärker befallen.

Das Brandsporenpotential im Boden an den 3 Standorten war sehr unterschiedlich. Beim Dinkel wies der Standort BY mit dem höchsten Brandsporenpotential auch die höchste Anzahl befallener Ähren/m<sup>2</sup> auf. Beim Winterweizen konnte dies nicht beobachtet werden.

**Tabelle 2: Steinbrand-Befall (Ähren/m<sup>2</sup>) im Jahr 2008 bei Winterweizen auf den Standorten Bayern (BY), Baden-Württemberg (BW), Nordrhein Westfalen (NRW) und Sachsen (SN) bei Saatgutinfektionen mit unterschiedlichen Sporendichten und Saatzeiten**

Behandlung Standorte	Kontrolle		Saatgutinfektion			
	Capo	Tommi	20 Sporen/Korn		100 Sporen/Korn	
			Capo	Tommi	Capo	Tommi
<b>Frühsaat</b>						
BY	1,3	0,0	0,9	0,0	1,5	0,0
BW	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
NRW	keine Saat					
SN	0,8	0,0	0,6	0,1	0,9	0,1
<b>Spätsaat</b>						
BY	0,8	0,0	1,6	0,0	0,4	0,0
BW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
NRW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SN	keine Saat					

Der Steinbrand infiziert das Saatgut während der Keimung. Das Temperaturoptimum für die Infektion liegt um 10 °C. Weicht die Temperatur deutlich ab, sinkt die Infektionsrate. Die Befallsunterschiede zwischen der Früh- und Spätsaat sind nicht signifikant (Tabelle 2). Die Unterschiede zwischen den Sorten *Capo* und *Tommi* sind ebenfalls nicht signifikant. In der Tendenz zeigte die weniger anfällige Sorte *Tommi* kaum Befall.

Das mit Abstand größte Brandsporenpotential im Boden wies der Standort SN mit z. T. mehr als 2.000 Sporen/10 g Boden auf. Die Anzahl befallener Ähren/m<sup>2</sup> unterschied sich jedoch nicht signifikant von den anderen Standorten.

### Schlussfolgerung

Für den Befall mit Zwergsteinbrand reicht bereits diffuses Licht (Nebel). Winterweizen wird stärker befallen als Dinkel. Der Einfluss der Sorten entscheidet signifikant über das Befallsauftreten. Hohe Sporendichten im Boden führen bei Dinkel zu einer höheren Anzahl befallener Ähren/m<sup>2</sup>. Bei Winterweizen konnte die Beziehung Sporendichte im Boden zur Anzahl befallener Ähren nicht hergestellt werden. Eine Wechselwirkung "Sporendichte im Boden" und "Witterung" bezogen auf die Standorte lässt sich nach dem ersten Versuchsjahr noch nicht herstellen, d. h. es lassen sich noch keine Schwellenwerte weder für das Saatgut noch für den Boden herleiten.

Beim Befall mit Steinbrand ist der Einfluss der Sorte und des Saattermins in der Tendenz vorhanden. Eine Wechselwirkung "Sporendichte im Boden" und "Witterung" bezogen auf die Standorte lässt sich nach dem ersten Versuchsjahr ebenfalls noch nicht herstellen, d. h. auch hier lässt sich noch kein Schwellenwert für den Boden ermitteln.

Für beide Erreger gilt, die Sporendichte des Bodens ist stark standortabhängig und inhomogen verteilt. Das Befallsauftreten wird neben dem Sporenbesatz im Boden und am Saatgut von der Witterung überlagert.

### Danksagung

Danken möchte ich allen, die am Projekt mitwirken. Mein Besonderer Dank geht an die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in Bonn für die finanzielle Förderung dieses Projektes.

### Literatur

- Killermann, B.; Voit, B; Büttner, P. (2008) Brandkrankheiten bei Weizen – Erfahrungen und Ergebnisse aus der Saatgutuntersuchung und Stand der derzeitigen Diskussion; 41-44 Tagungsband der 58. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 20.-22. November 2007, Raumberg-Gumpenstein.
- Pölit, B.; Veckenstedt, B. (2006) Der Weizensteinbrand. Ein aktuelles Problem im ökologischen Landbau. Hrsg. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 6 S.

## Kartoffelsorten mit verbesserter Krautfäuleresistenz und geringem Rhizoctoniabefall – entscheidend für die Ertrags- und Qualitätssicherung im biologischen Anbau

Dupuis, B.<sup>1</sup>, Hebeisen, T.<sup>2</sup>, Reust, W.<sup>1</sup>, Schwärzel, R.<sup>1</sup>, Ballmer, Th.<sup>2</sup>, Musa, T.<sup>2</sup>

*Keywords: potato, late blight, Rhizoctonia, variety, Phytophthora*

### Abstract

*Considerable annual fluctuations in yield and quality are one main characteristic of organic potato production, thus rendering market supply and income highly unpredictable. Main constraints are deficient nutrient supply and diseases like late blight and Rhizoctonia. In the trials managed to propose new cultivars to Swiss cultivars recommendation list, we identified numerous new cultivars with interesting resistance profile to late blight and Rhizoctonia. 30 varieties among 141 tested, could be proposed to the organic food chain. Most promising were the varieties Terra Gold, Biogold, Bondeville, Derby and Trabant; all of them combined high resistance to late blight with low susceptibility to stem canker. Their cooking types cover the whole range of potato utilization from boiled potato to French fries and crisps. In practice they could potentially diminish annual fluctuations in organic potato supply.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Ertragsbildung und die Qualität der Kartoffeln werden von zahlreichen Krankheiten und Schädlingen beeinträchtigt. Daher sind aufwändige Pflanzenschutzmassnahmen notwendig, die hohe Kosten verursachen und deren Wirksamkeit nicht immer gegeben ist. Weltweit sehr bedeutend sind die beiden Pilzkrankheiten Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) sowie Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*). Kontaminiertes Pflanzgut ist für die Weiterverbreitung von beiden bedeutend. In den EU-Ländern kostet die Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule inklusive der verursachten Ertragsausfälle jährlich 1.000.000.000 € (Haverkort *et al.*, 2008). Rhizoctonia bewirkt neben der Ertragsverminderung auch eine markante Verschlechterung der äusseren Knollenqualität (Simons und Gilligan, 1997). Im Frischkonsum ist die äussere Knollenbeschaffenheit das wichtigste Kaufkriterium der Konsumentenschaft.

Biologisch produzierende Kartoffelproduzenten verfügen über keine zuverlässig wirksamen Beizmittel gegenüber Rhizoctonia. Stark mit Rhizoctoniapocken befallenes Pflanzgut wird für die Speisekartoffelproduktion abgelehnt. Die für die Kraut- und Knollenfäule zugelassenen Cu-haltigen Kontaktfungizide sind beschränkt wirksam und können nur in begrenzter Menge (4 kg Reinkupfer) eingesetzt werden. Latente Knolleninfektionen im Pflanzgut, besonders unter Folienanbau, sind neben Durchwuchskartoffeln und auf Deponien ausgebrachten Knollen verantwortlich für den Beginn einer Epidemie der Kraut- und Knollenfäule (Musa-Steenblock *et al.*, 2006). Dennoch stehen im biologischen Anbau praktisch dieselben Sorten wie in der konventionellen Produktion. Da diese wegen vorhandener Bekämpfungsmöglichkeit im konventionellen Anbau meist weniger resistent sind, entstehen im Bioanbau beträchtliche Ertrags- und Qualitätsausfälle. Diese verursachen unverhältnismässig grosse Schwankungen in der inländischen Versorgung mit Biokartoffeln (Hebeisen *et al.*, 2003).

---

<sup>1</sup> Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), CP1012, CH-1260 Nyon

<sup>2</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART), Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich



Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, dreissig neuere Kartoffelsorten vorzustellen, die gegenüber Kraut- und Knollenfäule sowie Rhizoctonia geringere Anfälligkeiten aufweisen und damit die Ertragssicherheit im biologischen Anbau verbessern könnten.

## Methoden

Die vorgestellten Resultate sind in den jährlich ausgepflanzten Vorversuchen mit neuen Kartoffelsorten erhoben worden, die im Rahmen der Sortenprüfung der Forschungsanstalten Agroscope durchgeführt werden. Diese ermöglichen eine Vorselektion für die offiziellen Hauptversuche, die für die Aufnahme von neuen Sorten in die für die Kartoffelbranche verbindliche schweizerische Sortenliste angelegt werden.

Insgesamt wurden von 1999 bis 2007 141 Sorten geprüft (Reust und Torche, 2001-2007). Die Prüfung dauert zwei Jahre. Es werden pro Jahr 3 bis 5 Versuche ausgepflanzt. Die sortentypische Kraut- und Knollenfäuleanfälligkeit wird unter natürlichen Infektionsbedingungen ohne Behandlungen in Zürich und in Bullet (VD) überprüft. Die Befallsentwicklung wird in zeitlichen Abständen von drei bis fünf Tagen fünf bis siebenmal bonitiert. In den trockenen Jahren 2003 und 2006 entwickelte sich keine Krautfäule. In den übrigen Versuchsjahren war die Befallsentwicklung sehr ähnlich.

Der Rhizoctoniabefall wird nach dreimonatiger Zwischenlagerung an je 100 Knollen pro Sorte aller Versuchsstandorte visuell bonitiert. Die Anfälligkeit wird durch einen Indexwert berechnet, welcher die Anzahl der befallenen Knollen als auch deren Befallsstärke berücksichtigt. Photographische Vorlagen werden für die Beurteilung des Sklerotienbesatzes als auch der Knollendeformationen verwendet. Ein Index höher als 100 deutet auf einen starken Befall hin.

Die sortentypische Anfälligkeit einer Prüfsorte gegenüber der Kraut- und Knollenfäule wird aus der Differenz des durchschnittlichen Befalls der beiden Versuchsjahre im Vergleich zum Befall der Sorte Bintje berechnet. Mit den Befallsdaten der Sorten Terra Gold, Bellini, Agria und Bintje, die als repräsentativ für verschiedene Anfälligkeiten gegen Kraut- und Knollenfäule (Einstufung im europäischen Sortenkatalog von Note 7 bis Note 3) betrachtet werden, wurde eine Referenzgerade ermittelt. Aus den Differenzwerten und den Punkten der Referenzgeraden errechnet sich die quadratische Gleichung  $y = -0.0138 x^2 + 0.6239 x + 3.0204$  ( $x$  = sortenspezifische Differenz zur Befallsnote der Referenzsorte Bintje). Mithilfe dieser Gleichung kann für jede Sorte eine Anfälligkeit gegenüber der Kraut- und Knollenfäule berechnet werden. Je höher die Note, desto geringer ist die Anfälligkeit (Note 9 = sehr wenig anfällig). Die Anfälligkeit gegenüber Knollenfäule berechnet sich aus dem mittleren Ertragsverlust aller untersuchten Versuchsstandorte.

## Ergebnisse und Diskussion

Der Züchtungsfortschritt in der Krautfäule-resistenz ist deutlich zu erkennen, da die Prüfsorten im Durchschnitt der 30 Sorten eine geringere Anfälligkeit aufweisen als die Standards Agria und Bintje (Tab. 1). Mit geringer Anfälligkeit sind die Sorten Terra Gold, Biogold, Bondeville, Derby und Trabant aufgefallen. Diese stammen aus verschiedenen Züchtungsländern und verdeutlichen damit, dass Fortschritte in der Resistenzzüchtung in verschiedenen Reifegruppen und Verwendungseignungen erzielt werden konnten. Demgegenüber wiesen die Sorten Terra Gold und Bondeville überdurchschnittlich hohe, durch Knollenfäule bedingte Ertragsverluste auf. Ein Grund könnte sein, dass die Resistenzen gegenüber Krautfäule- beziehungsweise Knollenfäulebefall unabhängig von einander vererbt werden (Darsow, 2002).

Die Sorten Terra Gold, Biogold, Bondeville, Derby und Trabant zeigten auch einen geringen Rhizoctoniabefall. Die Sorten Allians, Priamos und Lubeca sind mit einem hohen Befall an Rhizoctoniapocken aufgefallen (Tab. 1). Dies ist besonders für die Sorte Allians gravierend, da sie wegen ihrer guten Speisequalität im Frischkonsum vermarktet wird. Im Frischkonsum ist die äußere Knollenqualität für die Konsumentenschaft ein entscheidendes Kaufkriterium. Bei den Rhizoctonia-bedingten Knollendehformationen wurden nur geringe Sortenunterschiede in der Anfälligkeit beobachtet (Tab. 1). Zudem sind die Ertragsverluste eher gering.

Für eine umfassende Marktversorgung vom Frischkonsum bis zum Verarbeitungsrohstoff muss für den biologischen Anbau eine Palette an geeigneten Sorten zur Verfügung stehen. Sorten mit geringen Anfälligkeiten gegenüber Kraut- und Knollenfäule sowie Rhizoctonia wiesen unterschiedliche Kochtypen auf. Daher könnte ihr Anbau zu einer wesentlichen Verbesserung der Ertragssicherheit und der inneren und äußeren Knollenqualität im biologischen Anbau beitragen.

### **Danksagung**

Wir bedanken uns bei J-M. Torche, J-P. Dutoit, R. Wüthrich und F. Gut, die bei uns seit vielen Jahren für die praktische Durchführung der Sortenprüfung Kartoffeln verantwortlich sind.

### **Literatur**

- Darsow U., 2002. Phytophthora-Resistenz der Kartoffel. Das Wunschmerkmal für den ökologischen Kartoffelanbau. Forschungsreport 1: 16-20.
- Haverkort A. J., Boonekamp P. M., Hutten R., Jacobsen E., Lotz L. A. P., Kessel G. J. T., Visser R. G. F., van der Vossen E. A. G. (2008): Social costs of late blight in potato prospects of durable resistance through cisgenic modification, *Potato Research* 51:47-57.
- Hebeisen Th., Ballmer Th., Torche J.-M., Reust W., 2003. Kartoffelsortenprüfung auf Biostandorten – bisherige Erfahrungen. Schriftenreihe der FAL, Nr. 45, S. 30-6.
- Musa-Steenblock T., Forrer H.R., 2006. Immer heftigere Krautfäule-Epidemien in der Schweiz? *Agrarforschung* 13(1):10-15.
- Reust W., Torche J.-M., Berichte über die Vorversuche mit neuen Kartoffelzüchtungen 2001-2007, (2001-2007), Veröffentlichung Agroscope, 7 Versuchsberichte, unveröffentlicht, 280 p.
- Simons S.A., Gilligan C.A., 1997. Factors affecting the temporal progress of stem canker (*Rhizoctonia solani*) on potatoes (*Solanum tuberosum*). *Plant Pathology* 46:642-50.

**Tabelle 1: Sortentypische Anfälligkeit gegenüber der Kraut- und Knollenfäule sowie Rhizoctoniainfektionen von 30 Sorten, die gegenüber der Kraut- und Knollenfäule eine überdurchschnittlich geringe Anfälligkeit aufweisen; Angaben zum Herkunftsland der Sorte sowie zu ihrem Kochtyp; Details der Berechnungen in Methoden ersichtlich.**

Sorten	Versuchsjahre	Herkunftsland des Züchters	Anfälligkeit gegenüber Krautfäulebefall (berechnete Note)		Knollenfäulebedingte Ertragsverluste (%des Rohertrages)		Index Rhizotoniapockenbefall		Index Knollendeformationen		Kochtyp
			Mittel	Abweichung*	Mittel	Abweichung*	Mittel	Abweichung*	Mittel	Abweichung*	
Terra Gold	03/04	Holland	6.5	0.2	0.7	0.3	16.0	6.7	22.8	11.7	B
Biogold	04/05	Holland	6.4	0.3	0.3	0.2	24.5	19.0	10.5	4.6	C-B
Bondeville	99/00	Frankreich	6.4	0.4	0.6	0.2	13.3	8.9	24.5	19.7	B
Derby	99/00	Holland	6.3	0.3	0.1	0.0	25.8	11.9	6.0	2.1	C-B
Trabant	99/00	Österreich	6.3	0.4	0.2	0.1	27.5	13.5	5.0	2.9	C-D
Sassy	03/04	Frankreich	6.2	0.1	0.5	0.5	43.8	32.8	3.0	1.2	C
Spirit	03/04	Holland	6.0	0.2	0.1	0.1	30.8	19.3	14.3	8.5	B
Veronie	99/00	Holland	5.7	0.5	0.3	0.2	8.5	4.0	1.5	0.8	B-C
Allians	04/05	Deutschland	5.7	0.6	0.2	0.1	193.8	59.7	40.3	12.2	A-B
Goliat	99/00	Ungarn	5.6	0.6	1.5	1.3	47.1	15.1	4.3	1.9	C-B
Lucie	04/05	Frankreich	5.5	0.5	0.3	0.2	0.8	0.8	5.0	2.7	B-C
Crosty	03/04	Frankreich	5.5	0.7	0.4	0.2	24.0	13.3	20.3	10.5	C-D
Manuela	02/03	Frankreich	5.4	0.1	1.4	1.3	21.0	8.4	32.5	9.1	B-A
Eden	01/02	Frankreich	5.3	0.4	0.2	0.1	31.3	10.4	20.8	11.2	B
Tivoli	02/03	Dänemark	5.2	0.4	0.3	0.2	59.5	16.3	22.0	6.5	C-D
Pamela	00/01	Frankreich	5.1	0.5	0.1	0.0	23.3	15.3	15.5	5.6	C-B
Claret	99/00	Großbritannien	5.1	0.2	0.4	0.2	75.8	25.5	6.8	2.8	B-C
Priamos	01/02	Deutschland	5.0	0.4	2.5	2.1	155.0	52.7	28.3	12.4	C-D
Protea	99/00	Deutschland	5.0	0.3	0.8	0.3	10.3	3.9	31.0	9.8	C-D
Bellini	02/03	Holland	5.0	0.5	3.1	2.9	25.0	9.6	12.0	4.9	B
Florida	99/00	Holland	5.0	0.3	1.4	1.2	10.0	4.6	2.8	1.5	C-D
Lubeca	03/04	Deutschland	4.9	1.3	0.8	0.4	106.4	52.2	71.9	21.6	C-B
Red Baron	02/03	Holland	4.6	0.7	0.8	0.6	3.8	1.6	14.0	7.7	B
Maestro	00/01	Frankreich	4.6	0.6	0.3	0.1	76.0	54.2	6.8	3.3	B-A
Cécile	04/05	Holland	4.6	0.1	0.6	0.3	4.5	3.2	20.5	8.8	B-A
Lady Jo	01/02	Holland	4.6	0.3	0.4	0.3	13.0	5.6	6.3	2.4	C
Farmer	02/03	Holland	4.5	0.6	4.3	4.3	8.0	3.4	17.0	7.6	C
Marlen	99/00	Holland	4.4	0.3	0.1	0.1	96.0	38.6	21.8	7.8	C-B
Alowa	01/02	Frankreich	4.4	0.7	1.2	1.0	15.3	11.9	14.3	8.7	B
Corolle	01/02	Frankreich	4.3	1.0	1.4	1.2	9.5	8.4	8.3	3.1	B-A
Mittel			5.3	0.5	5.3	0.5	0.8	0.7	40.0	17.7	17.0
Agria	02/06	Deutschland	3.9	0.2	1.0	0.6	27.0	10.1	14.1	3.5	B-C
Bintje	99/06	Holland	3.0	0.0	2.2	0.8	36.7	10.6	18.8	3.8	C-B

Anfälligkeit gegenüber Krautfäulebefall (Note): 1. sehr anfällig; 3. anfällig; 5. mittel anfällig; 7. wenig anfällig; 9. sehr wenig anfällig

Kochtyp A. Feste Salatkartoffel; B. Ziemlich feste Kartoffel, für alle Zwecke geeignet; C. Mehliges Kartoffel, für Kartoffelstock und industrielle Verarbeitung geeignet; D. Stark mehliges Kartoffel, für industrielle Verarbeitung oder für Futterzwecke geeignet.

\* ± Standardfehler des Mittelwertes

## Untersuchung von Salatsorten/-linien auf Feldresistenz gegenüber Falschem Mehltau

Gärber, U.<sup>1</sup>, Idczak, E.<sup>2</sup>, Behrendt, U.<sup>3</sup> und Marx, P.<sup>1</sup>

*Keywords: lettuce, Bremia lactucae, field resistance*

### Abstract

*Eleven lettuce cultivars were tested for field resistance against Bremia lactucae. Although the presence of a large number of physiological races of Bremia lactucae was evidenced to be present in various German regions, preliminary results show two lettuce cultivars with a promisingly low susceptibility to downy mildew in three different locations.*

### Einleitung und Zielsetzung

*Bremia lactucae* stellt aufgrund seiner hohen Aggressivität und der Bildung ständig neuer physiologischer Rassen sowie fehlender Regulierungsmaßnahmen zunehmend eine Gefahr für den ökologischen Anbau von Salat dar. Um auch in Zukunft den Anbau zu sichern, werden im Rahmen eines im Bundesprogramm Ökologischer Landbau geförderten Projektes verschiedene Lösungsansätze erprobt. Ein Schwerpunkt dabei ist die Untersuchung von Sorten und Linien auf feldresistente Eigenschaften, d.h. auf horizontale Resistenz. Bei horizontaler (rassenunspezifischer) Resistenz ist eine dauerhafte Widerstandsfähigkeit gegeben, bei vertikaler (rassenspezifischer) Resistenz kann die Widerstandsfähigkeit durch neue Rassen gebrochen werden. Ziel ist es, feldresistente Salatsorten für den Ökoanbau zu etablieren, die zwar bis zu einem bestimmten Grad mit Mehltau befallen werden können, deren Befall aber nicht zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Ernte führt. Der Züchterverein Kultursaat e.V. hat erste Linien entwickelt, die in diesem Vorhaben in breitem Maßstab hinsichtlich ihrer Feldresistenz und Anbauwürdigkeit zu prüfen sind. Erste Versuchsergebnisse des Herbstsatzes 2007 werden vorgestellt. Zusätzlich wurde das Virulenzspektrum von *B. lactucae* an den Versuchsstandorten analysiert.

### Methoden

Die Feldversuche wurden auf Versuchsflächen von ökologisch produzierenden Betrieben an drei Standorten (Dachau, Müllheim, Überlingen) in Süddeutschland und je einem (Leipzig bzw. Holste) in Mittel- bzw. Norddeutschland durchgeführt. An den Standorten wurden jeweils elf Sorten/Linien im Parzellenversuch (einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen, 4 x 20 Pflanzen) auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Falschen Mehltau geprüft. Als anfälliger Standard wurde die Sorte 'Neckarriesen', als resistenter Standard eine gegenüber den Rassen BI:1 bis BI:25 vollständig resistente Sorte verwendet. Zur Auswertung wurde wöchentlich der Befall mit Falschem Mehltau, die Homogenität sowie die Anzahl der erntefähigen und der durch Falschen Mehltau nicht erntefähigen Köpfe erfasst. Als nicht erntefähig wurden

---

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Deutschland, ute.gaerber@jki.bund.de, peggy.marx@jki.bund.de, www.jki.bund.de

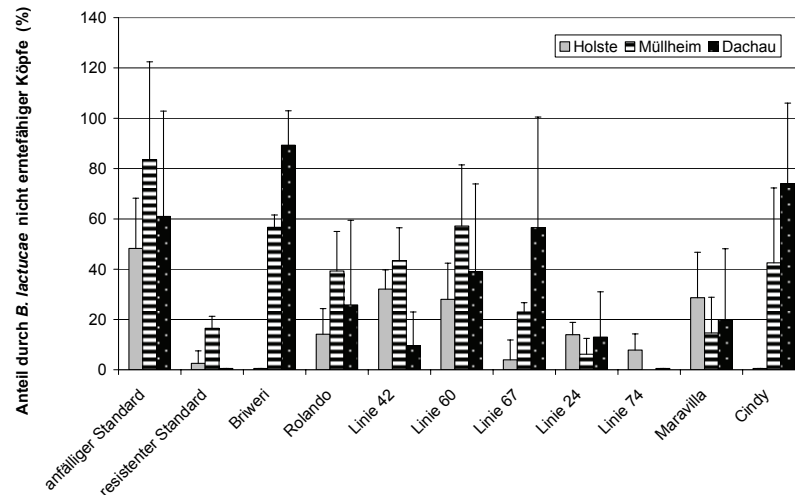
<sup>2</sup> Julius Kühn-Institut, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Deutschland, elke.idczak@jki.bund.de, www.jki.bund.de

<sup>3</sup> Kultursaat e.V., Oldendorfer Landstr. 14, 27729 Holste, Deutschland, www.kultursaat.org

Salatköpfe mit mehr als 30 % Befall eingestuft. Die Virulenzanalyse erfolgte anhand der Reaktion eines Testpflanzensortimentes nach einer standardisierten Methode.

## Ergebnisse und Diskussion

Zur Bewertung der Sorten hinsichtlich ihrer Feldresistenz wurde der Anteil der durch *B. lactucae* nicht erntefähigen Köpfe herangezogen (Abbildung 1). An den Standorten Leipzig und Überlingen konnte das Prüfmerkmal aufgrund zu geringen Befalls bzw. zu später Pflanzung nicht erfasst werden. Der resistente Standard sowie die Linien 24 und 74 zeigten an allen Standorten sehr gute Ergebnisse. Andere Sorten bzw. Linien mit unterschiedlicher Anfälligkeit an den Standorten unterscheiden sich möglicherweise in ihrer Anbaueignung für die verschiedenen Anbauregionen.



**Abbildung 1: Ergebnisse der Untersuchung von Sorten/Linien auf Feldresistenz gegenüber *B. lactucae* an verschiedenen Standorten (Herbstversuche 2007)**

Die gegenüber den Rassen BI:1 bis BI:25 vollständig resistente Sorte blieb nicht an allen Standorten befallsfrei. In der Virulenzanalyse wurde mit 23 nachgewiesenen Erregerformen ein sehr breites Virulenzspektrum für die geprüften Sorten und Anbauregionen ermittelt. Die Analyse zum Rassenspektrum bestätigt die Erfahrung aus den vergangenen Jahren, dass regional sehr unterschiedliche Erregerformen vorkommen, die hoch virulent sind und auch Sorten mit BI:1 bis BI:25 Resistenz befallen können.

Die Ergebnisse zur Feldresistenz aus dem Herbstanbau lassen noch keine endgültigen Schlussfolgerungen für die getesteten Sorten/Linien zu. Die Prüfung wird in 2008 in mehreren Anbausätzen wiederholt und im Jahr 2009 mit anderen Maßnahmen zur Regulierung des Falschen Mehltaus kombiniert.

## Einsatz von Chitin als Bodenverbesserungsmittel gegen *Pyrenochaeta lycopersici*

Heller, W.E.<sup>1</sup>

*Keywords: biocontrol, soil borne pathogenic fungi, chitin, soil amendment*

### Abstract

*The severity of infection of tomato plants (cv. De Berao) by *Pyrenochaeta lycopersici* causing corky root disease was reduced by application of chitin (Biosol) as soil amendment in greenhouse-pot experiments. Compared to untreated control plants showing extensive root rot or plants grown in steamed soil, plants treated with chitin showed limited root rot and reached 62% of the average fresh weight of plants grown in steamed soil.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Verseuchung von Böden mit pathogenen Pilzen wird oft erst erkannt, wenn die Inokulum-Dichte und dadurch der Infektionsdruck bereits problematische Grenzen überschritten hat und symptomatische Pflanzen augenfällig werden. Dies gilt besonders für *Pyrenochaeta lycopersici*, den Erreger der Korkwurzelkrankheit von Tomaten. In der Regel stehen in der Schweiz zur Bekämpfung dieser Krankheitserreger unter Gewächshaus- und Freilandbedingungen keine Erfolg versprechenden chemischen Bekämpfungsmittel zur Verfügung. Deshalb müssen auf biologischen Grundlagen beruhende Bekämpfungsstrategien entwickelt werden. In Topfversuchen unter Gewächshausbedingungen wurden die Auswirkungen der Anwendung von Chitin in Form von Biosol als Bodenverbesserungsmittel auf den Infektionsdruck von *Pyrenochaeta lycopersici* bei Tomatenpflanzen untersucht.

### Methoden

Für den Topfversuch wurde mit *Pyrenochaeta lycopersici* kontaminierte Erden aus einem Praxisbetrieb mit einem Zuschlag von 30 Vol.-% frischem Seramis-Blähton verwendet. Als Verfahren wurden eingesetzt: 1. unbehandelter Boden (Kontrolle), 2. Auf 90°C erhitzter, pasteurisierter Boden, 3. mit 2 % (Gew.) Biosol gemischter Boden. Pro 14-cm Topf wurden 3 Tomatensamen (cv. De Berao) ausgesät und nach dem Auflaufen 2 der Sämlinge entfernt. Pro Verfahren wurden 5 Töpfe mit je 1 Pflanze für den Versuch eingesetzt. Die Pflanzen wurden in einer Gewächshauskabine bei den für Tomaten üblichen Klimabedingungen während 16 Wochen mit mineralischer Düngung kultiviert. Bei der Auswertung wurden die oberirdischen Pflanzenteile abgeschnitten und gewogen. Die Wurzeln wurden ausgewaschen, gewogen und auf Befehl durch *P. lycopersici* untersucht.

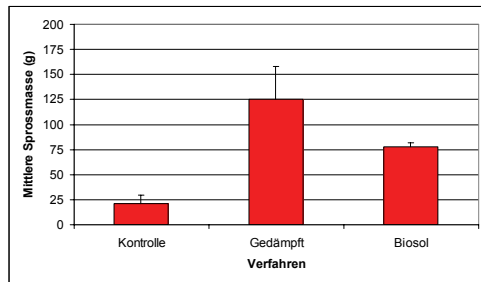
### Ergebnisse und Diskussion

Aus Abbildung 1 wird ersichtlich, dass die gedämpfte Erde den höchsten Pflanzenertrag ermöglichte. Die unbehandelte, mit *P. lycopersici* verseuchte Erde erlaubte wegen intensiver Fäule, welche die Wurzelmasse stark reduzierte (Abb. 2), nur ein kümmerliches Wachstum der Tomatenpflanzen. Die Applikation von Chitin in

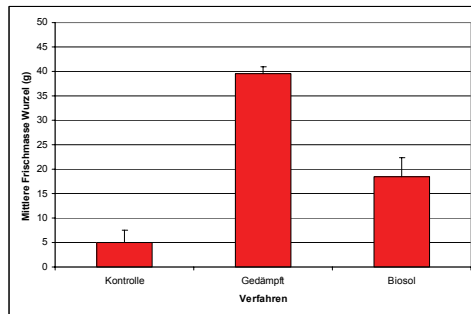
---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW,  
CH 8820 Wädenswil, Schweiz, werner.heller@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch

Form von Agrobiosol führte dagegen zu einer mittleren Pflanzenmasse, die etwa 62 % der Masse der Pflanzen auf dem gedämpften Boden entsprach.



**Abbildung 1: Wirkung der Bodenverbesserung mit Chitin auf die mittlere Sprossmasse von 5 Tomatenpflanzen im Vergleich zu unbehandeltem und gedämpftem Boden. (Fehlerindikator = Standardabweichung)**



**Abbildung 2: Wirkung der Bodenverbesserung mit Chitin auf die mittlere Wurzelmasse von 5 Tomatenpflanzen im Vergleich zu unbehandeltem und gedämpftem Boden. (Fehlerindikator = Standardabweichung)**

Die Verbesserung der Wurzelgesundheit der Pflanzen mit Biosol-Chitin, die zu höherem Pflanzenertrag führte, ist auf biologische Vorgänge im Boden zurückzuführen. Die in jedem Boden vorhandene Chitin-abbauende Mikroflora konnte durch eine massive Zufuhr des Naturstoffes Chitin zu höherer Aktivität angeregt werden, die auch das Chitin des Inokulums von *P. lycopersici* im Boden erfasste, was zu einer Reduktion des Infektionsdruckes des Parasiten führt. Diese Erfahrung konnte in einem Langzeit-Applikationsversuch mit Biosol zur Bekämpfung der Kohlhernie im Freiland bestätigt werden (Heller et al. 2007).

### Literatur

Heller W.E., Neuweiler R., Krauss J. (2007): Erste Erfahrungen mit dem Einsatz von Chitin gegen die Kohlhernie. *Der Gemüsebau* 6/2007: 15-17.

## Feldversuche mit Biofumigation zur Reduktion des *Chalara*-Befalls auf Karotten

Koller, M.<sup>1</sup>, Total, R.<sup>2</sup> und Michel, V.<sup>3</sup>

*Keywords: carrots, biofumigation, Brassica juncea, Chalara.*

### Abstract

*In order to reduce the infection with Chalara elegans and C. thielaviopsis of organically produced carrots biofumigation treatments with Brassica juncea were carried out. In the two years of the experiment we could not find an infection reducing effect of the biofumigation treatment compared to the control treatment (fallow).*

### Einleitung und Zielsetzung

Im Karottenanbau gibt es regelmässig beträchtliche Verluste durch die sogenannten Schwärzepilze *Chalara elegans* (Syn. *Thielaviopsis basicola*) und *Chalara thielaviopsis* (Syn. *Chalaropsis thielavioides*). Die Pilze treten entweder während dem Lager oder nach dem Waschen auf (Heller 2000). Beide Pilzarten bilden langlebige Chlamydosporen und weisen ein enorm breites Wirtsspektrum auf, insbesondere auch Klee und Luzerne. Daher kann die Belastung im Boden durch Fruchtfolgemassnahmen nicht reduziert werden. Eine Möglichkeit zur Reduzierung des Ausgangsbefalls könnte die Biofumigation mit glukosinolathaltigen Pflanzen bieten. Dazu eignet sich die Ansaat spezieller Sorten des Braunsenfes (*Brassica juncea*). Bei deren Zellersetzung werden Isothio- und Thiocyanate freigesetzt die toxisch auf Nematoden, Pilze und Unkrautkeimlinge wirken (Michel et al. 2007). In einem zweijährigen On-farm Feldversuch soll abgeklärt werden, ob eine vorgängige Biofumigation unter Praxisbedingungen zu einer Befallsreduktion bei einer Lagerkarottenkultur führt.

### Methoden

Ein Feldversuch wurde 2006 und 2007 auf zwei, mit *Chalara* verseuchten, benachbarten Parzellen auf sandigem Lehm durchgeführt.

Eine Biofumigation wurde mit *Brassica juncea* jeweils im Frühjahr eingesät (Saat: 25.4.06 bzw. 13.4.07, jeweils 10 kg/ha der Sorten ISCI 20 und ISCI 99 als Mischung). Zur Blüte wurde der Senfbestand gemulcht und sofort mit einer Fräse 16-20 cm tief eingearbeitet (13.6.06 bzw. 13.6.07). Am 17.6.06 und am 23.6.07 erfolgte die Karottensaat auf vorgängig gezogenen Dämmen.

Der Versuch 2006 wurde jeweils mit zwei Streifen (je 6 x 350 m) Biofumigation bzw. Brache angelegt. 2007 wurden vier Wiederholungen angelegt (6 x 100 m) nur dieser Versuch wurde mittels Varianzanalyse (ANOVA) statistisch analysiert.

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, martin.koller@fibl.org, www.fibl.org

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Schloss, 8820 Wädenswil, Schweiz, rene.total@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch

<sup>3</sup> Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil, Centre des Fougères, 1964 Conthey, Schweiz, vincent.michel@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch



Der Boden wurde bei Versuchsbeginn, nach der Einarbeitung ca. 8 Wochen nach der Karottensaat semiquantitativ auf *Chalara* nach Kägi et al. (2006) untersucht. Karotten wurden beim Auslagern standardisiert verletzt und bebrütet. Das Vorhandensein von *Chalara* wurde in vier Befallsklassen bonitiert und daraus eine Befallsstärke berechnet.

### Ergebnisse und Diskussion

Die *B. juncea* Gründüngung erreichte zur Einarbeitung 2006 eine Masse von 25-50 dt TS/ha und 2007 28-35 dt TS/ha (Tab. 1). Die Bodenuntersuchungen zeigten 2006 einen leicht geringeren Anstieg der *Chalara*-Belastung in den Biofumigationsparzellen gegenüber den Bracheparzellen. Im Folgejahr (2007) war die Reduktion der *Chalara*-Belastung tendenziell etwas geringer als in den Bracheparzellen (Tab. 2).

2006 wurde die Karottenkeimung in den Biofumigationsparzellen um 31 % reduziert (Abb. 1). Vier Tage zwischen der Einarbeitung der Biofumigation und der Karottensaat erwiesen sich als nicht ausreichend. 2007 wurde weder zwischen der Keimung der Karotten (10 Tage zwischen Einarbeitung und Saat) noch im Auflauf der Unkräuter ein Unterschied festgestellt.

An den ausgelagerten Karotten wurde 2006 in beiden Varianten nur wenig *Chalara* festgestellt. 2007 waren deutlich mehr Karotten befallen, allerdings konnte zwischen den beiden Verfahren kein Unterschied festgestellt werden (Tab. 3). In keinem der beiden Versuchsjahre wurden zwischen den Karottenerträgen deutliche Unterschiede gefunden (Tab. 1).

**Tabelle 1: Erträge des Braunsenf (*B. juncea*, in dt /ha Trockensubstanz) und Karotten (dt /ha Frischmasse ab Feld mit Erdbesatz; jeweils Mittelwert und Standardabweichung)**

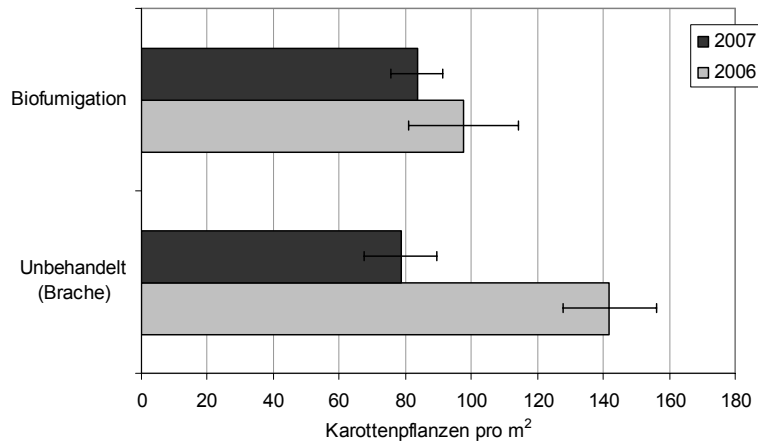
Verfahren	2006		2007	
	Braunsenf (dt TS/ha)	Karotten (dt FM/ha)	Braunsenf (dt TS/ha)	Karotten (dt FM/ha)
Biofumigation	40.8 ± 13.2	929 ± 43	30.5 ± 3.5	781 ± 57
Unbehandelt (Brache)	-	1016 ± 68	-	734 ± 59
Varianzanalyse		-		n.s.

**Tabelle 2: Semiquantitativer Befallsdruck im Boden durch *Chalara elegans* und *Chalara thievaliopsis* (Befallshäufigkeit in % vor Senfsaat „Frühjahr“ und 8 Wochen nach Karottensaat „Sommer“ und Veränderung des Ausgangsbefalls)**

Verfahren	2006			2007		
	Frühjahr (21.4.06)	Sommer (17.8.06)	Veränderung (in %)	Frühjahr (15.3.07)	Sommer (15.8.07)	Veränderung (in %)
Biofumigation	18.0 %	23 %	29 %	64 %	48 %	- 31 %
Unbehandelt (Brache)	45 %	63 %	40 %	64 %	38 %	- 46 %
Varianzanalyse	-	-	-	n.s.	n.s.	n.s.

**Tabelle 3: Befall durch *Chalara elegans* und *Chalara thievaliopsis* an ausge-lagerten Karotten (Mittelwert und  $\pm$  Standardabweichung der Befallsstärke in %)**

Verfahren	2006	2007
Biofumigation	0.9 $\pm$ 1.0	21.1 $\pm$ 14.6
Unbehandelt (Brache)	2.7 $\pm$ 2.2	14.0 $\pm$ 8.2
Varianzanalyse	-	n.s.

**Abbildung 1: Auflauf der Karottenpflanzung in Abhängigkeit der einer Biofumigations-Vorkultur oder Brache (Mittelwert und Standardabweichung in Pflanzen pro m<sup>2</sup>, 2007: Varianzanalyse = n.s.)**

Obwohl es Hinweise auf eine Wirkung der Biofumigation gegen *Chalara* gibt, konnte im vorliegenden zweijährigen Versuch keine Wirkung nachgewiesen werden. Der Braunsenf (*B. juncea*) erreichte mit 25-35 dt TS/ha nur einen sehr geringen Ertrag und somit auch wenig wirksame Glukosinolate. Der Züchter der Sorten geht von einem Ertrag von bis zu 165 dt TS/ha aus (Patalona 2004). Zusätzlich zur Gründung erfolgte keine Düngung und der N<sub>min</sub> Gehalt lag in beiden Frühjahren jeweils unter 30 kg/ha. Karotten werden oft ohne Zusatzdüngung kultiviert, da eine erhöhte Stickstoffversorgung zu Qualitätsproblemen führen kann.

Die Biofumigation kann Schaderreger nur so tief abtöten, wie die Grünmasse des Senfs eingearbeitet werden kann. Zur Verteilung von Chlamydozsporen der *Chalara* über das Bodenprofil ist noch wenig bekannt. Wahrscheinlich überleben tiefer als 20 cm gelegene Sporen und können die Karotten wieder infizieren.

Wenn wegen ungenügender Stickstoffversorgung nicht genügend Senf produziert und dieser nicht tief genug eingearbeitet werden kann, ist die Biofumigation zur *Chalara*-Bekämpfung bei Karotten im Feld nicht zu empfehlen.

### **Danksagung**

Die Autoren bedanken sich bei dem Betrieb „Rathgeb's Biogemüse“, insbesondere bei Daniel Hangartner, für die Bereitstellung der Versuchsfelder und die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung, sowie bei Andreas Kägi (Agroscope Changins-Wädenswil) für die Durchführung der *Chalara*-Tests.

### **Literatur**

- Patalano G. (2004): New practical perspectives for vegetable biocidal molecules in Italian agriculture: Bluformula brand for commercialisation of biocidal green manure and meal formulations. *Agroindustria* 3, 409-412.
- Heller W.E. (2000): Schwarzfleckenpilze: Unterschätzte Krankheitserreger der Karotte? *Agrarforschung* 7 (9): 420-423.
- Michel V., Ahmed H., Duthel A. (2007): La biofumigation, une méthode de lutte contre les maladies du sol. *Revue suisse Vitic Arboric Hortic*; 39(2): 145 -150.
- Kägi A., Scaramella M., Zoller C., Theiler R. (2006): Verteilung von *Chalara*-Pilzen in Böden. *Der Gemüsebau / Le Maraîcher*. 6: 17-18.

## **Einfluss des Anbausystems auf Ertrag und Gesundheit von Winterweizen**

Krebs, H.<sup>1</sup>, Zanetti, S.<sup>1</sup>, Jenny, E.<sup>1</sup>, Forrer, H.R.<sup>1</sup>, Zihlmann, U.<sup>1</sup> und Tschachtli, R.<sup>2</sup>

*Keywords: management systems, wheat yield, Microdochium, Fusarium, mycotoxin*

### **Abstract**

*In a long-term trial in central Switzerland, yield and health of winter wheat was examined under organic, extensive and intensive management.*

*In the organic cropping system, soil was ploughed and fertilised with cattle dung. In the extensive system, soil was cultivated ploughless and dung was supplemented by mineral fertiliser. Herbicides were used, but no growth regulators or fungicides. In the intensive system, soil was ploughed and manure was based on cattle dung and mineral fertiliser with 20 % more nitrogen than in the extensive system. For plant protection, herbicides, growth regulators and fungicides were used.*

*In the period from 2004 to 2007, average winter wheat yields of the intensive and the extensive crop management system exceeded those of the organic production by 21.3 % and 5.5 % respectively. This was probably due to the higher level of fertilisation and plant protection.*

*In 2007, a year with frequent rain during the summer, the infestation of grains with *Microdochium nivale* and *Fusarium graminearum* was lowest in the organic wheat. In consequence, its germination capacity was higher and the deoxynivalenol content was lower compared with the other systems. The increased grain infestation with *F. graminearum* and the higher deoxynivalenol content of wheat grains in the extensive system can be explained by the ploughless tillage, with straw from the previous maize crop remaining on the soil surface.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Auf dem Gutsbetrieb Burgrain führt die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART zusammen mit dem Landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentrum LBBZ einen Langzeitversuch mit drei verschiedenen Anbausystemen durch. Der Betrieb Burgrain bei Willisau, Kanton Luzern, 530 m ü. M., weist mittlere Jahresniederschläge von 1100 mm auf. Das Kulturland auf den mittelschweren tiefgründigen Schwemmlandböden umfasst 40 Hektaren, wovon 50 % ackerbaulich genutzt werden. Ein Ziel des Systemvergleichs besteht darin, die Auswirkungen der unterschiedlichen Anbausysteme auf den Ertrag, die Gesundheit und Qualität des Erntegutes zu quantifizieren.

### **Methoden**

Im Rahmen einer sechsjährigen Fruchtfolge werden die Anbausysteme auf sechs dreigeteilten Parzellen je mit einer Streifengrösse von 60–70 Aren verglichen. Die Gesundheit des Erntegutes wird mit einem Malzagar-Plattentest und die Mykotoxinbelastung einem ELISA-Kit für Deoxynivalenol(DON) von Ridascreen<sup>®</sup> ermittelt.

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, CH-8046 Zürich

<sup>2</sup> Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum LBBZ, CH-6170 Schüpfheim

Die Eigenschaften der drei verglichenen Anbausysteme:

**Biologisch:**

- Biologischer Anbau gemäss Bio-Verordnung
- 1,7 DGVE/ha, keine betriebsfremde Düngemittel (DGVE = Düngergrossvieheinheit)
- kein chemisch-synthetischer Hilfsstoff-Einsatz

**IP-extensiv:**

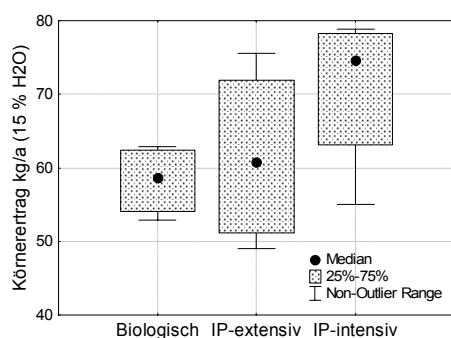
- Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN); zusätzlich Anbau gemäss Extensio- und IP-Suisse-Vorschriften (Labelproduktion)
- 2,3 DGVE/ha
- N-Mineraldüngereinsatz 20 % tiefer als bei ‚IP-intensiv‘
- Pflanzenschutzmitteleinsatz tiefer als in ‚IP-intensiv‘

**IP-intensiv:**

- Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN)
- 2,3 DGVE/ha
- N-Mineraldüngereinsatz gemäss Düngeungsrichtlinien

**Fruchtfolge:** Mais – Winterweizen – Raps – Wintergerste – Kunstwiese – Kunstwiese

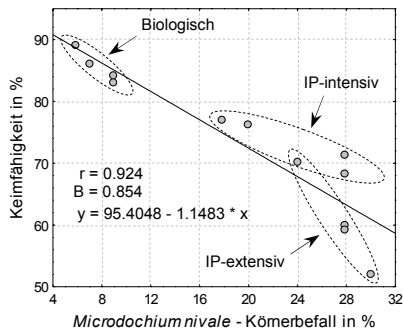
**Ergebnisse**



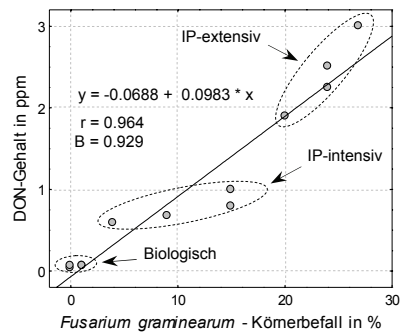
Im Mittel der Jahre 2004–2007 lag der Winterweizen-Körnerertrag auf den biologisch bewirtschafteten Parzellen um 17,5 % und beim extensiven Anbausystem um 13 % tiefer als bei der intensiven Bestandesführung. Statistisch gesichert sind die Ertragsunterschiede zwischen ‚Biologisch‘ und ‚IP-intensiv‘, nicht aber zwischen ‚IP-extensiv‘ und den beiden anderen Anbausystemen (Abb. 1).

**Abbildung 1: Weizenertrag der Jahre 2004–2007 in den Anbausystemen Biologisch, IP extensiv und IP intensiv**

In dieser niederschlagsreichen Region wird die Blatt- und Ährengesundheit oft durch den Krankheitserreger des Schneeschimmels, *Microdochium nivale*, beeinträchtigt. Dies kommt in den vergleichsweise hohen Befallswerten der Weizenkörner mit *M. nivale* zum Ausdruck; was in der Folge – und dies ist für den Saatgut-Vermehrungsbetrieb Burgrain wesentlich – die Keimfähigkeit des Ernteguts vermindert (Winter et al. 1997). Bemerkenswert sind die tieferen *M. nivale*-Befallswerte der Weizenkörner und die entsprechend höhere Keimfähigkeit beim biologischen Anbau. Dies zeigte sich recht deutlich im Jahr 2007 mit den häufigen Sommerniederschlägen (Abb. 2).



**Abbildung 2: Einfluss des Anbausystems auf den Körnerbefall des Winterweizens mit *Microdochium nivale* und die Keimfähigkeit im Erntejahr 2007**



**Abbildung 3: Einfluss des Anbausystems auf den Körnerbefall des Winterweizens mit *Fusarium graminearum* und den Deoxynivalenol(DON)-Gehalt im Erntejahr 2007**

In allen drei Anbauverfahren wurde die Sorte ‚Siala‘ angebaut. Bei der vorgegebenen Fruchtfolge mit Weizen nach Mais liegt der Körnerbefall mit *Fusarium graminearum* beim pfluglosen extensiven Anbau höher als bei den beiden Anbausystemen ‚Biologisch‘ und ‚IP-intensiv‘ mit Pflugeinsatz. Damit und mit den im Jahr 2007 erhöhten Befallswerten mit *F. graminearum* und entsprechend hohen DON-Gehalten war die Toxin-Belastung beim biologischen Anbau am tiefsten (Abb. 3).

### Diskussion

Die gegenüber der intensiven Anbauvariante geringeren Erträge bei biologischer und extensiver Bewirtschaftung sind im Wesentlichen auf die geringere Nährstoffzufuhr und den Verzicht oder den reduzierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen. Die Ertragsdifferenz zwischen extensivem und intensivem Anbausystem ist durch die höhere Stickstoffdüngung, die Anwendung von Wachstumsregulatoren zur Verbesserung der Standfestigkeit sowie den Fungizideinsatz, der die assimilierende Blattfläche über eine längere Zeit gesund erhält, zu erklären. Die hohe Variation der Erträge in ‚IP extensiv‘ belegt, dass dieses Anbausystem mit der gewählten Kombination von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung an diesem Standort zu risikoreich ist. Ganz im Gegensatz dazu zeichnet sich das Bio-Anbausystem gegenüber beiden Vergleichssystemen am Standort Burgrain durch eine hohe Ertragsstabilität aus.

Es überrascht, dass das Bio-Anbausystem an dem niederschlagsreichen Standort einen signifikant geringeren *M. nivale*-Befall der Körner und folglich eine deutlich bessere Keimfähigkeit aufweist als das Anbausystem mit intensiver Bestandesführung und Fungizidbehandlung.

Der stärkere *F. graminearum*-Befall und die höhere DON-Belastung der Körner beim extensiven pfluglosen Anbau gegenüber dem intensiven Anbau mit Pflug und Fungizidbehandlung entspricht der allgemeinen Praxiserfahrung (Krebs et al. 2000). Anzumerken bleibt, dass die extensiv genutzte Silomais-Parzelle vor der Weizensaat zwar mit Grubber und Zinkenrotor bearbeitet, aber trotz pflugloser Bearbeitung und entgegen heute geltenden Empfehlungen (Blum et al. 2008) nicht gemulcht wurde.

Auffallend für das Jahr 2007, mit den an diesem Standort für Fusarien günstigen Witterungsbedingungen, sind der deutlich tiefere *F. graminearum*-Befall und die erheblich geringere DON-Belastung des Erntegutes beim biologischen Anbau im Vergleich zur intensiven Bestandesführung mit Fungizideinsatz. Noch ausgeprägter ist dieser Unterschied zwischen dem Bio-Anbausystem mit Pflug und dem pfluglosen extensiven Anbau.

### Schlussfolgerungen

Mit dem biologischen und dem extensiven Anbausystem resultierten aufgrund der geringeren Nährstoffzufuhr und dem Verzicht oder dem reduzierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln tiefere Weizenerträge. Das biologische Anbausystem erwies sich als standortgerecht und zeichnete sich durch eine hohe Ertragsstabilität aus.

Da aufgrund der agrarpolitischen Rahmenbedingungen in der Schweiz tiefere Naturalerträge im Bio-Anbau durch höhere Flächenbeiträge abgegolten werden und der Marktwert des biologischen Weizens höher ist, war der finanzielle Ertrag des Bio-Weizens nicht nur deutlich besser als jener des extensiven, sondern übertrifft auch jenen des ‚IP-intensiv‘ angebauten Weizens. Dabei wurde noch nicht berücksichtigt, dass der ‚IP-extensiv‘ Weizen aufgrund des neu geltenden Grenzwertes von 1.25 ppm DON nicht mehr als Brotweizen verwendet werden darf ([www.mykotoxin.ch](http://www.mykotoxin.ch)).

Von pfluglosem Anbau von Winterweizen nach Mais wird heute wegen der Mykotoxinproblematik generell abgeraten. Dass dies insbesondere für Standorte wie Burgrain mit häufigen Sommerniederschlägen zu beachten ist, zeigen die hohen DON-Werte im IP-extensiv-Weizen. Die DON-Kontamination im Grenzwert-Bereich in ‚IP-intensiv‘ zeigen, dass in nassen Jahren beim Anbau von Weizen nach Mais auch mit Pflug- und Fungizideinsatz noch ein erhebliches Mykotoxin-Belastungsrisiko besteht. Dank der ausgewogenen Massnahmen blieb die DON-Belastung der Körner im biologischen Weizenanbau weit unter dem aktuellen Grenzwert (Blum et al., 2008). Zudem war dort der *M. nivale* Befall geringer und die Keimfähigkeit am höchsten, was insbesondere für Bio-Betriebe mit Weizen-Saatgutproduktion von Bedeutung ist.

### Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Andreas Nussbaumer, dem Betriebsleiter Burgrain, für den geleisteten Mehraufwand bei der Durchführung der drei Anbausysteme.

### Literatur

- Krebs H., Dubois D., Külling C. und Forrer H.-R., 2000. Fusarien- und Toxin-Belastung des Weizens bei Direktsaat. *Agrarforschung* 7 (6): 264–268.
- Winter et al. 1997a. Beizung nach Schadschwellen: Ergebnisse mit Sommerweizen. *Agrarforschung* 4 (1). Farbteil.
- Blum et al., 2008. Fusarien in Getreide. *UFA-Revue* 7-8: 39-42

## Falscher Mehltau an Gurke - Regulierung durch gezielte Klimaführung und Sortenwahl im Unterglasanbau

Marx, P. und Gärber, U.<sup>1</sup>

*Keywords: cucumber, Pseudoperonospora cubensis, organic farming*

### Abstract

*Pseudoperonospora cubensis (downy mildew) is an aggressive fungal pathogen of cucumber. In 2007, glasshouse experiments with organically grown cucumber ('Airbus', 'Juliandra') were performed to investigate the effects of a climate strategy "conventional" versus "dehumidified" on the development of the downy mildew epidemic. In both climate strategies the commanding variable for ventilation is the temperature; in the strategy "conventional" the established set point for ventilation is 22 °C, whereas in the climate strategy "dehumidified" the set point for ventilation varies from 18 °C to 23.5 °C, depending on the humidity. The results show that the climate "dehumidified" lowers the occurrence of downy mildew significantly.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Falsche Mehltau an Gurkengewächsen wird durch den obligat biotrophen Erreger *Pseudoperonospora cubensis* verursacht, der je nach Witterung Totalausfälle im Bestand verursachen kann. Ein geschlossener Wasserfilm auf der Blattunterseite der Wirtspflanze ist für eine erfolgreiche Infektion Voraussetzung. Der Erreger findet optimale Entwicklungsbedingungen bei 20 °C und einer Blattnässedauer von 1,5 bis 2 Stunden.

Die Möglichkeiten zur Regulierung im Unterglasanbau werden in der Klimasteuerung durch eine Entfeuchtung der Gewächshausluft, kombiniert mit einer geeigneten Sortenwahl, gesehen. Im Gewächshaus sind die klimatischen Bedingungen durch den Einsatz von Klimacomputern regelbar. Ziel ist es, die klimatischen Anbaubedingungen so zu gestalten, dass der Erreger in seiner Entwicklung und Verbreitung gehemmt wird. Grundlage bilden sowohl Kenntnisse über die Pathogenese des Erregers als auch Erfahrungen in der Klimasteuerung, um Methoden zur Entfeuchtung der Gewächshausluft zu optimieren.

Vorgestellte Untersuchungen laufen im Rahmen des Verbundprojektes „Strategiekombinationen zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Gurken unter Glas“ und sollen im Ergebnis für den ökologischen Anbau von Salatgurken unter Glas praktikable, kostengünstige Möglichkeiten der Regulierung des Falschen Mehltaus bieten.

### Methoden

Die Untersuchungen zur Klimasteuerung erfolgten 2007 als Exaktversuch im Julius Kühn-Institut am Standort Braunschweig in zwei Gewächshäusern mit je vier doppelverglasteten Kabinen. Die Kulturfläche betrug 38 m<sup>2</sup>/Kabine.

Die Untersuchungen wurden an zwei verschiedenen Gurkensorten durchgeführt, da bislang wenig über Sortenunterschiede in der Anfälligkeit gegenüber Falschem

---

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Deutschland, peggy.marx@jki.bund.de, www.jki.bund.de



Mehltau bekannt ist. Die Aussaat von Gurken der Sorten 'Airbus' und 'Juliandra' erfolgte am 20.06.2007, das Topfen am 26.06.2007 und die Pflanzung in Erdkultur am 12.07.2007. Die Pflanzen wurden einreihig an Schnüren aufgezogen. Die Pflanzdichte betrug eine Pflanze/m<sup>2</sup>. Die Bewässerung erfolgte mittels Düsenrohren, die in 40 cm Höhe angebracht waren. Gedüngt wurde mit Hornmehl, Hornspänen und Bentonit.

Das Gewächshausklima wird durch Lüftung und Heizung geregelt. Dafür werden in der Praxis konstante Temperatursollwerte festgelegt, bei denen entweder gelüftet oder geheizt wird. Mit der Festlegung dieser Sollwerte wird bestimmt, dass sich bei einer Temperatur von 18 °C die Heizung einschaltet (Heizungssollwert) und bei 22 °C die Lüftung (Lüftungssollwert) erfolgt. Diese Klimaführung wurde als Vergleichsvariante in einem Gewächshaus eingestellt und ist nachfolgend als Strategie „Konventionell“ bezeichnet.

In einem zweiten Gewächshaus wurde eine Strategie „Entfeuchtet“ verfolgt. Der Heizungssollwert betrug in dieser Variante ebenfalls 18 °C. Der Unterschied besteht beim Lüftungssollwert Temperatur. Während in der Strategie „Konventionell“ nur ein fester Temperatursollwert für die Lüftung vorgegeben wird, variiert er bei der Strategie „Entfeuchtet“ zwischen 18 °C und 23,5 °C in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte (siehe Tab. 1).

Die Berechnung des Lüftungssollwertes Temperatur in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte beruht auf Erfahrungswerten.

**Tabelle 1: Bestimmung des Lüftungssollwertes Temperatur durch die Führungsgröße Luftfeuchte**

Gemessene Luftfeuchte [%]	Temperatur-Sollwert [°C] für die Lüftung
100 bis 95	18
95 bis 40	18 bis 23,5 °C (lineare Regression)
< 40	23,5

Quelle: Gebelein, mündl. Mitteilung 2007

Durch diese Vorgehensweise wird die Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus durch Zufuhr trockenerer Außenluft und nicht durch verstärktes, kostenintensiveres Heizen gesenkt.

Der Befall mit Falschem Mehltau wurde in den Gurkenbeständen wöchentlich ermittelt. Zur Erfassung der Befallsstärke wurde die prozentual befallene Blattfläche von je sieben Blättern einer Pflanze visuell eingeschätzt, wobei von der siebten Blattetage aufwärts bonitiert wurde. Als Maß für die Befallsstärke einer Pflanze wurde der Mittelwert der Befallswerte der sieben Blätter gebildet.

Bearbeitet wurde von KW 33 bis KW 40, zweimal wöchentlich, wobei der marktfähige Ertrag erfasst wurde.

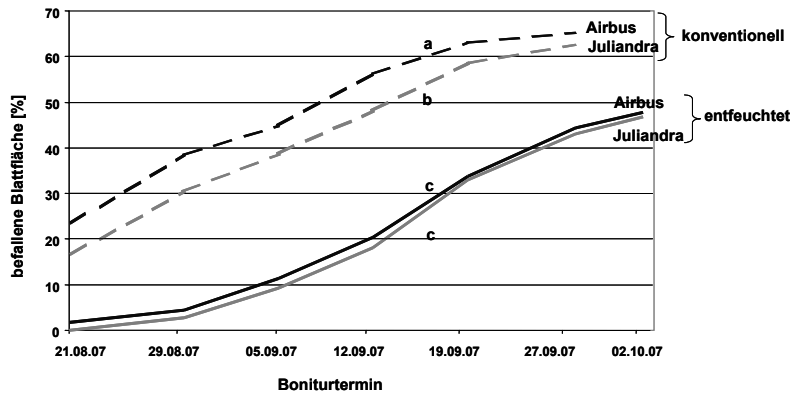
Insgesamt umfasste der Versuch vier Wiederholungen mit 20 Pflanzen je Wiederholung.

## Ergebnisse und Diskussion

Ausschlaggebend für den Befall mit Falschem Mehltau ist eine ausreichend lange Blattnässedauer. Bei einem Anbau unter Glas kommt es bei verstärkter Sonneneinstrahlung zu einer starken Erhitzung des Bodens. Die Pflanzen nehmen durch die Wurzeln mehr Wasser auf, als sie durch Transpiration abgeben können und bilden vor allem in den Morgenstunden Guttationstropfen (kleine Wassertropfen am Blatttrand), die optimale Bedingungen für eine Infektion bieten. Bei niedriger relativer Luftfeuchte, wie sie in der Klimastrategie „Entfeuchtet“ auftrat, können die Pflanzen

besser das aufgenommene Bodenwasser abgeben, es treten weniger Guttationstropfen auf und es vermindert sich die Blattnässedauer.

Erster Befall mit Falschem Mehltau trat ca. vier Wochen nach der Pflanzung (Mitte August) in der Klimastrategie „Konventionell“ auf. Bei Pflanzen der Strategie „Entfeuchtet“ wiesen die Gurkenblätter dagegen erst zwei Wochen später erste Befallssymptome auf. Im weiteren Verlauf zeigte sich in dieser Strategie eine 20 % geringere Befallsstärke der Blattfläche. Am Ende des Versuchszeitraumes betrug die Befallsstärke in der Strategie „Entfeuchtet“ zwischen 40 und 50 % während Pflanzen der Strategie „Konventionell“ eine Befallsstärke zwischen 60 und 70 % aufwiesen. Die statistische Auswertung erfolgte auf der Basis „Fläche unter der Befallskurve“ mit dem Welch-Test (t-Test mit ungleichen Varianzen) und bestätigte diesen Unterschied als signifikant.



**Abbildung 1: Einfluss der Sortenwahl und Klimaführung auf den Befallsverlauf mit Falschem Mehltau an Gurken unter Glas (unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede,  $p \leq 0,05$ )**

Pflanzen der Sorte 'Airbus' waren im Vergleich zu 'Juliandra' stärker befallen. Dieser Unterschied erwies sich in der Strategie „Konventionell“ als signifikant (siehe Abb. 1). Die statistische Prüfung erfolgte mit dem Einstichproben-t-Test.

Zur Erfassung des Ertrages wurden die Erntemengen im Erntezeitraum 17.08. bis 05.10.08 (Stückzahl und Gewicht der Gurken) ermittelt. Gurkenpflanzen der Strategie „Entfeuchtet“ brachten in diesem Zeitraum im Durchschnitt drei Gurken mehr Ertrag als Pflanzen der Strategie „Konventionell“. Bezogen auf das Gewicht betrug der Mehrertrag ein Kilogramm (siehe Tab. 2). Es ist davon auszugehen, dass eine Ursache der höheren Erträge der Strategie „Entfeuchtet“ die geringere Befallsstärke ist.

Darüber hinaus war die Sortenwahl für die Ertragshöhe bestimmend. Die Sorte 'Airbus' erzielte in beiden Klimaführungsvarianten einen höheren Ertrag als 'Juliandra'. Aufgrund der großen Streuung der Ergebnisse war eine statistische Auswertung nicht möglich.

**Tabelle 2: marktfähiger Ertrag je Pflanze (Erntezeitraum 17.08. bis 05.10.08, Mittelwerte)**

Strategie	„Konventionell“		„Entfeuchtet“	
	Anzahl Gurken/Pflanze [Stk.]	Gewicht Gurken/Pflanze [g]	Anzahl Gurken/Pflanze [Stk.]	Gewicht Gurken/Pflanze [g]
'Airbus'	14	4253	17	5181
'Juliandra'	11	3643	14	4644

Ein Vergleich der Klimawerte der beiden Häuser bestätigte, dass in der Strategie „Entfeuchtet“ die relative Luftfeuchte sowie die Temperatur etwas geringer waren als in der Strategie „Konventionell“ (bis zu 10 % und 2 °C, nicht dargestellt).

### Schlussfolgerungen

Wie die Ergebnisse zeigen, kann durch eine gezielte klimatische Steuerung im Unterglasanbau die Infektion und Ausbreitung der Erreger des Falschen Mehltaus an Salatgurken signifikant reduziert werden.

Die Klimasteuerung beinhaltet die Entfeuchtung der Gewächshausluft durch die Absenkung der relativen Luftfeuchte. Da dieses Verfahren mittels Lüftung und nicht durch verstärktes Heizen erfolgt, entstehen keine weiteren Kosten für den Energieverbrauch. Es stellt somit ein kostengünstiges und praxisrelevantes Verfahren zur Regulierung von *Pseudoperonospora cubensis* im ökologischen Gurkenanbau unter Glas dar.

### Danksagung

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMELV). Wir danken Herrn Dieter Gebelein für die technische Idee und Umsetzung sowie den Gärtnern, die durch ihren Einsatz wesentlich zum Gelingen des Versuches beigetragen haben.

### Literatur

- Kral G., Gebelein D. (2000): Entfeuchtungsstrategie als Bekämpfungsmöglichkeit des Falschen Mehltaus der Gurke im Anbau unter Glas. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst 52 (5): 105–110
- Lindenthal, M. (2005): Visualisierung der Krankheitsentwicklung von Falschem Mehltau an Gurken durch *Pseudoperonospora cubensis* mittels Thermografie. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

## Saatgut-Testmethoden für Falschen Mehltau an Feldsalat

Schaerer, H.J.<sup>1</sup>, Penzkofer, M.<sup>2</sup>, Reents, H.-J.<sup>3</sup> und Braendle, F.<sup>4</sup>

*Keywords:* Seed-health-test, *Peronospora valerianellae*, PCR-detection

### Abstract

*Peronospora valerianellae* is one of the most important pathogens of corn salad. It is seedborne and besides seed treatments there is no possibility to control the disease. The wash-off-test and the grow-out-test are currently in use to test seed lots for the presence of the pathogen. Despite these test methods, there are still seed lots that show infected plants during production of corn salad. This indicates that a low infection rate of a seed lot (< 0.25% - 1%) may lead to serious problems in grower's production units. To allow an improved identification of seed lots with low infection rate, a specific PCR-based detection method for *P. valerianellae* was developed. Three test methods were compared for their efficacy to detect contaminated seed lots. Six out of seven seed lots not showing contamination in the standard grow-out test were identified as contaminated. With an extended grow-out test, it was possible to confirm these results from the PCR-test. The PCR based test for *P. valerianellae* on seed offers the possibility to detect the pathogen below the actual detection limits.

### Einleitung und Zielsetzung

Befall mit falschem Mehltau an Feldsalat (*Peronospora valerianellae*) tritt in fast allen Produktionsbetrieben regelmässig im Winterhalbjahr auf (Penzkofer 2008). Trotz der Durchführung sämtlicher vorbeugender Maßnahmen, wie Sorten- und Standortwahl, aber auch Hygienemaßnahmen bei der Saatgutgewinnung und -aufbereitung kann selten gewährleistet werden, dass 100 % pathogenfreies Saatgut zur Verfügung steht. Die Ursache hierfür liegt hauptsächlich in der Biologie des Parasiten begründet. Zum einen bringt es die obligat biotrophe Ernährungsweise von *P. valerianellae* mit sich, dass die Infektion über weite Stecken makroskopisch nicht sichtbar ist. Zum anderen ist der Oomycet in der Lage alle Gewebeteile einschliesslich der Früchte zu befallen. Das bedeutet für die Saatgutgewinnung, dass auch von gesund aussehenden Pflanzen kontaminierte Samen geerntet werden können. Die bisher zur Verfügung stehenden Möglichkeiten um Feldsalat-Saatgut auf *Peronospora*-Befall zu testen sind die Oosporen-Abwasch-Methode (ISTA 1984), sowie ein standardisierter Grow-Out-Test (Guenard et al. 2002). Zielsetzung der Untersuchung war es, die bisherigen Methoden zu validieren und sie mit einem neu entwickelten PCR-basierten Nachweissystem zu vergleichen.

### Methoden

Im Grow-Out-Test wurden Keimlinge unter standardisierten Bedingungen angezogen und nach 21 d und 28 d auf Sporulation an Keimblättern untersucht. Die Grow-Out-Methode wird als zusätzlicher Test zum Oosporen-Abwasch empfohlen, um die Vitalität der für den Befall mit Falschem Mehltau verantwortlichen Oosporen zu prüfen. Bei der Entwicklung des PCR-gestützten Nachweises wurden Sporangien von

---

<sup>1</sup> FiBL, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, hans-jakob.schaerer@fibl.org, www.fibl.org.

<sup>2</sup> Am Bräuberg 8, 85410 Haag a. d. Amper, D, lena.penzkofer@gmx.de

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, TU München, 85350 Freising, D, reents@wzw.tum.de

<sup>4</sup> Pathoscan, Garbenstraße 30, 70593 Stuttgart, D, braendle@pathoscan.de, www.pathoscan.com

verschiedenen Feldisolaten eingesetzt um artspezifische DNA-Marker zu identifizieren. Die Artspezifität der ausgewählten Marker wurde mit naheverwandten Oomyceten sowie verschiedenen Feldsalatproben aus konventionellem Anbau durchgeführt. Da keine Kreuzreaktionen festgestellt wurden, konnte umgehend mit dem Praxistest an Feldsalatsaatgut begonnen werden. Die gesamte Menge je Probe wurde mit Hilfe einer Schüttelmühle homogenisiert und einer DNA-Extraktion unterzogen. Die gewonnenen DNA-Lösungen wurden anschließend auf Quantität und Reinheit geprüft und nachfolgend einer Test-PCR mit Standardmarkern unterzogen. Nach Abschluss der Vorprüfungen konnten die Proben dem eigentlichen PCR-gestützten Nachweis unterzogen werden.

### Ergebnisse

Mit dem Grow-Out-Test konnten Posten ab einem Befallsgrad von 5% eindeutig erkannt werden. Ein Befallsgrad von 1% lag an der Nachweisgrenze, in einzelnen Wiederholungen und in einzelnen Testserien konnte kein Befall beobachtet werden. Durch die Versuche mit elf unterschiedlich stark kontaminierten Feldsalat-Saatgutposten mit Hilfe des Grow-Out-Tests konnte festgestellt werden, dass diese Methode für den Nachweis schwach verseuchter Saatgutposten unzureichend ist. Für den PCR-gestützten Nachweis wurden 7 Saatgutposten herangezogen, die im Grow-Out-Test negativ waren (Befallsrate < 1%). Es zeigte sich, dass 6 Posten eindeutig kontaminiert waren.

### Diskussion und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung hatte zum Ziel, verschiedene Methoden der Gesundheitsprüfung von Feldsalatsaatgut hinsichtlich der Nachweisgrenze und Sicherheit der Resultate zu vergleichen. Als einzige Methode konnte mit dem PCR-gestützten Test eine Nachweisgrenze von < 1% Kontamination erreicht werden. Durch die Möglichkeit von Parallelprüfungen und Vergrößerung der eingesetzten Saatgutmenge kann die Aussagesicherheit des Tests zusätzlich erhöht werden. Da für den PCR-gestützten Test DNA eingesetzt wird, kann bisher keine Aussage über die tatsächliche Infektionswahrscheinlichkeit getroffen werden, hier ist der Grow-out-Test deutlich im Vorteil. Diese Lücke soll zukünftig durch die Entwicklung eines ergänzenden molekularbiologischen Aktivitätstest geschlossen werden.

### Danksagung

Diese Arbeit wurde vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit unterstützt.

### Literatur

- ISTA (1984): Handbook on seed health testing. Working sheet No. 51 Corn salad (*Valerianella locusta*), mildew (*Peronospora valerianellae* Fuckel)
- Penzkofer, M. (2008): Falscher Mehltau (*Peronospora valerianella* Fuckel) an Feldsalat (*Valerianella locusta* (L.) Laterr.): Nachweis auf schwach verseuchten Saatgutposten und Einfluss von Anzuchtbedingungen auf den Keimlingsbefall. – Diplomarbeit TU München-Weihenstephan.
- Guenard, M., de Vogel R., Olivier V., Koenraadt H., de Koning J., Wijkamp I. and Serandat I. (2002) Detection of viable *Peronospora valerianellae* in corn salad seeds. 4th ISTA-PDC Seed Health Symposium. Wageningen. The Netherlands.

## Prüfung von Saatgutbehandlungen an Karotten

Schaerer, H.J.<sup>1</sup>, Mahlberg, N.<sup>1</sup>, Tamm, L.<sup>1</sup> und Koller, M.<sup>1</sup>

*Keywords: Carrot, seed health treatment, physical methods, Alternaria.*

### Abstract

*To grow carrots in organic quality for storage is often difficult due to seed- and soilborne diseases. In a series of experiments, seed treatments were evaluated to improve seed health, field stand establishment and yield of carrots under field conditions on farmer's fields within their production system. In standard germination tests in the laboratory, positive effects of the treatments were observable. However, in subsequent field experiments, none of the tested seed treatments improved crop establishment or yield. These results indicate that the quality of organic carrot seeds is generally sufficient and improvements with farm-made seed treatments are difficult to obtain. Further improvement in organic production of carrots may be achieved by seed treatments, such as physical methods or biocontrol organisms, applied by specialised companies, prior to marketing of these seeds.*

### Einleitung und Zielsetzung

Samenbürtige Krankheiten bei der Karotte sind ein wichtiger Einflussfaktor in der Karottenproduktion. Sowohl die Hauptpathogene *Alternaria dauci* und *A. radicina* (Farrar et al 2004) wie auch *A. alternata*, *A. tenuissima*, *Phoma*, *Stemphyllium* oder *Cladosporium* können Auflaufschäden oder Ernteeinbussen verursachen. Neben Saatgutbehandlungen mit dem Ziel Eliminierung oder Inaktivierung von Pathogenen werden auch Saatgutbehandlungen mit dem Ziel der Pflanzenstärkung im weiteren Sinn durchgeführt. Dabei kommen Substanzen, Produkte oder Biocontrol-Organismen zur Anwendung welche die Widerstandskraft der Pflanzen erhöhen oder die optimale Wachstumsbedingungen schaffen sollen. Mit den vorliegenden Untersuchungen sollte evaluiert werden, ob bei Karotten mit relativ einfach durchführbaren Saatgutbehandlungen eine Verbesserung von Keimfähigkeit, Feldaufgang, Pflanzengesundheit und Ertrag erzielbar ist.

### Methoden

Folgende Saatgutbehandlungen wurden an vier Saatgutposten geprüft: Warmwasserbehandlung (Labor-Wasserbad mit Temperaturkontrolle), Tumblermethode (Vorspülen des Saatgutes mit Wasser, Rücktrocknung im Wäschetrockner mit Erfassung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit während des Trocknungsprozesses), Produkte ‚Proradix‘, ‚Chitosan‘, ‚TRF-Agro‘, ‚TRF-MS‘, ‚Lysaplant Leaf‘ (Mischen von Saatgut und pulverförmigem Test-Produkt mit angepasster Wasserzugabe in einem geschlossenen Behälter) Test-Produkt ‚Jet5‘ (flüssiges Desinfektionsmittel auf Basis von organischen Säuren, 1%-ige Lösung, Saatgut während 5 Minuten tauchen, danach mit Wasser spülen und zurücktrocknen). Mit zwei der vier Saatgutposten wurden an zwei Standorten in der Saison 2005 Feldversuche unter Praxisbedingungen angelegt. Dabei wurden der Feldauflauf und das Erntegewicht erhoben und die Befallsstärke mit Blatt-*Alternaria* geschätzt.

---

<sup>1</sup> FiBL, Ackerstrasse, 5070, Frick, Schweiz, hans-jakob.schaerer@fibl.org, www.fibl.org

## Ergebnisse und Diskussion

Zwei der Saatgutposten zeigten im Labortest eine höhere Keimfähigkeit nach physikalischen Saatgutbehandlungen, die beiden anderen Posten eine verringerte Keimfähigkeit im Vergleich zum Ausgangsmaterial. In den Feldversuchen konnte an keinem der beiden Standorte mit den geprüften Mitteln oder Verfahren gegenüber dem unbehandelten Ausgangsmaterial eine Verbesserung des Feldaufganges oder des Ertrags erreicht werden. Tendenziell zeigten die Verfahren der physikalischen Methoden einen geringeren Auflauf als die Behandlungen mit den Testprodukten. Am Standort mit relativ tiefem Befallsniveau von *Blattalternaria* zeigte die unbehandelte Kontrolle signifikant stärkeren Befall als die behandelten Varianten während am Standort mit höherem Befallsniveau keine signifikanten Unterschiede zwischen Unbehandelt und den Testverfahren festgestellt werden konnten.

Die geprüften Behandlungen und eingesetzten Mittel resp. Produkte haben in den Feldversuchen nicht zu deutlicher, statistisch signifikanter Verbesserung von Feldaufgang, Ertrag oder Blattgesundheit geführt. Tendenziell haben die angewandten physikalischen Verfahren im Vergleich zu Unbehandelt eher zu einer Verschlechterung geführt, die geprüften Behandlungsmittel eher zu einer Verbesserung. Die Ergebnisse stammen allerdings aus nur zwei 1-jährigen Feldversuchen mit 4 Posten Saatgut und sind deshalb nur beschränkt aussagekräftig.

Warmwasser- oder andere Tauchbehandlungen sind mit relativ einfacher Ausrüstung durchführbar. Bei diesen beiden Verfahren ist allerdings eine Rücktrocknung des Saatgutes nötig was nach einem speziellen Trockner verlangt. Die Behandlung mit dem Wäschetrockner kann dabei andere Trocknungsapparaturen ersetzen. Die Applikation der pulverförmigen Hilfsstoffe ist anspruchsvoller, sie erfordert spezielle Geräte oder Einrichtungen um eine möglicherweise gesundheitsgefährdende Staubeentwicklung zu verhindern. Deshalb sind für solche Produkte moderne Methoden und Einrichtungen zur Aufbringung von pulverförmigen Produkten als Saatgut-Coating, Inkrustierungen oder als Pellet von Vorteil.

Kommerzielles Saatgut für den professionellen Einsatz hat meist eine genügend gute Keimfähigkeit und relativ geringen Befall mit samenbürtigen Pathogenen. Das Saatgut kommt aus optimierten Verfahren der Saatgutfirmen und entspricht den vorgegebenen Qualitätskriterien. Ausnahmen bestätigen die Regel. Zusätzliche on-Farm-Behandlungen an Saatgut sollten nur in Ausnahmefällen und bei klaren Hinweisen auf möglicherweise auftretende Probleme durchgeführt werden. Von spezialisierten Firmen ausgeführte Behandlungen wie z.B. Priming oder Inkrustierung von erlaubten Hilfsstoffen könnten den Gebrauchswert von Saatgut für den Landwirt verbessern.

## Danksagung

Diese Arbeit wurde vom Coop Fonds für Nachhaltigkeit unterstützt.

## Literatur

Farrar, J.J., Pryor, B.A. and Davis, R.M. 2004: *Alternaria* diseases of carrot. Plant disease. Vol. 88 (No.8)

## Resistenzinduktion bei Tomaten gegen *Phytophthora infestans* durch Biodüngemittel und Pflanzenstärkungsmittel

Sharma, K.<sup>1</sup>, Schulte-Geldermann, E.<sup>2</sup>, Bruns, C.<sup>2</sup> und Finckh, M.R.<sup>1</sup>

*Keywords: tomato, late blight, induced resistance, plant strengtheners, fertiliser*

### Abstract

*Three biofertilizers (BF) and three plant strengtheners (PS) were tested in comparison to chemical fertilizer application and BABA (DL-3-amino-n-butanoic acid), respectively for their effects on the reactions of six different tomato varieties against three isolates of Phytophthora infestans in detached leaf disk assays. All experiments were repeated twice with six replicates each. Two of the BF (Biollsa and Biofeed Quality) significantly reduced late blight severity as compared to horn meal and chemical fertilizer with no fertilizer by isolate and fertilizer by variety interactions. All PS significantly reduced susceptibility of all tomato varieties. However, the interactions among PS, variety and isolates were highly significant suggesting that different resistance mechanisms might be affected by the PS and BABA. Preliminary results indicate that the combined effects of PS and BF are additive without interactions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Einer der wichtigsten Mechanismen in der Verteidigung von Wirtspflanzen gegen Pathogene und Insekten ist die induzierte Resistenz. Auch bei Tomaten wurde bereits Resistenzinduktion gegen viele Insekten und Pathogene, u.a. *Phytophthora infestans* mit verschiedenen Substanzen erreicht (Cohen 1994, Thürig et al. 2006, u.a.).

Um eine Resistenz möglichst lange wirksam zu erhalten, sollte sie so stark wie möglich von flankierenden Massnahmen, die den Inokulationsdruck reduzieren, unterstützt werden. Neben der Wahl möglichst resistenter Sorten stehen in der Praxis auch Pflanzenstärkungsmittel (PS) zur Verfügung, deren Wirksamkeit oft auf induzierter Resistenz beruhen soll. Auch gibt es Neuentwicklungen von großem Interesse für den Ökologischen Anbau, wie z.B. PEN (Thürig et al. 2006). Ergebnisse aus der Forschung legen ebenfalls nahe, dass bei Tomaten ein Einfluss der Kultursubstrate auf die Resistenz und Induzierbarkeit feststellbar ist (Berner et al. 2002, Wang et al. 2000).

Schulte-Geldermann et al. (2007) berichteten über Effekte organischer Dünger oder PS auf die Qualität und Anfälligkeit von Tomaten gegenüber *Phytophthora infestans*. Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln und organischen Düngern und ihrer Interaktionen auf die Anfälligkeit von Tomaten gegen *P. infestans* zu überprüfen.

---

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Uni Kassel, Nordbahnhofstrasse 1a, 37213 Witzenhausen, Germany. mfinckh@uni-kassel.de

<sup>2</sup> Fachgebiet Ökologische Land- und Pflanzenbausysteme, Adresse, siehe <sup>1</sup>



## Methoden

Alle Experimente wurden zwei Mal mit je sechs Wiederholungen durchgeführt. Da sowohl Sorten als auch isolatspezifische Einflüsse auf die Induzierbarkeit von Resistenz bei Tomaten festgestellt wurden (Sharma 2007, Sharma et al. 2009 dieser Band) wurden sechs Sorten (Matina, Balkonzauber, Berner Rose, Marmande, Zuckertraube und Supermarmande) und drei Isolate verwendet. Die Tomaten wurden in 1,3 l Töpfen in einer Mischung aus Feldboden aus ökologischem Anbau mit 15% Kompost und 15% Einheitserde (E0) angezogen. Düngemittel und Pflanzenstärkungsmittel (PS) wurden erst in zwei separaten Experimenten auf allen sechs Sorten getestet, dann die Interaktionen auf den Sorten Balkonzauber und Zuckertraube. Die Düngemittel Biofeed Basis, ein Pflanzenbasiertes Düngemittel aus den Niederlanden (Agro-Bioproducts, Wageningen), Biollsa 12,5, ein Biodünger basierend auf hydrolysierten Rinderhäuten aus Italien (Ilsa SpA, Arzignano), Hornmehl und löslicher Kunstdünger wurden miteinander verglichen. Alle Varianten wurden mit 16,5 mg N, 4,4 mg P und 8,8 mg K pro Topf einmalig gedüngt. Pro Topf wurden täglich 50 ml Wasser gegeben. Im zweiten Experiment wurden die Effekte der PS Alfalfaextrakt (ebenfalls Ilsa Group), PENextrakt (eigene Herstellung aus einem kommerziell aus Rückständen der Penicillinherstellung gewonnenen Biodünger. Siehe Thürig et al. 2006 für Methode) und Biofeed Quality (Agro-Bioproducts) mit Wasser bzw. dem chemischen Resistenzinduktor BABA (DL-3-amino-n-butanoic acid) verglichen. Erste Ergebnisse (S. Nardi, University of Padua, pers. Mitteilung) weisen für Alfalfaextrakt eine hormonartige Wirkung auf Pflanzen nach. Die PS wurden in 0.1%, 2.5% und 4% Konzentration fünf Mal im Wochenabstand aufgebracht. Kontrollpflanzen wurden mit Wasser besprüht. BABA wurde eine Woche vor der Inokulation angewendet.

Für die Inokulation wurden *Phytophthora infestans* Isolate 75, 101 und 108, im Jahr 2004 von Tomaten isoliert, die alle sechs Tomatensorten befallen konnten, benutzt. Sechs Wochen nach dem Topfen wurden ausgestanzte Blattstücke (Ø 18mm) der beiden ersten Fiederblätter der jeweils jüngsten voll entwickelten Blätter inokuliert (Blattunterseite). Pro Blattstück wurden 20 µl einer Sporangienlösung mit einer Konzentration von  $5 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$  aufgebracht. Die Blattstücke wurden in Plastikschalen 24 Stunden dunkel und dann bei 16 h licht/ 8 h dunkel bei 17 °C gehalten und alle 2 Tage mit sterilem demineralisiertem Wasser besprüht, um die Feuchtigkeit zu halten. Der Befall (Prozent) wurde am Tag 4 und 5 nach der Inokulation bestimmt. Danach waren die meisten Blattstücke zu 100% befallen. Die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK), die den Befall über die Zeit integriert, wurde berechnet.

Um Normalverteilung zu erreichen wurden die FUDBK Daten log-transformiert. Eine Varianzanalyse über die wiederholten Experimente ergab keine Unterschiede zwischen den Experimenten. So wurden die Daten gepoolt zu insgesamt 12 Wiederholungen. Mittelwertsvergleiche wurden mit dem Tukey-Kramer Test durchgeführt.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Versuch mit Düngemitteln hatten diese den größten Einfluss auf den Befall ( $F=481.02$ ), gefolgt vom Isolat ( $F=91.68$ ) und Sorte ( $F=10.1$ ) jedoch ohne Interaktionen (alle signifikant). Deshalb werden die Daten über alle Sorten und Isolate gemittelt dargestellt. Sowohl die Düngung mit Biofeed Basis als auch mit Biollsa reduzierte den Befall der Tomaten signifikant im Vergleich zu einer Düngung mit Hornmehl oder der chemisch gedüngten Variante (Abb. 1). Im Vergleich zur chemisch gedüngten Variante reduzierte BioFeed Basis den Befall zwischen 37-55%, Biollsa zwischen 32-48% und Hornmehl zwischen 3-15%. Das Fehlen von Interaktionen mit

Sorte oder Isolat legt nahe, dass durch die Dünger eine generelle Pflanzenstärkung möglich ist.

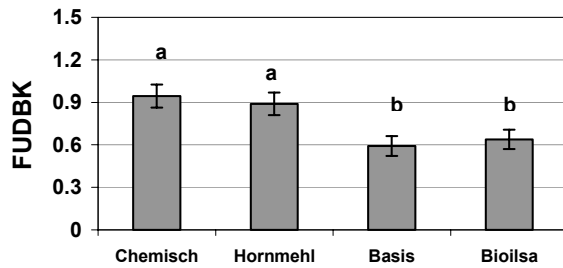


Abbildung 1. Einfluss der Düngemittel auf die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK) mit *Phytophthora infestans* von Tomaten. Sechs Sorten und drei Pathogenisolate wurden getestet. Rücktransformierte Mittelwerte über zwei Experimente mit je sechs Wiederholungen  $\pm$  SD. Signifikante Unterschiede zwischen Düngemitteln sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ( $P \leq 0.05$ , Tukey test).

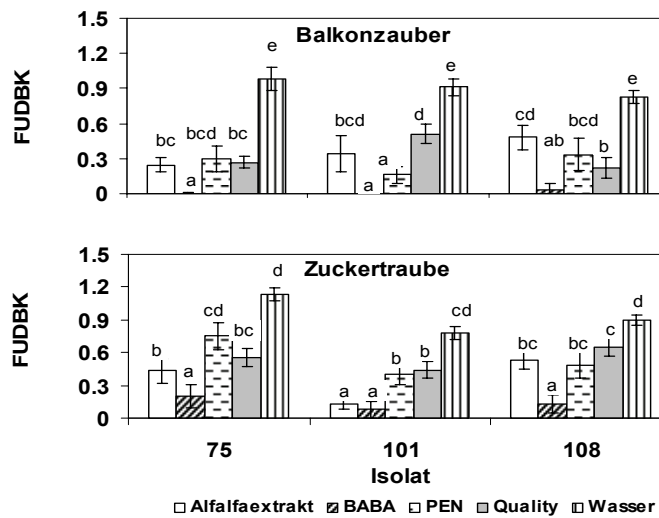


Abbildung 2. Einfluss der Pflanzenstärkungsmittel Alfalfaextrakt, PEN und Quality im Vergleich zum chemischen Induktor BABA und Wasser auf die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK) mit *P. infestans* der Tomatensorten Balkonzauber und Zuckertraube. Die Reaktionen gegen Isolate 108, 101 und 75 sind für beide Sorten gruppiert. Rücktransformierte Mittelwerte zweier Experimente  $\pm$  SD. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $P \leq 0.05$ , Tukey test).

Alle drei Pflanzenstärkungsmittel (PS) reduzierten den Befall der Tomaten signifikant im Vergleich zu einer Behandlung mit Wasser. Im Vergleich zu BABA

(Befallsreduktionen zwischen 56 und 100%) waren die Reduktionen bei Alfalfa Extrakt 37-88%, bei PEN 35-87% und bei Quality 29-81%. Im Gegensatz zu den Düngemitteln waren die Effekte der Pflanzenstärkungsmittel auf die Anfälligkeit sowohl Sorten- als auch isolat-abhängig (Abb. 2). So wirkte z.B. bei Balkonzauber Quality signifikant schlechter mit Isolat 101 als mit Isolat 75 und 108 während bei Zuckertraube die Wirkung bei Isolat 101 signifikant besser als bei Isolat 108 war.

Diese Interaktionen deuten darauf hin, dass unter Umständen durch die unterschiedlichen PS unterschiedliche Resistenzmechanismen bei den Tomaten ausgelöst werden, die je nach der spezifischen Sorte-Isolat-Interaktion dann auch unterschiedlich gut wirksam sind.

## Literatur

- Berner, A., S. Gloor, J. Fuchs, L. Tamm, P. Mäder. (2002): Healthy soils - healthy plants, p. 6. In: R. Thompson (ed.), Cultivating Communities. Proceedings of the 14th IFOAM Organic World Congress 21.-24. August 2002 Victoria; Canada. Canadian Organic Growers, Inc., Ottawa.
- Cohen Y. (1994): Local and systemic control of *Phytophthora infestans* in tomato plants by DL-3-amino-n-butanoic acid. *Phytopathology* 84:55-59.
- Sharma, K., Finckh, M.R. (2007): Genetic variation in inducibility of resistance in tomatoes against *Phytophthora infestans*. Proceedings of the XVI International Plant Protection Congress, 15-18 October 2007, Glasgow, UK. S 330-331. Hampshire, UK: The British Crop Protection Council.
- Schulte-Geldermann E., Behrens M., Finckh M. R., Heß J., Bruns C. (2007) Effekte veredelter Rohmaterialien angewandt als Dünger oder Wachstumsstimulatoren auf Pflanzenwachstum und -gesundheit in: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller, A. Valle Zárate (eds) Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20.-23. März 2007. S 37-40 <http://orgprints.org/9674/>
- Thuering, B., Binder, A., Boller, T., Guyer, U., Jimenez, S., Rentsch, C., Tamm, L. (2006): An aqueous extract of dry mycelium of *Penicillium chrysogenum* induces resistance in several crops under controlled and field conditions. *European Journal of Plant Pathology* 114:185-197.
- Wang, R., H.-L. Xu, and A. U. Mridha. (2000): *Phytophthora* resistance of organically-fertilized tomato plants. *Journal of Crop Production* 3:77-84.

## Bekämpfung von *Microdochium nivale* (Schneeschnimmel) auf Weizen mit Präparaten auf Pflanzenbasis

Vogelgsang, S.<sup>1</sup>, Bänziger, I.<sup>1</sup>, Krebs, H.<sup>1</sup>, Legro, R.J.<sup>2</sup> und Forrer, H.R.<sup>1</sup>

*Keywords: adhesive, disease control, formulation, seed-borne, snow mold*

### Abstract

*Snow mold, caused by the fungal pathogen *Microdochium nivale*, is an important seed-borne disease of various cereals and fodder plants, leading to reduced stands after emergence. No agricultural measures are known to prevent snow mold, hence, direct control measures are needed. For organic agriculture, seed dressing with plant-based products could be an alternative. In contrast to spray treatments onto the crop, the formulation and application of plant preparations onto seeds represents a greater challenge in terms of adhesion, persistence, and lasting efficacy. In the current study, three plant-based powders applied with two different seed coating materials were tested for their efficacy against MN of wheat. Both adjuvants demonstrated equally satisfying adhesion and showed no differences in terms of disease control. One of the plant-based preparations reduced in vitro the MN infestation of a naturally infected seed lot by 50%, whereas in vivo, it increased emergence of wheat seedlings by 71%.*

### Einleitung und Zielsetzung

Schneeschnimmel (*Microdochium nivale*; MN) ist eine bedeutende samenbürtige Krankheit von Wintergetreide (Parry et al. 1995, Cockerell 1997). Das Auftreten von Schneeschnimmel wird durch die Anbautechnik wenig beeinflusst. Da in der biologischen Landwirtschaft der Einsatz von chemischen Saatbeizmitteln nicht zugelassen ist, besteht ein Bedarf an alternativen Möglichkeiten der Bekämpfung. Die EU-Regelung zur Verwendung von biologisch produziertem Saatgut im Biolandbau (<http://www.fibl.org/forschung/bodenwissenschaften/saatgut/documents/VO-1452-2003-de.pdf>) verschärft das Problem zusätzlich. Alternative Methoden beinhalten physikalische Behandlungen (Winter et al. 1997), den Einsatz von bakteriellen oder pilzlichen Antagonisten sowie die Behandlung mit Naturstoffen. Unsere Forschungsgruppe verfügt über langjährige Erfahrung mit Pflanzenextrakten zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten, sowohl *in vitro* (Myzelwachstum, Sporenkeimung) als auch *in vivo* bei der Behandlung von oberirdischen Pflanzenteilen (siehe auch Beitrag Forrer et al.). In eigenen *in vitro* Versuchen haben Pflanzenextrakte mehrfach eine gute Wirkung gegenüber MN gezeigt. Bei samenbürtigen Krankheiten stellt die Formulierung und Applikationstechnik bezüglich Verteilung, Haftung und Persistenz jedoch eine besondere Herausforderung dar. Ziel der vorliegenden Untersuchung war, Pulverzubereitungen aus fein gemahlenem Material von drei verschiedenen Pflanzenarten auf ihre *in vitro* und *in vivo* Wirkung gegen MN auf Weizen zu prüfen.

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz, [susanne.vogelgsang@art.admin.ch](mailto:susanne.vogelgsang@art.admin.ch), [www.admin.art.ch](http://www.admin.art.ch)

<sup>2</sup> Incotec Holding BV, Westeinde 107, 1601BL Enkhuisen, The Netherlands, [bob.legro@incotec.com](mailto:bob.legro@incotec.com), [www.incotec.com](http://www.incotec.com)

## Methoden

Weizensaatgut (Sorte Runal, MN-Befall 30%) diente der Schneeschimmel-Wirkungsprüfung. Drei Pflanzenpulverpräparate (PP), hier mit „A“, „B“ und „C“ bezeichnet, wurden überprüft. Als Haftmittel wurden „DiscoAg-Red“ (L203; DR) bzw. „OrganicBinder“ (A6.6041; OB) von Incotec, einer auf Saatgutbehandlungen spezialisierten Firma, verwendet. Zunächst wurde anhand eines Keimfähigkeitstests mit gesundem Saatgut die mögliche Phytotoxizität der Behandlungen mit PP und DR bzw. OB untersucht. Für die *in vitro* Beizwirkungsprüfung wurde befallenes Saatgut durch Agroscope ART mit verschiedenen Aufwandmengen der PP (1 oder 2g auf 100g Saatgut), Haftmittelmengen und -konzentrationen (1, 2, 3.5 oder 5ml mit 40, 50 oder 100% OB) sowie Applikationstechniken (Beschichtung oder Suspension) behandelt. Anschliessend wurde das Saatgut auf Agar (PDA) ausgelegt (100 Samen, Inkubation 7 Tage bei 19°C und 12h NUV) und die Anzahl MN-Kolonien erfasst. Für den *in vivo* Versuch wurde das Saatgut mit 2g PP sowie 3.5 ml 50% OB oder DR behandelt (Suspensionsapplikation durch Incotec). Pro Verfahren wurden 3x100 Samen in Aussaatschalen (30x45 cm) mit Erde 2 cm tief ausgesät (Keimung: 21 Tage bei 5°C, dunkel; 14 Tage bei 10°C mit Licht (16h/Tag; weisses Licht). Nach dem Auflaufen der Pflanzen wurde der Pflanzenbestand (Gesamtzahl, Anzahl anormale bzw. verbräunte Pflanzen) bonitiert. Beide Versuche wurden je zweimal durchgeführt und die Resultate wurden mittels einer Varianzanalyse (ANOVA) untersucht.

## Ergebnisse und Diskussion

Weder die Haftmittel DR und OB noch die Formulierungen mit PP zeigten eine phytotoxische Wirkung. Bei der *in vitro* Wirkungsprüfung wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Haftmitteln beobachtet. Die beste Wirkung wurde mit dem Verfahren 2g PP „B“ und 3.5ml 50% OB (als Beschichtung) erreicht, welches zu 50% Befallsreduktion führte. Auch *in vivo* zeigte das PP „B“ die grösste Wirkung: der Auflauf gesunder Weizenpflanzen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle war bei den mit OB aufgetragenen PPs „A“, „B“ und „C“ statistisch signifikant ( $P < 0.01$ ) um jeweils 23%, 71% bzw. 24% erhöht. Beide untersuchten Haftmittel waren einfach in der Handhabung und zusammen mit einem der Präparate vielversprechend in der Wirkung. Diese Resultate unterstreichen das grosse Potential von Produkten auf Pflanzenbasis zur Regulierung des samenbürtigen Schneeschimmels. Für weitere Versuche werden wir mit dem Präparat „B“ und dem bio-kompatiblen OB arbeiten. Im nächsten Schritt werden wir den Einfluss der Applikationstechniken von Incotec und derjenigen von Agroscope ART auf die Befallsreduktion untersuchen sowie die Wirkung des Präparates „B“ unter Feldbedingungen überprüfen.

## Literatur

- Cockerell, V. (1997): New and priority seedborne diseases in Western Europe. In Hutchins, J. D., Reeves, J. C. (Hrsg): Seed health testing: Progress towards the 21st century. Wallingford, UK, CAB, S. 1-10.
- Parry, D. W., Rezanoor, H. N., Pettitt, T. R., Hare, M. C., Nicholson, P. (1995): Analysis of *Microdochium nivale* isolates from wheat in the UK during 1993. *Annals of Applied Biology* 126: 449-455.
- Winter, W., Bänziger, I., Krebs, H., Rügger, A., Gindrat, D. (1997): Warm- und Heisswasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. *Agrarforschung* 4: 467-470.

## Chancen und Grenzen der Biofumigation für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden

Hallmann, J.<sup>1</sup>, Buck, H.<sup>2</sup>, Rau, F.<sup>3</sup>, Daub, M.<sup>4</sup>, Schütze, W.<sup>5</sup>, Grosch, R.<sup>6</sup> und Schlathöller, M.<sup>7</sup>

*Keywords: Meloidogyne hapla, Pratylenchus, Brassicaceae, Isothiocyanate*

### Abstract

*Biofumigation is considered a promising nematode control alternative. In vitro tests confirmed the high nematicidal properties of isothiocyanates, the driving compounds of biofumigation. Its potential under temperate climate conditions was tested on a commercial farm. The tested biofumigation treatments reduced population densities of Pratylenchus spp. but had little effect on Meloidogyne hapla. The latter was most likely due to the good status of the tested varieties. To further optimize the biofumigation system non-host crops with high concentration of glucosinolates have to be selected.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Gemüsebau sind Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne hapla*) und Wurzelläsionsnematoden (*Pratylenchus* spp.) bedeutende Schaderreger (Hallmann et al. 2007). Möhren und Zwiebeln, aber auch anderen Gemüsearten können teils erheblich geschädigt werden. Ein noch recht junges Bekämpfungsverfahren ist die Biofumigation. Hierbei werden Kreuziferen mit hohen Glucosinolatgehalten angebaut und zum Zeitpunkt der Blüte, wenn die Glucosinolatgehalte am höchsten sind, mit einem Mulcher zerkleinert und mit einer Fräse in den Boden eingearbeitet. Durch enzymatische Hydrolyse der Glucosinolate entstehen im Boden nematizid wirkende Isothiocyanate. Für eine optimale Wirkung sind Bodentemperaturen um 25°C und eine hohe Bodenfeuchte erforderlich. In Südeuropa, aber auch in USA und Australien wird die Biofumigation recht erfolgreich zur Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden eingesetzt (Pötter 1998). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Wirkungsgrad und die Wirkungssicherheit der Biofumigation für die Bedingungen gemäßigter Klimaregionen zu testen und zu optimieren. Hierzu soll: (1) an einem vorhandenen Sortiment aussichtsreicher Kreuziferenarten und –sorten der Anteil Isothiocyanat-freisetzender Glucosinolate bestimmt, (2) der Glucosinolatgehalt durch züchterische Bearbeitung in den Kreuziferen erhöht und (3) durch Optimierung der Anbaumaßnahmen die Glucosinolatmenge pro Flächeneinheit gesteigert werden.

---

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Topheideweg 88, 48161 Münster, johannes.hallmann@jki.bund.de, www.jki.bund.de

<sup>2</sup> Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH, Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, h.buck@oekoring.de, www.oeko-komp.de

<sup>3</sup> Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH, Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, f.rau@oekoring.de, www.oeko-komp.de

<sup>4</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Dürerer Straße 71, 50189 Elsdorf, matthias.daub@jki.bund.de, www.jki.bund.de

<sup>5</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg, wolfgang.schuetze@jki.bund.de, www.jki.bund.de

<sup>6</sup> Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Theodor Echtermeyer Weg 1, 14979 Großbeeren, grosch@igzev.de, www.igzev.de

<sup>7</sup> P. H. Petersen Saatucht Lundsgaard GmbH, 24977 Grundhof, schlathoelter@phpetersen.com, www.phpetersen.com

Weiterhin soll gezeigt werden, ob die aus Glucosinolaten gebildeten Isothiocyanate eine nematizide oder nematostatische (lähmende) Wirkung haben und bei welchen Konzentrationen dies der Fall ist.

## Methoden

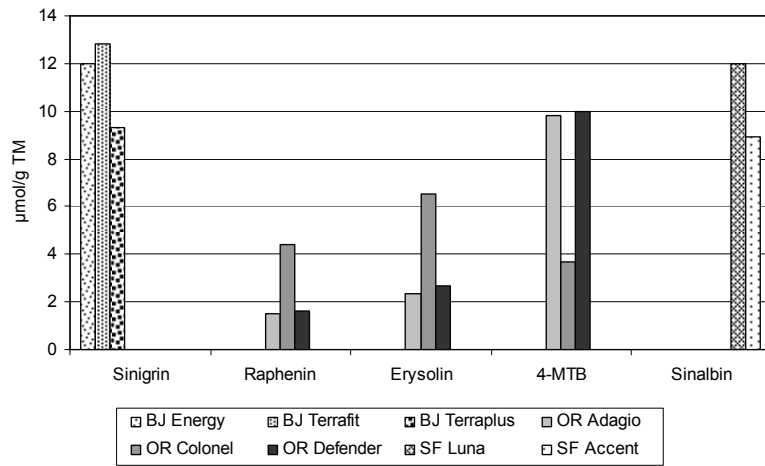
Die direkte Wirkung von Isothiocyanaten auf verschiedene Nematodenarten wurde *in vitro* untersucht. Es wurden kommerziell erhältliche Isothiocyanate eingesetzt, wie z. B. Allylisothiocyanat (aus Sinigrin, in Sareptasenf enthalten) und 2-Phenylethylisothiocyanat (aus Nasturtiin, in Sareptasenf enthalten). Die Konzentrationen betragen 1 µmol, 0,1 µmol und 0,01 µmol. Die Durchführung des Feldversuches erfolgte auf dem Betrieb von Heiner Helberg, Biohof Eilte GbR, in Ahlden, Niedersachsen. Die untersuchten Varianten waren: Sareptasenf (BJ, cvs. Energy, Terrafit, Terraplus, Saatstärke: 12 kg/ha), Ölrettich (OR, cvs. Adagio, Colonel, Defender, Saatstärke: 25 kg/ha), Weißer Senf (SF cvs. Luna, Adagio, Saatstärke 20 kg/ha) und zwei Artenmischungen (Terraprotect RB mit Energy/Defender, Terraprotect MB mit Energy/Luna, Saatstärke: 15 kg/ha). Der Versuch wurde als Streifenanlage angelegt. Die Streifengröße betrug 3 x 50 m. Jeder Streifen wurde in 4 Meßwiederholungen von 3 x 12,5 m unterteilt. Pro Messwiederholung wurde der Nematodenbesatz vor Aussaat (24.07.2007) und vier Wochen nach Einarbeitung der Biofumigation (25.09.2007) ermittelt. Pro Bodenprobe wurden 30 Einstiche aus 0-20 cm Tiefe entnommen. Der Boden wurde gemischt und aus 250 ml Boden wurden die Nematoden mittels der Zentrifugationsmethode extrahiert und ausgezählt. Zum Zeitpunkt der Einarbeitung neun Wochen nach Aussaat wurde zusätzlich die Biofrisch- und Biotrockenmasse ermittelt und der Glucosinolatgehalt mittels HPLC bestimmt.

## Ergebnisse

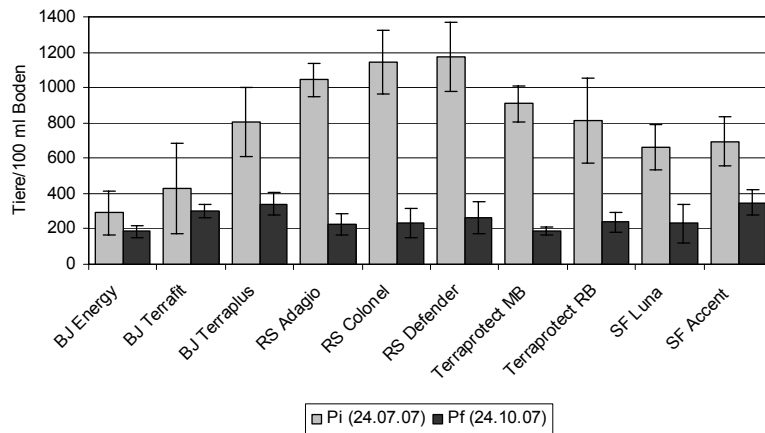
*In vitro*-Versuch: Die Isothiocyanate Allylisothiocyanat und 2-Phenylethylisothiocyanat zeigten eine ausgeprägte nematizide Wirkung gegen *Meloidogyne hapla* und *Pratylenchus penetrans*. Bei einer Konzentration von 0,1 µmol wurden innerhalb von 3 Stunden 98% der Tiere abgetötet.

Feldversuch: Die Frischmasseerträge schwankten zwischen 15,9 t/ha für Terraprotect MB und 29,5 t/ha für Ölrettich cv. Adagio, die Trockenmasseerträge zwischen 2,75 t/ha für Sareptasenf cv. Terraplus und 3,89 t/ha für Weißer Senf cv. Luna. Die Hauptglucosinolate waren Sinigrin für Sareptasenf, Sinalbin für Weißer Senf und Raphenin, Erysolin und 4-Methylthiobutenyl für Ölrettich (Abb. 1). Bezogen auf den Trockenmasseertrag ergaben sich daraus folgende maximale Glucosinolatgehalte: 9,6 kg/ha Methylthiobutenyl (OR Defender), 14,7 kg/ha Sinigrin (BJ Energy) bzw. 19,8 kg/ha Sinalbin (SF Luna).

Alle Biofumigationsvarianten führten zu einer Reduzierung von *Pratylenchus* spp. (Mischpopulation von *P. penetrans* und *P. crenatus*) (Abb. 2). Die Reduzierung der Besatzdichte lag zwischen 15% (BJ Terrafit) und 80% (OR Colonel). Für eine abschließende Bewertung der Ergebnisse muss allerdings der unterschiedliche Ausgangsbesatz mit berücksichtigt werden, da bei hohen Besatzdichten allgemein von einer stärkeren Reduzierung auszugehen ist, als bei geringen Besatzdichten.



**Abbildung 1: Konzentration der Hauptglucosinolate in verschiedenen Kreuziferenarten und -sorten zum Zeitpunkt der Einarbeitung.**



**Abbildung 2: Einfluss verschiedener Biofumigationsvarianten auf die Besatzdichte von *Pratylenchus* spp.**

Bezogen auf *M. hapla* war der Ausgangsbesatz auf der Versuchsfläche sehr heterogen. Die Biofumigationsvarianten hatten keine bzw. nur eine geringe Wirkung auf *M. hapla* (nicht dargestellt). In parallel durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die eingesetzten Biofumigationsvarianten allesamt gute Wirtspflanzen für *M. hapla* waren.



## Diskussion

Wie die Ergebnisse des Feldversuches für *Pratylenchus* spp. zeigen, bietet die Biofumigation durchaus Chancen für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. Andererseits zeigen die Erfahrungen mit *M. hapla* auch die Grenzen der Biofumigation auf. Eine gute Wirkung erfordert den Einsatz von Nicht-Wirtspflanzen bzw. schlechten Wirtspflanzen, denn eine nennenswerte Vermehrung der Nematoden während des Anbaus der Biofumigationskultur kann durch die Biofumigationwirkung nach Einarbeitung der Kultur nicht kompensiert werden. Somit stellt sich die Frage, worauf ist die beobachtete Wirkung primär zurückzuführen: (1) auf die nematiziden Eigenschaften der Isothiocyanate (= Biofumigation), (2) auf die fehlende Vermehrung der Nematoden bei Anbau von Nichtwirtspflanzen oder aber (3) auf unspezifische Effekte in Verbindung mit der Einarbeitung und mikrobiellen Abbau der organischen Substanz im Boden. Um wissenschaftlich fundierte Antworten auf diese Fragen zu erhalten, werden derzeit Untersuchungen zu den einzelnen Faktoren durchgeführt.

## Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass für eine nachhaltige Reduzierung pflanzenparasitärer Nematoden mittels der Biofumigation Arten bzw. Sorten einzusetzen sind, die während des Anbaus nicht zu einer Vermehrung der jeweiligen Nematoden führen. Die im Boden auftretenden Hauptschaderreger lassen sich im Vorfeld über eine entsprechende Bodenuntersuchung erfassen. Weiterhin sollte die Biofumigationskultur bei möglichst hohen Bodentemperaturen eingearbeitet werden, d. h. spätestens Anfang/Mitte September. Eine abschließende „Versiegelung“ des Bodens durch leichtes Walzen bzw. (noch besser) Beregung erhöht die Verweildauer der Wirkstoffe im Boden und wirkt sich positiv auf die Wirkungshöhe aus.

## Danksagung

Das Projekt wurde gefördert im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

## Literatur

- Hallmann, J., Frankenberg, A., Paffrath, A., Schmidt, H. (2007): Occurrence and importance of plant-parasitic nematodes in organic farming in Germany. *Nematology* 9: 869-879
- Potter, M., Davies, R.K., Rathjen, A.J. (1998): Suppressiveness of glucosinolates in *Brassica* vegetative tissues on root lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. *J Chem. Ecol* 24: 67-80.

## Die gute alte Fruchtfolge als Bekämpfungsmethode gegen den Maiswurzelbohler (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Bertossa, M.<sup>1</sup>, Schaub, L.<sup>2</sup>, Colombi, L.<sup>3</sup>

*Keywords:* Western corn rootworm, quarantine pest, crop rotation, biological control

### Abstract

*Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae), the western corn rootworm (WCR), is an immigrant from North America and one of the top ten global agricultural pest species. Within the last 15 years, WCR invaded Europe at 3 focal points, and has been steadily extending its domain soon threatening commercial maize production. After the first detection in Switzerland in 2000 near Lugano, careful observations by pheromone trap monitoring of this quarantine organism have been realized. Experiences with WCR whose populations dynamics are incompletely understood, have also been studied by installing a continuous maize field comparing population dynamics with rotated maize fields in the immediate surroundings. Our experiences with WCR populations in the Swiss territory are here briefly summarized:

1. Mandatory crop rotation in the canton Ticino slowed spread of WCR significantly. WCR infestations north of the main Alpine mountain chain were rare and eradicated by crop rotation. 2. In a continuous maize cropping system population of WCR can reach economic damage level, but can also be confined by unknown factors 3. Switzerland with its rigorous crop rotation program may serve as an example of far-sighted WCR management preserving environment and saving money.

### Einleitung und Zielsetzung

Mit Beginn der 90er Jahre wurde in der Nähe von Belgrad ein neuer, gefährlicher Maisschädling entdeckt, der seitdem zu einem unaufhaltsamen Feldzug durch Europa angesetzt hat, der westliche Maiswurzelbohler (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). In Nordamerika betragen die Schäden und die Kosten für seine Bekämpfung über eine Milliarde USD (Krysan & Miller, 1986). Dies hat ihm den Übernahmen "Billion dollar bug" eingebracht. Auf Grund dessen wurde er von der European Plant Protection Organisation (EPPO) auf die Liste der Quarantäne Organismen gesetzt. In der Schweiz wurden 1999, nach dem Auftreten des Käfers in der Region Veneto 1998, auf der Alpensüdseite erste Fallen aufgestellt. In diesen wurden im Jahr 2000 die ersten 4 Käfer entdeckt. Eine Ausdehnung des Fallennetzes mit dem Fang von mehr als 1'500 Käfern erwies im Jahr 2001 die Präsenz einer lokalen Population in der Nähe von Chiasso an der Landesgrenze zu Italien. Die Quarantäne Gesetzgebung verpflichtet zur Bekämpfung von Schadorganismen sowohl auf EU-Ebene, als auch innerhalb der Schweiz (Pflanzenschutzverordnung) wirksame Massnahmen zur Bekämpfung zu ergreifen. Im Vergleich zu den EU Massnahmen hat man auf einen Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmittel vorerst verzichtet. Die seit dem Jahr 2001 in den befallenen Gebieten der Alpensüdseite angewendeten Massnahmen haben im obligatorischen Fruchtwechsel für Maisparzellen ihren zentralen Ansatzpunkt. Der Zweck der geführten Untersuchung war es, den Nutzen der auf nationaler Ebene getroffenen Massnahmen mit wissenschaftlichen Methoden abzuklären.

---

<sup>1</sup> Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centro di Cadenazzo, 6594 Contone

<sup>2</sup> Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

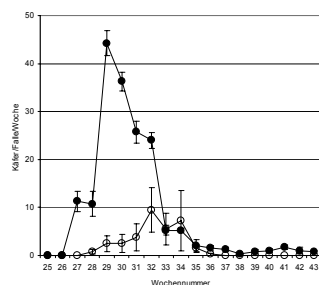
<sup>3</sup> Servizio fitosanitario cantonale, Viale S. Franscini 17, 6500 Bellinzona

## Material

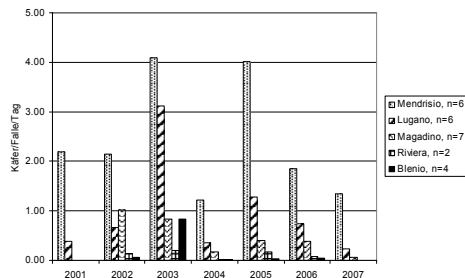
Die für das Monitoring verwendeten Pheromon-Fallen (Csalomon®) sind ungarischen Ursprungs und im spezialisierten Handel, z.B. Andermatt Biocontrol für die Schweiz, erhältlich. Sie waren mit einem weiblichen Pheromon ausgestattet, dadurch waren die auf der Klebefolie gefangenen Käfer in der Regel männlich. Dieser Typ von Falle (PAL) gilt für Populationsuntersuchungen in Europa als Standard. Das Pheromon wurde alle drei Wochen neu angebracht um eine möglichst konstante Attraktivität zu gewährleisten. Der Aufstellungszeitpunkt wurde mittels Temperatursumme (Derron et al. 2005) ermittelt. Die Aufstellung erfolgte mit Hilfe eines Holzstabes mit der Falle auf Kolbenhöhe. Die Monokulturparzelle war 60 Aren gross und in 4 Sektoren mit je einer PAL – Falle versehen, die 4 Fruchtwechselfeldern waren in der nahen Umgebung (0.3 – 4.5 km) mit je einer PAL – Falle versehen. Für weitere Untersuchungen wurden die Ergebnisse des gesamten Fallennetzes auf der Alpensüdseite herangezogen. Die Fallen wurden wöchentlich 1 oder je nach Flugintensität, 2 mal untersucht, gereinigt und die Käfer ausgezählt.

## Resultate

Vergleich Monokultur-Fruchtwechsel (Kontrolle). Die Monokulturparzelle wurde aus Sicherheitsgründen im südlichsten Teil des Tessin angelegt. Dass auf den Fruchtwechselfeldern überhaupt Käfer vorkommen, liegt hauptsächlich an der aktiven Migration der Käfer aus der nahen Lombardei. Eine Auswanderung von der Monokulturparzelle in die Fruchtwechselfeldern war zwar möglich aber mit den vorhandenen Daten nicht nachzuweisen. Die Fangzahlen innerhalb der Fruchtwechselfelder waren nicht signifikant verschieden, obwohl sie in verschiedener Distanz der Monokulturparzelle lagen.



**Abb 1. Vergleich der Flugkurve den zwischen Monokultur- und Fruchtwechselfeldern 2007**

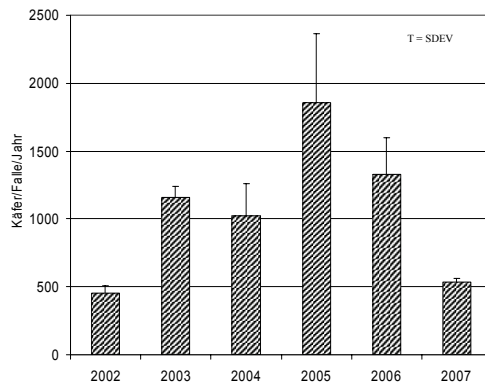


**Abb 2. Vergleich der Populationsdichten in Regionen von Süden nach Norden 2001 - 2007**

In allen Jahren ('01 – '07) waren die Unterschiede zwischen den Käferzahlen der Monokultur- zu den Fruchtwechselfeldern während des Hauptfluges signifikant (Tukey,  $p=0.001$ ), hier am Beispiel 2007. Beginn und Höhepunkt der Flugkurve erscheinen in der Monokulturparzelle früher als bei den Fruchtwechselfeldern, auch dies ein Umstand der sich über die Jahre wiederholte. Schlechtwetterperioden haben auf beiden Flugkurven Einfluss ausgeübt, auf der Graphik z.B. Woche 27 – 28 und Woche 33 – 34.

Von Süden (Mendrisio) nach Norden (Blenio) ist jedes Jahr ein absteigender Gradient zu beobachten ab 2003 sind in allen Regionen der Fruchtwechsel obligatorisch

(Ausnahme: Blenio ab 2004). Es kann deshalb angenommen werden, dass der Maiswurzelbohrer von Süden her einwandert. Mit zunehmender Distanz von den Hauptherden in der Lombardei nimmt die Konzentration gegen Norden ab. Am Beispiel Blenio, der nördlichsten Region, ist auch die Effizienz der Einführung des Fruchtwechsels ersichtlich. War die Population im Jahr 2002 noch sehr klein, wuchs sie im Jahr darauf ohne Einfluss der Migration von Süden im Jahr darauf exponentiell. 2004 wurde die Population durch die Einführung des Fruchtwechsels praktisch vernichtet.



**Abb 3. Jährliche Schwankungen der Maiswurzelbohrer Population unter Monokulturbedingungen**

Im Jahr 2002 folgte Monokulturmais auf Fruchtfolgemaïs. Während der Monokulturperiode sind deutliche Schwankungen zu erkennen. Im sechsten Jahr Monokultur ist die Population auf das Niveau des zweiten Jahres Monokultur zurückgegangen. Ein erwartetes exponentielles Wachstum der Population ist nicht zu erkennen. In der Literatur sind mehrfach Studien auf verschiedenen Entwicklungsebenen von *D. virgifera*, sowohl in den Vereinigten Staaten, als auch in Europa gemacht worden (Töpfer & Kuhlmann, 2005). In der Monokulturparzelle waren ökonomische Schäden an den Maispflanzen in den Jahren 2004 und 2005 (drittes und viertes Monokulturjahr) zu beobachten, wobei 2004 ein heftiger Windsturm anfangs Juli bei Maispflanzen mit angeschwächten Wurzeln Lagerung verursachte, was die typischen, oberirdischen Schad Symptome des Maiswurzelbohrers (goose neck) akzentuiert hat.

### Diskussion

Die 6 jährige Untersuchung im Tessin zeigt dass eine geregelte Fruchtfolge den biologischen Zyklus von *D. virgifera* erfolgreich unterbrechen kann. Dies steht im Gegensatz zu Berichten aus den USA wo ökonomische Schäden auch bei Mais in Fruchtfolge beobachtet wurden. In der Tat hat sich während den 80er Jahren in Illinois auf Grund des grossen Druckes der allseits empfohlenen Fruchtfolge Mais – Soja eine *D. virgifera* Variante selektioniert deren Eiablage öfters in den benachbarten Sojaflächen erfolgte (Onstad et al., 2005). Die geschlüpften Larven fanden so die zum Überleben wichtigen Wurzeln der Nachkultur Mais vor. Das Phänomen "rotation-resistant" wird durch das Vorhandensein von *Diabrotica barberi* verstärkt, dessen veränderte Varianten über eine auf 2 Jahre verlängerte Diapause wieder zu Maiswurzeln finden.

In Europa sind weder *D. barberi* noch die (Soja)-Variante von *D. virgifera* nachgewiesen. Dies weist darauf hin, dass bei uns die Gefahr einer Umgehung der Fruchtfolgemassnahmen durch die Schädlinge, zumindest in den nächsten Jahren sehr gering ist. Kommt dazu, dass unsere Fruchtfolgen komplexer sind als lediglich Mais – Soja. Damit sind die in den USA beobachteten Entwicklungen nicht auf unsere Verhältnisse übertragbar.

Das beobachtete starke Gefälle nach Norden, dass durch natürliche Barrieren wie Seen, Bergketten und z.T. geringen Maisanbau begründet ist, lassen den Schluss zu, dass mit der Einhaltung von Fruchtfolgemassnahmen im Tessin die Alpennordseite vor Einwanderung relativ geschützt bleibt. Vereinzelt Verschleppen durch den Verkehr (Strasse, Luft, Bahn) ist aber nicht auszuschliessen. Deshalb drängt sich ein sorgfältiges Fallenmonitoring auch in Zukunft auf.

Die Schwankungen in der Monokulturparzelle zeigen dass auch die Mortalität lokaler Populationen durch verschiedene Faktoren negativ beeinflusst werden können. Hier stehen abiotische Faktoren wie Trockenheit, Temperatur und Bodeneigenschaften im Vordergrund (Töpfer & Kuhlmann 2005). Die Schwankungen stimmen mit denen des benachbarten Auslandes überein.

Mit den ersten beobachteten Käfern im Tessin und den dadurch sofort ergriffenen Fruchtfolgemassnahmen in Einwanderungsgebieten, konnte die anfangs gefürchtete Invasion des Maiswurzelbohrers, trotz Verzicht auf Pestizideinsatz abgewendet werden. Es gibt keinen Hinweis, dass diese Strategie nicht auch in näherer Zukunft gute Erfolgchancen verspricht.

### Literatur

- Derron J; Bertossa M; Brunetti R; Colombi L. (2005) Phénologie du vol de la chrysomèle des racines du maïs (*D. virgifera virgifera*) dans le sud des Alpes suisses. *Revue Suisse Agric.* 37, p. 61-64
- Krysan, J.L.; Miller, T.A. (1986) *Methods for the study of pest Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, USA.
- Onstad D.W. et al. (2001) Modelling evolution of behavioural resistance by an insect to crop rotation. *Entomologia experimentalis et Applicata* 100, 195-201
- Töpfer S; Kuhlmann U. (2005) Natural mortality factors acting on Western Corn Rootworm Population: a comparison between the United States and Central Europe. *Western Corn Rootworm Ecology and Management*, Cabi Publishing, p 95-119

## Biofumigation zur Bekämpfung von *Verticillium dahliae*

Michel, V.<sup>1</sup>

*Keywords: biofumigation, soil-borne diseases, soil-type, Verticillium dahliae.*

### Abstract

*Cruciferous plants with high contents of glucosinolates can be used to control soil-borne diseases. During the degradation of such plants, the glucosinolates are transformed into isothio- and thiocyanates. These molecules are volatile and toxic, therefore, this method is called biofumigation. In this context, the efficacy of two brown mustard (*Brassica juncea*) and one canola (*Brassica napus*) cultivars to reduce the number of *Verticillium dahliae* microsclerotia was tested in pot trials. *Verticillium dahliae* is the causal agent of verticillium wilt of a large number of important crops. Microsclerotia are the surviving structures of *V. dahliae* in the soil. A strong decrease of the number of microsclerotia was observed using the high glucosinolate-containing brown mustard cultivar ISCI-99 and an intermediate effect was observed with a low glucosinolate-containing canola cultivar in a silty soil. However, when ISCI-99 was incorporated in a sandy soil, no such effect on the microsclerotia was measured. The efficacy of biofumigation with glucosinolates depends not only on the plant species but also on the soil type.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Biofumigation ist eine biologische Methode zur Verringerung von Krankheitserregern und Schädlingen im Boden. Sie stützt sich auf die Verwendung von Pflanzen mit einem hohen Gehalt an Glukosinolaten, hauptsächlich Kreuzblütler. Während dem Abbau der Pflanzen werden die Glukosinolate in Isothio- und Thiocyanate umgewandelt. Diese Substanzen sind gasförmig und für gewisse Bodenorganismen giftig. Je nach Pflanzenart und Sorte ist die Zusammensetzung der Glukosinolate, welche eine Gruppe von mehreren Molekülen umfasst, verschieden. Zudem bestimmt diese Zusammensetzung welche Isothio- und Thiocyanate beim Abbau der Pflanzen entstehen (Kirkegaard et al. 2004).

Die verschiedenen Glukosinolatmoleküle sind ausschlaggebend für die erzeugte Wirkung des freigesetzten Gases, da die Giftigkeit der unterschiedlichen Isothio- und Thiocyanate verschieden ist. Nebst der potentiellen Giftigkeit des Gases spielt die Empfindlichkeit des Zielorganismus (pilzlicher oder bakterieller Krankheitserreger, Insekt, Nematode) eine entscheidende Rolle für die Wirksamkeit der Biofumigation.

Um eine optimale Wirkung zu erreichen müssen dementsprechend Pflanzen mit möglichst hohen Gehalten an bestimmten Glukosinolaten für die Biofumigation verwendet werden. Diese Hypothese wurde mit Topfversuchen zur Verringerung des bodenbürtigen Krankheitserreger *Verticillium dahliae* mittels verschiedenen Kreuzblütlerarten/-sorten überprüft. Zusätzlich wurde der Einfluss des Bodentyps auf die Wirksamkeit der Biofumigation untersucht.

---

<sup>1</sup> Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, route des vergers 18, 1964, Conthey, Schweiz, vincent.michel@acw.admin.ch, www.acw.admin.ch

## Methoden

Im Frühling 2006 wurden zwei Sorten von braunem Senf (*Brassica juncea*) und eine Rapssorte (*Brassica napus*) in mit einem Torfsubstrat gefüllte Töpfe angesät. Bei den beiden Senfsorten handelte es sich um die speziell für die Biofumigation gezüchtete Sorte ISCI-20 (hoher Glukosinolatgehalt) und ISCI-99 (sehr hoher Glukosinolatgehalt) (Patalano 2004). Bei der Rapssorte Talent handelt es sich um eine glukosinolatarme 00-Sorte. Die oberirdischen Pflanzenteile wurden im Stadium Beginn Blüte abgeschnitten, fein zerkleinert und sofort mit einem mit *V. dahliae* natürlich verseuchten lehmigen Boden gemischt. Dabei wurden 0,7 L Boden mit 70 g Pflanzenmaterial vermischt und danach in 1-L Plastiktöpfe abgefüllt. Die Töpfe wurden während einer Woche in einem dunklen Raum bei 20-22°C inkubiert. Danach wurde der Boden während sechs Wochen luftgetrocknet bevor die Anzahl lebender Mikrosklerotien pro g trockenem Boden bestimmt wurde. Jedes Verfahren wurde viermal wiederholt und der Versuch wurde einmal im Frühling und einmal im Herbst 2006 durchgeführt. Zur Bestimmung der Anzahl lebender Mikrosklerotien, den Überlebensformen von *V. dahliae* im Boden, wurden 100 mg auf dem selektiven Nährboden NP-10 (Kabir et al. 2004) ausgebracht. Nach zwei Wochen Inkubation bei 24°C wurde die Anzahl Mikrosklerotien unter der Binokularlupe ausgezählt.

In einem weiteren Topfversuch wurde der Einfluss des Bodentyps, sandig oder lehmig, auf die Unterdrückung der Mikrosklerotien mit der braunen Senfsorte ISC-99 durchgeführt. Die Versuchsdurchführung war analog zum ersten Versuch.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Verwendung von braunem Senf, speziell von der sehr gehaltsreichen Sorte ISCI-99, bewirkte eine starke Abnahme der Anzahl Mikrosklerotien in einem lehmigen Boden (Abb. 1). Eine geringere Abnahme wurde durch den glukosinolatarmen Raps bewirkt. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass nicht nur die Bildung der toxischen Isothio- und Thiocyanate eine Rolle bei der Verringerung der Mikrosklerotien spielte.

Die Wirkung der durch den braunen Senf erreichte Biofumigation war bodenspezifisch (Abb. 2). Im Gegensatz zum lehmigen Boden wurde nach dem Einarbeiten der braunen Senfsorte ISCI-99 in einem sandigen Boden keine Abnahme der Anzahl Mikrosklerotien festgestellt. Der hohe Sandanteil dieses Bodens könnte die Ursache dieser Wirksamkeitsabnahme sein. Möglicherweise verflüchtigte sich das gebildete Gas zu schnell aus dem Boden was dazu führte, dass die notwendige Konzentration, um die Mikrosklerotien abzutöten, nicht erreicht wurde.

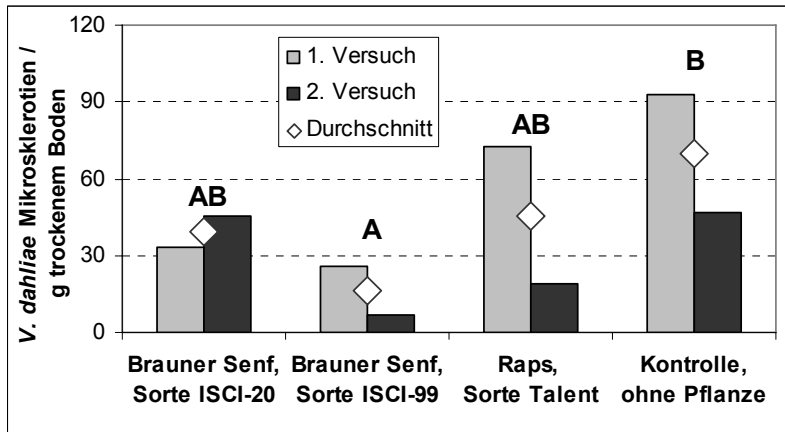


Abbildung 1: Wirkung von braunem Senf und Raps auf das Überleben von *Verticillium dahliae* in einem lehmigen Boden eine Woche nach dem Einarbeiten der Pflanzen. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Tukey-Test, 5%).

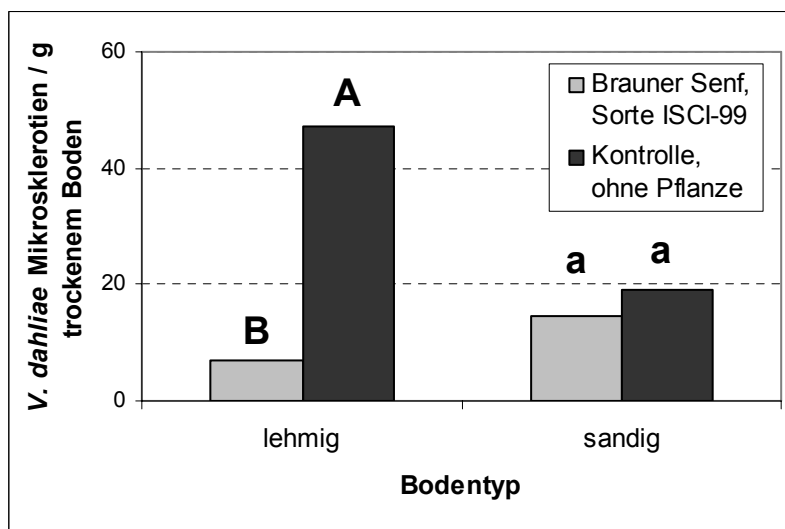


Abbildung 2: Reduktion der Mikrosklerotien von *Verticillium dahliae* eine Woche nach dem Einarbeiten von braunem Senf (Sorte ISCI-99) in einem lehmigen und einem sandigen Boden. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Tukey-Test, 5%).

In der Vergangenheit wurde in mehreren Feldversuchen eine signifikante Verringerung von *V. dahliae* Mikrosklerotien festgestellt (Michel *et al.* 2007), dies



allerdings nur in lehmigen Böden. Um den Einfluss verschiedener Bodentypen auf die Wirksamkeit der Biofumigation zu untersuchen und die Methode weiterzuentwickeln sind weitere Topf- und Feldversuche am Agroscope Changins-Wädenswil ACW im Gange oder in Vorbereitung.

### Literatur

- Kabir Z., Bhat R. G., Subbarao K. V. (2004): Comparison of media for recovery of *Verticillium dahliae* from soil. Plant Dis. 88: 49-55.
- Kirkegaard J., Matthiessen J. (2004): Developing and refining the biofumigation concept. Agroindustria 3: 233-239.
- Michel V., Ahmed H., Dutheil A. (2007): La biofumigation, une méthode de lutte contre les maladies du sol. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 39: 145-150.
- Patalano G. (2004): New practical perspectives for vegetable biocidal molecules in Italian agriculture: Bluformula brand for commercialisation of biocidal green manure and meal formulations. Agroindustria 3, 409-412.

## Anfälligkeit von Leguminosen gegenüber *Meloidogyne hapla*

Reents, H.-J.<sup>1</sup>, Egerer, J.<sup>1</sup> und Hermann, A.<sup>2</sup>

**Keywords:** legumes, nematodes, *Meloidogyne hapla* root knot nematode

### Abstract

Green manure legumes are a necessary element of organic crop rotations. However, they are able to propagate nematodes especially *Meloidogyne* and *Paratylenchus* species. The results of a pot experiment showed that plant species of the genera *Pisum*, *Vicia*, *Trifolium* had a higher propagation rate of *Meloidogyne hapla* than salad *Lactuca sativa* while plant species of the genera *Medicago* and *Melilotus* were less susceptible to infestation of nematodes. It is concluded that crop rotation management especially in vegetable production has to consider the different susceptibility of the legumes and further research has to test more species and varieties.

### Einleitung und Zielsetzung

Nematoden galten lange Zeit im Ökologischen Landbau als unbedeutend, da davon ausgegangen wurde, dass die üblichen Anbaustrukturen die Populationen im Boden auf einem niedrigen Niveau halten. Inzwischen treten Schäden durch Nematoden vermehrt im intensiven Öko-Gemüsebau auf, wobei *Meloidogyne* verbreiteter ist und *Paratylenchus* bei Befall höhere Besatzdichten im Bodenvolumen aufweist (Frankenberg und Paffrath 2004). Ursachen können sein, dass in den intensiven Gemüsebaubetrieben die Fruchtfolgen von Wirtspflanzen enger und der Anteil von Getreide als nicht anfällige Pflanze geringer sind. Die Stickstoff- und Humusversorgung wird durch intensive Gründüngung mit Leguminosen erreicht, die ebenfalls Wirtspflanzen sind. Brachephasen, die die Nematodenpopulation senken, werden wegen der Humusversorgung und aus ökologischen Gründen vermieden.

Für eine Weiterentwicklung der Ökologischen Anbausysteme unter dem Aspekt der Nematoden-Schadprophylaxe wurde in einem Screening untersucht, ob und wie stark sich Körner- und Gründüngungs-Leguminosen hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber *Meloidogyne hapla* unterscheiden und welche Empfehlungen sich daraus ableiten

### Methoden

Das Screening wurde 2007 in einem Gefäßversuch im Gewächshaus an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführt. Untersucht wurden folgende Leguminosen: *Medicago sativa* 'Eugenia'; *M. minima*; *M. orbicularis*; *M. truncatula*; *Trifolium pratense* 'Lucrum'; 'Titus'; *T. repens* 'Huia'; *T. alexandrinum* 'Axi'; *T. subterraneum*; *T. campestre*; *Pisum sativum* 'Arvika'; *P. sativum* 'Rocket'; *Vicia faba* 'Condor'; *V. sativa*; *V. villosa* und *Melilotus alba*. Das Screening wurde aus Kapazitätsgründen in drei Ansätzen durchgeführt. In jedem Ansatz bildeten *Lactuca sativa* var. *capitata* 'Ovation' als anfällige und *Triticum aestivum* 'Manager' als Nicht-Wirtspflanze den Vergleich.

Für jede Pflanzenart/-sorte wurden fünf Wiederholungen angesetzt. Die Gefäße hatten ein Fassungsvermögen von 1000ml, die *Meloidogyne*-freie, nicht sterilisierte Erde bestand aus einer Mischung von lehmigem Waldboden, Sand und Pikiererde im

---

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, TU-München, 85354 Freising, reents@wzw.tum.de

<sup>2</sup> Bayerische. Landesanstalt für Landwirtschaft, 85354 Freising

Verhältnis von 20:8:15. Die Leguminosen und das Getreide wurden direkt eingesät und auf eine entsprechende Anzahl von Pflanzen vereinzelt, der Salat wurde vorkultiviert und gepflanzt. Zwei Wochen nach der Aussaat erfolgte die Inokulation der Erde mit 2700 *M. hapla*-Larven<sup>1</sup> (2. Larvenstadium) pro Gefäß in einer wässrigen Suspension von 10 ml. Die Versuchsdauer ab Inokulation betrug 10 Wochen bei einer Temperatur von 20-25°C. Während der Kulturzeit musste mit einem Blumendünger nachgedüngt werden und es wurde gegen Mehltau- und Trauermückenbefall behandelt.

Zur Untersuchung des Nematodenbefalls wurden die Pflanzen abgeschnitten und die Erde von den Wurzeln abgeschüttelt. Davon wurden 100 ml auf Baermann-Trichter aufgelegt. In dem nach sieben Tagen im Standzylinder aufgefangenen Eluat wurden die Nematoden ausgezählt. An den Wurzeln wurde der Boden abgewaschen und die Gallenbildung mit einer Skala von 0 bis 9 als Wurzelgallenindex bonitiert. Das Wurzelgewicht wurde ermittelt, danach wurden die Wurzeln grob zerschnitten, ebenfalls auf Baermann-Trichter aufgelegt und auf einer Sprühnebelanlage über sieben Tage im 3-Minuten-Takt mit Wasser besprüht. Damit wurden die Nematoden zum vollständigen Auswandern aus den Wurzeln angeregt. Mit der Auszählung in einer Zählkammer unter dem Mikroskop wurde die Befallstärke ermittelt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die visuelle Bonitierung der Wurzeln ergab für Weizen wie erwartet einen Befallsindex von null d.h. keine Gallenbildung (Tab.1). Der Salat als anfällige Vergleichspflanze hatte den hohen Befallsindex von  $\geq 6$ , bei Alexandrinerklee und Rotklee sowie Ackerbohne wurde allerdings ein noch höherer Befall bonitiert. Die meisten *Trifolium*-Arten zeigten eine hohe bis mittlere Anfälligkeit, während die *Medicago*-Arten und *Melilotus* eher eine geringere Gallenbildung aufwiesen.

Mehrere *Trifolium*-Arten sowie *Pisum*- und *Vicia*-Arten wiesen höhere bzw. gleich hohe Vermehrungsraten  $Pf/Pi$  (= *Larven pro Gefäß (Pf) zu Inokulationsmenge (Pi)*) wie *Lactuca* auf (Tab.1). Deutlich geringere Werte zeigten *Medicago* und *Melilotus*. Beim Weizen lag die Vermehrungsrate unter 1, was einen Rückgang der Population bedeutet.

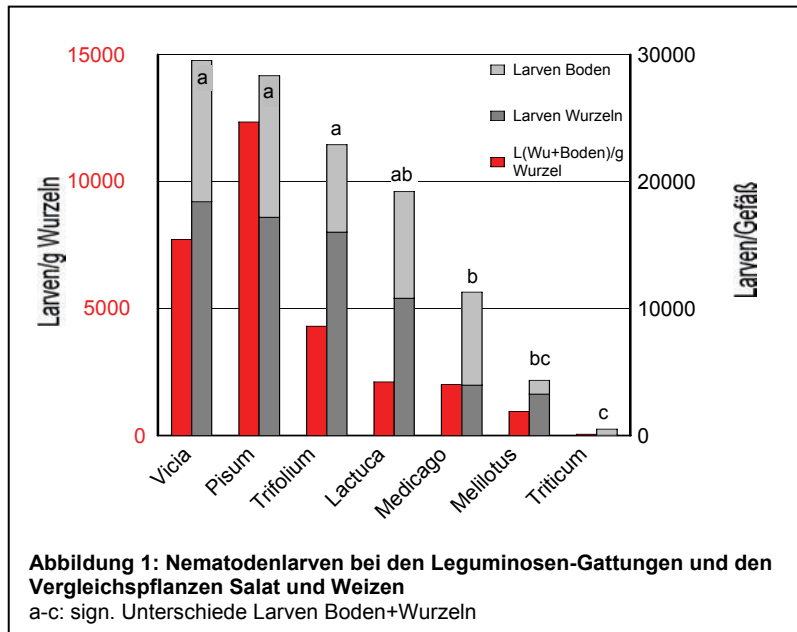
Der Vergleich auf der Ebene der Gattungen zeigte, dass die Anzahl von Nematoden pro Gefäß - als Summe der Larven im Boden und aus den Wurzeln - durch *Vicia*, *Pisum* und *Trifolium* noch stärker erhöht wurde als durch *Lactuca* (Abb.1). Bei *Medicago* und *Melilotus* lag die Zahl der Nematoden signifikant niedriger als bei den anderen drei Leguminosengattungen und der Vergleichspflanze Salat. Das Verhältnis von Nematoden zur Wurzelmasse differenzierte bei *Vicia*, *Pisum* und *Trifolium* deutlich stärker als die Gesamtzahl der Nematoden, was vor allem auf die unterschiedlichen Wurzelmassen zum Zeitpunkt des Versuchsendes zurückzuführen war.

---

<sup>1</sup> Inokulation im 2. Satz 3900 Larven aufgrund eines falschen Titers

**Tabelle 1: Nematoden-Befallsindex und Vermehrungsrate Pf/Pi der Nematoden**

Pflanze	Befallsindex	Pf/Pi	Pflanze	Befallsindex	Pf/Pi
<i>L. sativa</i> var. <i>capitata</i> 1	6,60	7,63	<i>M. orbicularis</i>	3,60	6,97
<i>L. sativa</i> var. <i>capitata</i> 2	6,00	4,34	<i>M. sativa</i> 'Eugenia'	3,60	3,74
<i>L. sativa</i> var. <i>capitata</i> 3	6,00	7,45	<i>V. villosa</i>	3,60	6,74
<i>T. alexandrinum</i> 'Axi'	7,80	11,84	<i>T. repens</i> 'Huia'	3,25	6,66
<i>T. pratense</i> 'Titus'	6,80	8,15	<i>P. sativum</i> 'Rocket'	2,80	5,73
<i>V. faba</i> 'Condor'	6,80	8,76	<i>V. sativa</i>	2,60	7,22
<i>T. subterraneum</i>	5,40	10,03	<i>Meli. alba</i>	2,20	1,61
<i>T. campestre</i>	4,60	3,79	<i>M. minima</i>	1,80	2,70
<i>P. sativum</i> 'Arvika'	4,00	10,56	<i>Trit. aestivum</i> 1	0,00	0,49
<i>T. pratense</i> 'Lucrum'	4,00	10,41	<i>Trit. aestivum</i> 2	0,00	0,02
<i>M. truncatula</i>	3,80	3,34	<i>Trit. aestivum</i> 3	0,00	0,05



Bewertung

Ziel der Arbeit war es, mit Hilfe des Screenings Hinweise für eine Nematoden-Schadprophylaxe bei dem Anbau von Leguminosen in gärtnerischen Fruchtfolgen zu bekommen. Die Ergebnisse auf der Gattungs-Ebene zeigen, dass im Durchschnitt die *Vicia*, *Pisum* und *Trifolium*-Arten bei Abweichung einzelner Arten *M. hapla* stärker vermehren als die anfällige Vergleichspflanze Salat. Die Nematoden-Vermehrung an den geprüften *Medicago*-Arten ist signifikant niedriger. Da deren Wurzelmasse den

*Trifolium*-Arten vergleichbar ist, muss tatsächlich eine spezifisch geringere Anfälligkeit vorliegen, für die genetische Ursachen anzunehmen sind.

Bei *Melilotus* wurde vermutet, dass der Cumarin-Gehalt, der u.a. einen starken Geruch der Pflanzenteile des Weißen Steinklees hervorruft, einen Befall verhindern könnte. Im Versuch weist die Art tatsächlich die niedrigsten Larven-Zahlen auf, die Vermehrungsrate liegt aber dennoch  $>1$  und damit kann *Melilotus* noch nicht als Neutralpflanze klassifiziert werden.

Bei Arten-Unterschieden müssen noch Sortendifferenzen mit in Betracht gezogen werden. Über Luzerne wird berichtet, dass in USA resistente Sorten entwickelt wurden. Der Anbau über weitere Länder zeigte aber, dass es auch regional unterschiedliche Pathotypen mit unterschiedlicher Virulenz gibt (Egerer 2008). Auf jeden Fall sollte die Züchtung von Leguminosen die Nematodenresistenz als wichtiges Kriterium berücksichtigen.

Neben den oben beschriebenen Folgen für den ökologischen Gemüsebau, müssen auch die landwirtschaftlichen Fruchtfolgen unter dem Aspekt der Nematoden-Schadprophylaxe betrachtet werden (s. a. Hallmann 2006). Insbesondere sollte geprüft werden, ob der immer häufiger beobachtete Ausfall der Körnerleguminosen, speziell der Erbsen, neben den Pilzkrankheiten auch auf Nematodenbefall zurückzuführen sein könnte. Eine aus Sicht der Stickstoffbindung sinnvolle Kombination von *Vicia*-Arten in Fruchtfolgen mit Körnererbsen müsste aufgrund der hier gezeigten hohen Vermehrungsraten für *M. hapla* vermieden werden.

Für den Schlupf neuer Larven sind bestimmte Temperatursummen im Boden oberhalb 8°C notwendig. Die Strategie des Zwischenfruchtbaus sollte diese Entwicklungszeiten beachten und aus phytosanitären Gründen auch mal einen Bestand früher umbrechen, als es aus pflanzenbaulichen Gesichtspunkten sinnvoll erscheint (Hallmann 2007).

### Literatur

- Egerer, J. (2008): Bewertung der Anfälligkeit von Leguminosen gegenüber *Meloidogyne hapla*. – Diplomarbeit TU München
- Frankenberg, A. und A. Paffrath (2004): Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau. – Endbericht BLE Projekt 02OE478
- Hallmann, J. (2006): (Hrsg.) Pflanzenparasitäre Nematoden Tagg. Band Pflanzenschutz im Ökol. Landbau - Elftes Fachgespräch am 07. Feb. 2006 in Münster - Ber. BBA Nr. 131. Saphir Verlag.



# **Agrartechnik und Bioenergie**

## Förderung der Mulchsaat im Ökolandbau - das Auflaufverhalten von Zwischenfrüchten

Wilhelm, B.<sup>1</sup> und Hensel, O.<sup>1</sup>

*Keywords: conservation tillage, straw, residue cover*

### Facilitating conservation tillage in organic agriculture systems

*The several advantages of conservation tillage systems are interesting for organic farmers too. The positive effects concerning the reduction of soil erosion are well known and documented. The more residues are left on the soil surface the higher reduction of soil erosion is achieved. Nevertheless the plough is still the main tillage equipment in organic agriculture systems. A first step towards conservation tillage might be the tillage before intercrops. In a three years project the relationship of emergence rate from straw quantity, working depth and residue cover is investigated. Thick mulch layers have negative effects on the emergence rate of the followed crop. Modern machinery for conservation tillage improve the incorporation of crop residues which effects the residue cover after tillage. Especially at deep working depth (above 13 cm) the benchmark of 30% residues cover can't be achieved any more. The results of the trials support the conservation tillage system before intercrops.*

### Einleitung

Die Vorteile der konservierenden Bodenbearbeitung wie der geringere Energiebedarf, die Zeitersparnis und Förderung des Bodenlebens sowie eine verstärkte Humusbildung, die sich für konventionelle Landwirte als positiv erwiesen haben, sind auch für Ökolandwirte von großem Interesse. Auch der Erosionsschutz wird immer wieder hervorgehoben und als aktiver Beitrag zum Bodenschutz gesehen. Ausschlaggebend für einen effektiven Erosionsschutz ist der Bodenbedeckungsgrad. Bereits bei 30% Bodenbedeckung kann der Bodenabtrag im Vergleich zu unbedeckten Boden um 60% verringert werden (Brunotte 2007). Trotzdem ist nach wie vor der Pflug das vorherrschende Bodenbearbeitungsgerät im Ökolandbau.

Ein Einstieg in konservierende Bodenbearbeitungssysteme kann die reduzierte Bodenbearbeitung vor dem Zwischenfruchtanbau sein. Für Landwirte ist eine sehr gute Einmischung der Ernterückstände von großer Bedeutung, damit für die ausgesäte Folgefrucht ein guter Bodenschluss und hohe Auflaufraten erreicht werden können. Die Landtechnikindustrie hat in den letzten Jahren die Geräte im Bezug auf Durchmischungsqualitäten entsprechend optimiert. Im Rahmen eines dreijährigen Verbundprojekts, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert wird, soll in Feldversuchen die Auswirkung von Bearbeitungstiefe und Bodenbedeckungsgrad auf das Auflaufverhalten von Zwischenfrüchten nach Getreide untersucht werden.

### Material und Methode

Die Feldversuche werden auf Flächen der Staatsdomäne Frankenhausen durchgeführt, die seit 1998 ökologisch bewirtschaftet werden. Die betriebliche Bodenbearbeitung erfolgt mit dem Pflug, bis zu 26cm tief. Bodenart ist ein schluffiger Ton (Ut3) mit Lößauflage. Die Versuche werden in einer randomisierten

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, Ökologische Agrarwissenschaften, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, birgit.wilhelm@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/fb11cms/agt>



Spaltenanlage mit einer Parzellengröße von 12m x 30m in drei bzw. vier Wiederholungen angelegt. Es werden drei Bearbeitungsvarianten (Variante 1: betriebsüblich Pflug 26cm, Variante 2: flach Grubbern 5-7cm, Variante 3: tief Grubbern 13-15cm) mit je vier Strohmenge untersucht. Die Strohvarianten sind: 0dt Stroh/ha (=nur Stoppel); 40dt Stroh/ha; 60dt Stroh/ha; 80dt Stroh/ha.

Für eine systematische Versuchsdurchführung wurde ein spezielles Verteilsystem entwickelt, das sich im praktischen Einsatz auch gut bewährt hat: Nach der Ernte des Getreides wird das Stroh in Ballen gepresst und abgefahren. Die benötigten Strohmenge/Parzelle werden gewogen und in zwei gleichmäßige Schwade auf die Parzellen rückverteilt. Diese werden von einem Mähdrescher ein zweites Mal aufgenommen und gehäckselt auf der Parzellenfläche praxisähnlich verteilt.

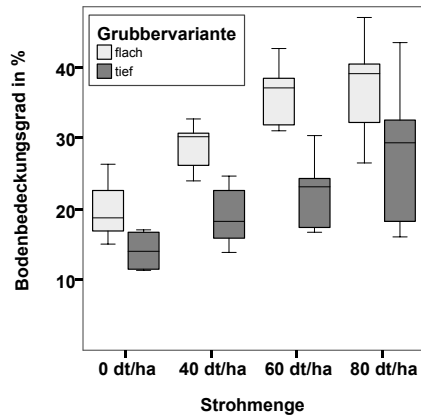
Als Bodenbearbeitungsgerät steht ein Kombinationsgrubber Modell "Centaur" (Fa. Amazonenwerke) zur Verfügung. Die erste flache Bodenbearbeitung der gesamten Versuchsfläche erfolgt auf sechs Zentimeter Arbeitstiefe mit Stoppelscharen. Nach zehn Tagen erfolgt die zweite Bodenbearbeitung mit den obengenannten unterschiedlichen Arbeitstiefen. Das Grubbern erfolgt wieder mit dem "Centaur", diesmal mit Wendelscharen.

Der Bodenbedeckungsgrad wird nach jeder Bodenbearbeitung mit Hilfe einer Kamertechnik mit Bildverarbeitungssoftware ermittelt (Pforte et al. 2007) und gleichzeitig als Kontrolle mit der manuellen Standardmethode (Zählrahmen- oder Gitternetzmethode).

Das Auflaufverhalten wird anhand einer Zwischenfrucht untersucht. Die Aussaat der Zwischenfrucht (Ölrettich, Sorte: Apoll, 20kg/ha) erfolgte im Versuchsjahr 2007 auf Grund der für diese Region sehr späten Getreideernte am 14. September 2007, im Jahre 2008 wurde am 21. August 2008 gesät. Der Feldaufgang wurde 10 Tage (2007) bzw. 7 Tage (2008) nach Aussaat bonitiert. Ende November 2007 wurden von je vier Schnittproben aus jeder Versuchsparzelle in Mischproben der Trockenmassegehalt der Ölrettichpflanzen/Parzelle ermittelt. Die Trocknung erfolgte bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank bei 105°C.

### **Ergebnisse**

Nach der ersten Stoppelbearbeitung liegen die Bodenbedeckungsgrade in den Strohvarianten 60dt Stroh/ha und 80dt Stroh/ha bei 60%. Bei der Strohvariante von 40dt Stroh/ha werden 50% Bodenbedeckung gemessen. Nach der zweiten Bearbeitung nimmt der Bedeckungsgrad bei beiden Grubbervarianten mit erhöhter Strohmenge zu (Abbildung 1). Dieses Ergebnis wird auch im 2. Versuchsjahr bestätigt. Bei tiefer Bodenbearbeitung werden in 91% der Messparzellen Bedeckungsgrade von weniger als 30% gemessen. Bei flacher Bodenbearbeitung bleiben 33% der Messparzellen unter einem Bodenbedeckungsgrad von 30%.



**Abbildung 1: Bodenbedeckungsgrad nach der zweiten Bearbeitung in Abhängigkeit von Bearbeitungstiefe und Strohmenge , 2007**

Die Auflaufraten zeigen in beiden Versuchsjahren kaum Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Bodenbearbeitungen und Strohmengen. Im Bezug auf den Bedeckungsgrad der einzelnen Messpunkte ergeben sich folgende Ergebnisse:

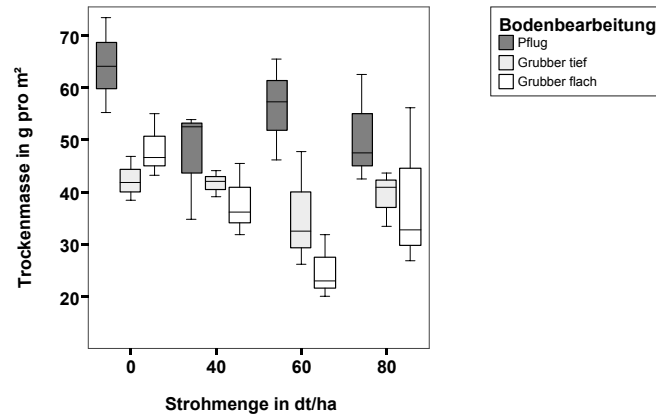
**Tabelle 1: Mittelwerte der aufgelaufenen Örettichpflanzen/m<sup>2</sup> in Abhängigkeit vom Bodenbedeckungsgrad und der Bearbeitungstiefe**

Bodenbedeckung	Bearbeitungs-tiefe	0dt Stroh/ha	40dt Stroh/ha	60dt Stroh/ha	80dt Stroh/ha
0%	Pflug	178	180	196	194
< 30%	Grubber flach	152	149	-*	-*
	Grubber tief	157	151	169	147
> 30%	Grubber flach	-*	144	139	144
	Grubber tief	-*	-	151	157

\*für diese Kombination Strohmenge/Bearbeitungstiefe gibt es keine entsprechenden Bedeckungsgrade

In der Pflugvariante sind die meisten Pflanzen/m<sup>2</sup> aufgelaufen. In den Messparzellen mit einem Bedeckungsgrad von weniger als 30% Stroh wurde kaum ein Unterschied in der Auflaufrate zwischen flacher und tiefer Grubbervariante festgestellt. In der flachen Grubbervariante und einem Bedeckungsgrad von mehr als 30% werden die wenigsten Keimlinge gezählt. Die bisherigen Ergebnisse des noch laufenden zweiten Versuchsjahrs bestätigen diese Tendenzen, wobei sich in 2008 die Auflaufrate der Pflugvariante nicht so deutlich von den anderen Ergebnissen abhebt.

Die Ergebnisse zu den Trockenmasseerträgen in 2007 zeigen die höchsten Erträge in der Pflugvariante (Abbildung 3). Die niedrigsten Trockenmasseerträge sind in der flachen Grubbervariante bei 60dt Stroh/ha gemessen worden. Es sind keine großen Unterschiede in den Erträgen der zwei Grubbervarianten zu erkennen. In der flachen Grubbervariante ist eine schwache Tendenz sichtbar, dass bei steigenden Strohmengen niedrigere Trockenmasseerträge zu erwarten sind.



**Abbildung 2: Trockenmasseertrag in Abhängigkeit von Strohmenge und Bearbeitungstiefe, 2007**

## Diskussion

Im Ökolandbau werden selten Strohmenngen von mehr als 40dt/ha eingearbeitet. Viehhaltende Betriebe verwenden das Stroh meistens als Einstreu und fahren es vom Feld ab, so dass nur die Stoppel zur Einarbeitung zurück bleiben. Ab 30% Bodenbedeckung ist in Mulchsaatsystemen ein nennenswerter Erosionsschutz erreicht. Mit einer flachen Bearbeitung kann dies auch bei geringen Strohmenngen erzielt werden. Bei tiefer Bearbeitung mit neuer Grubbertechnik ist unter Bedingungen des Ökolandbaus im Bezug auf die Bodenbedeckung kaum ein Erosionsschutz zu erwarten. Verzichtet man auf die zweite Bodenbearbeitung sind höhere Bedeckungsgrade möglich, damit ist aber der wichtige Effekt als Unkrautbekämpfungsmaßnahme nicht mehr gewährleistet (Gruber et al. 2008).

Die Ergebnisse der Auflaufdaten zeigen bisher noch keine großen Unterschiede zwischen den Bearbeitungstiefen und Strohmenngen und sprechen somit für den Einsatz von konservierenden Bodenbearbeitungssystemen im Zwischenfruchtanbau. Die Trockenmasseerträge sind im ersten Versuchsjahr vermutlich durch die späte Aussaat und die schlechten Witterungsverhältnisse beeinträchtigt. Die geringen Unterschiede zwischen der flachen und tiefen Grubbervariante in den Trockenmasseerträgen legen bislang eine flachere Bearbeitung mit höheren Bedeckungsgraden und somit besseren Erosionsschutz nahe; hier sind weitere Untersuchungen nötig.

## Literatur

- Brunotte, J. (2007): Handlungsempfehlungen zur guten fachlichen Praxis: Bodenerosion mindern, Bodenleben fördern. Landbauforschung Völkenrode FAL SH 256:79-86
- Gruber S., Claupein W. (2008): Effects of conservation tillage on canada thistle in organic farming. In: Neuhoff D., et al. (Hrsg.): Cultivating the future based on science, Volume 1, ISOFAR, Bonn, 430-433.
- Pforte F., Hensel O. (2007): Online-Messung des Bodenbedeckungsgrades. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 60, Stuttgart

## Mechanische Unkrautregulierung in der Saatreihe von Soja

Hiltbrunner, J.<sup>1</sup>, Herzog, C.<sup>1</sup>, Hunziker, H.R.<sup>1</sup> und Scherrer, C.<sup>1</sup>

*Keywords:* Soya bean, *Glycine max L.*, organic farming, weed control

### Abstract

*Organic cropping of soya beans mainly depends on the successful control of weeds. Hoeing in between the crop rows can be effective but the mechanical control of weeds within the crop row is difficult. Objective of this study was to investigate the effect of three machines and two combinations thereof to control two model weeds seeded directly in the crop row of soya bean. Reduction of the soil cover (%) in the crop row was evaluated after the means were applied and compared to the control treatment (hoeing between the crop rows).*

*Results of two experiments conducted in 2007 and 2008 show that soil cover of companion plants within the crop row can be reduced up to 70 % when compared to the control treatment. Before best treatments can be recommended for the farmers, large-scale tests have to be conducted in order to improve the use of these means to keep the impact on the main crop as low as possible.*

### Einleitung und Zielsetzung

Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung ist im Ökolandbau die Regulierung der Begleitflora ein zentrales Element für den erfolgreichen Sojaanbau. Die Begleitpflanzen zwischen den Sojareihen können mechanisch erfolgreich reguliert werden, wobei sich die Kombination von Hack- und Striegelgeräten im Vergleich zum alleinigen Striegeleinsatz als vorteilhafter erwiesen hat (Irla 1995). Im Gegensatz dazu sind Begleitpflanzen in der Reihe schwierig und oft nur durch Handarbeit zu kontrollieren. Der Bedarf an Handarbeit ist ein entscheidender Faktor, ob der Sojaanbau im Ökolandbau wirtschaftlich interessant ist oder nicht.

Ziel dieser Versuche war es, die Wirkung verschiedener Unkrautregulierungsgeräte auf die Pflanzen in der Saatreihe von Soja zu untersuchen.

### Methoden

In den Jahren 2007 und 2008 wurde in Zürich (450 m.ü.M., durchschnittliche Jahrestemperatur: 9.2 °C, durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge: 1040 mm) je ein Kleinparzellenversuch mit 3 Wiederholungen angelegt. Soja (*Glycine max L. cv. Gallec*) wurde am 26.4.2007 bzw. am 6.5.2008 in zwei Saatedichten (55 bzw. 82 Körner/m<sup>2</sup>) mit einem Reihenabstand von 0.36 m gesät. Zusätzlich wurden 8 kg/ha Chinakohlrübsen (*Brassica x chinensis L.*) und 4 kg/ha Phacelia (*Phacelia tanacetifolia L.*) pro Parzelle in der Reihe mit ausgesät. Am 12.5.2007 bzw. am 16.5.2008 wurden drei verschiedene Unkrautregulierungsgeräte (Striegel = ST, Fingerhacke = FI, Torsionshacke = TO) bzw. Kombinationen davon (FI + ST, TO + ST) im Vergleich zum Verfahren Kontrollverfahren „Hacken zwischen den Reihen“ (KO) getestet, das bei allen Verfahren als Standard ebenfalls angewendet wurde.

Unmittelbar vor und spätestens eine Woche nach dem Einsatz der Geräte wurde der Bodenbedeckungsgrad von Chinakohlrübsen, Phacelia und Soja auf einer Breite von

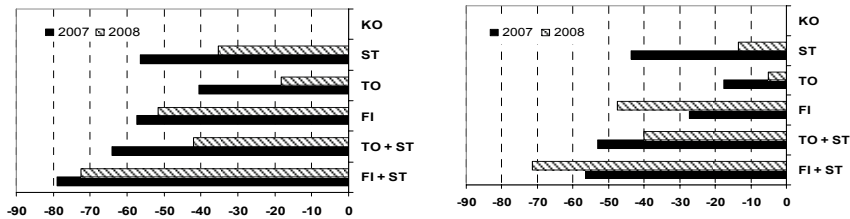
---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, juerg.hiltbrunner@art.admin.ch, www.art.admin.ch

0.1 m zweimal pro Parzelle auf einer Länge von 1 m visuell erhoben (% Bodenbedeckung).

## Ergebnisse und Diskussion

Zum Zeitpunkt der Bonitur nach dem Einsatz der Geräte betrug der Bodenbedeckungsgrad im Kontrollverfahren (KO) 3.6 % (2007) bzw. 3.0 % (2008) für Phacelia sowie 27 % (2007) und 7 % (2008) für Chinakohlrübsen. In beiden Jahren konnten Phacelia-Pflanzen mit den getesteten Verfahren in den Reihen im Vergleich zu KO zwischen 18 % (TO, 2008) und 79 % (FI + ST, 2007) reduziert werden (Abbildung 1, links). Die Wirkung auf Chinakohlrübsen schwankte zwischen 5 % (TO, 2008) und 71 % (FI + ST, 2008) (Abbildung 1, rechts). Generell wurde mit der Kombination von Geräten die Wirkung im Vergleich zum alleinigen Einsatz verstärkt. In Übereinstimmung mit Zillger et al. (2006) erzielte die Torsionshacke die geringste Wirkung. Die Wirkung der Geräte auf Soja war in den meisten Fällen weniger ausgeprägt, die Rangfolge der Verfahren war aber ähnlich. Um die getesteten Verfahren für den Praxiseinsatz empfehlen zu können sind Ertragsserhebungen bei Soja sowie das Testen der besten Verfahren unter Praxisbedingungen unumgänglich.



**Abbildung 1: Reduktion des Bodenbedeckungsgrades (%) von Phacelia (links) und Chinakohlrübsen (rechts) in der Sojareihe infolge des Einsatzes verschiedener Geräte bzw. Kombinationen davon in den Jahren 2007 und 2008 im Vergleich zum Kontrollverfahren „Hacken zwischen der Reihe“ (KO).**

## Dank

Die Autoren danken E. Uhlmann und F. Käser für die Hilfe bei den Feldarbeiten.

## Literatur

- Irla E. (1995): Soja: Bestelltechnik und Unkrautbekämpfungsverfahren. Gute Erträge mit weniger oder ohne Herbizide. FAT-Berichte Nr. 464, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, Schweiz, 6 S.
- Zillger C., Dehe M., Postweiler K., Hoos S. (2006): Mechanische Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau - Zwischenbericht 2005 [Mechanical weed control in organic farming - Report 2005] Projektbericht, Kompetenzzentrum Ökologischer Landbau, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (Hrsg), Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Deutschland, 58 S. (<http://orgprints.org/7535/>)

## Konzepte und Strategien der Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Ergebnisse des Bio-Biogas-Monitoring 2007

Anspach, V.<sup>1</sup> und Möller, D.<sup>1</sup>

*Keywords: Biogas, renewable energy, development of Organic Farming, Energy*

### Abstract

*Biogas production is becoming increasingly important for organic farms. Based on an empirical study, designed as a census, the structure and specifics of organic biogas production were investigated. Today an estimated 150 organic biogas plants in Germany exist; this corresponds to 5% of all biogas plants. The number of plants has doubled since 2004 and the installed electric power has increased six-fold. Mainly organic farms with long experience in organic farming have started biogas production. Most characteristic for organic biogas plants is first the intensive use of low-priced substrates like manure and grass-clover, but also maize silage is used. Secondly the average use of waste heat is very high and utilised in many different ways. Thirdly the internal benefits of biogas slurry are very important. This leads to higher field yields and better product quality of field crops.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Erzeugung von Biogas hat auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland eine stark wachsende Bedeutung. Seit der Novellierung des Erneuerbaren Energiengesetzes (EEG) von 2004 stieg die Anzahl von Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben um durchschnittlich rund 17% pro Jahr. Die installierte elektrische Gesamtleistung im selben Zeitraum um jährlich rund 59%. Mit geschätzten 150 Biogasanlagen befinden sich derzeit rund 5% aller Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben (Anspach & Möller 2008).

Durch vergleichsweise hohe Produktionskosten im Ökologischen Landbau auf der einen und gesetzlich festgelegten Vergütungen für erzeugte elektrische Energie auf der anderen Seite stehen Ökobetriebe vor der Herausforderung, wirtschaftlich sinnvolle und tragbare Konzepte für die Biogaserzeugung auf ihrem Betrieb zu entwickeln. Voraussetzung dafür ist die optimale Integration der Biogasanlage in den landwirtschaftlichen Betrieb. Neben dem Aspekt der Stromerzeugung, der auf vielen konventionellen Betrieben allein im Vordergrund stand, mussten Ökobetriebe vielmehr schon immer weiter gehende Konzepte zur Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen und zur Nutzung der in der Biogasanlage anfallenden thermischen Energie entwickeln. Darüber hinaus war ein bedeutender Aspekt der Biogaserzeugung auf Ökobetrieben stets die Optimierung des betrieblichen Nährstoffmanagements und die Intensivierung der Nutzung betrieblicher Grünland- und Klee grasbestände.

Für Landwirte und Projektplaner ist die Frage entscheidend, welche Aspekte der Biogaserzeugung auf Ökobetrieben entscheidungsrelevant sind und nach welchen Konzepten Biogas auf den Betrieben erzeugt werden kann. Dafür ist die Analyse vorhandener Strukturen und Strategien im ökologischen Landbau notwendig.

---

<sup>1</sup> Universität Kassel – Fachgebiet Betriebswirtschaft, Steinstraße 19, 37213, Witzenhausen, Deutschland, [vanspach@uni-kassel.de](mailto:vanspach@uni-kassel.de), [www.uni-kassel.de/agrar/bwl/](http://www.uni-kassel.de/agrar/bwl/)

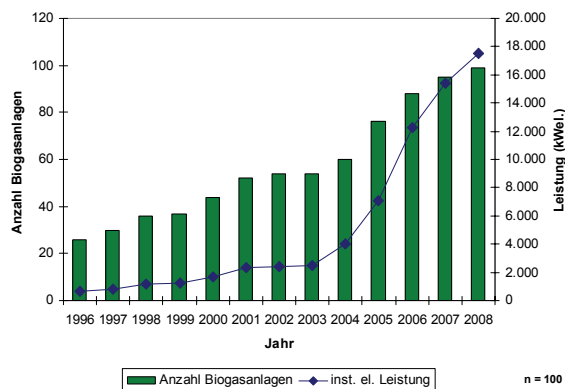
## Methoden

Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren auf dem letzten, Ende 2007 an der Universität Kassel-Witzenhausen durchgeführten Bio-Biogasmonitoring. Im Rahmen des Monitoring wird in regelmäßigen Abständen in Kooperation mit maßgeblichen deutschen Ökoverbänden eine Struktur- und Entwicklungsanalyse der Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau vorgenommen. Durch die Kooperation wird für alle verbandsgebundenen Ökobetriebe das Ziel einer Vollerhebung verfolgt. Das Bio-Biogasmonitoring ist als schriftliche Fragebogenuntersuchung mit telefonischer Nachfassaktion konzipiert. Inhaltlich werden drei wesentliche Fragenkomplexe bezüglich der Betriebsdaten zum landwirtschaftlichen Betrieb, der Betriebsdaten zur Biogasanlage und zur Substratzusammensetzung abgedeckt.

Insgesamt wurden 120 Ökobetriebe mit Biogasanlage kontaktiert. Die Rücklaufquote der Befragung betrug 83%. Im Rahmen des Bio-Biogasmonitoring kann demnach auf Daten von 100 Ökobetrieben mit Biogasanlage zurückgegriffen werden. Von diesen haben 89 eine Biogasanlage in Betrieb, 7 Biogasanlagen befanden sich im Bau und 4 waren stillgelegt.

## Ergebnisse und Diskussion

In der Biogaserzeugung sehen viele Landwirte einen Betriebszweig, der sich wirkungsvoll in die bestehende Betriebsorganisation integrieren lässt. Gerade Betriebe, die bereits langjährige Erfahrung mit der ökologischen Bewirtschaftung haben, wagen den Schritt zu einer weiteren Diversifizierung ihrer Betätigungsfelder und steigen in die Biogaserzeugung ein. Über 80% der Betriebe haben vor mehr als 10 Jahren auf Ökologischen Landbau umgestellt. Einige Betriebsleiter haben die Umstellung auf Ökolandbau mit der Investition in eine Biogasanlage verbunden, um in der Umstellungszeit auf, ihrer Meinung nach, hochwertige Düngemittel in Form von Gärresten zurückgreifen zu können.



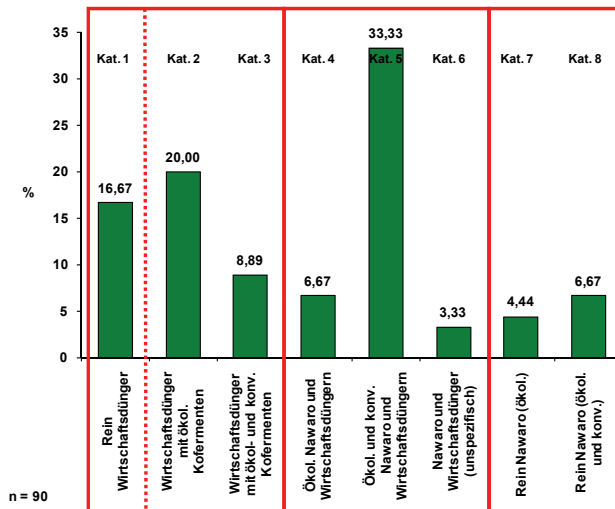
**Abbildung 1: Entwicklung des Bestandes und der elektrischen Leistung der Biogasanlagen im Ökolandbau in Deutschland (in Monitoring erfasste Anlagen)**

Insgesamt beträgt die Leistung der 100 im Monitoring erfassten Biogasanlagen rund 18 MW<sub>el.</sub> (vgl. Abb.1). Seit 2004 hat sich die Anzahl an Biogasanlagen fast verdoppelt, die installierte elektrische Leistung dagegen ist um den Faktor 6 gestiegen. Die durchschnittliche Leistung über alle Anlagen hinweg beträgt 177 kW<sub>el.</sub>. Berücksichtigt man nur Neuanlagen ab 2004, beträgt die durchschnittliche Leistung 334 kW<sub>el.</sub>. Hier

zeigt sich, dass auch Ökobetriebe versuchen, von niedrigeren spezifischen Investitionskosten mittlerer und großer Biogasanlagen zu profitieren.

Entsprechend den gestiegenen Anlagengrößen finden sich Biogasanlagen zunehmend auf mittleren und großen Ökobetrieben. Über die Hälfte der Betriebe bewirtschaftet eine landwirtschaftliche Nutzfläche über 100ha und davon rund 14% über 250ha. Kleine und mittlere Betriebe investieren ebenfalls, realisieren dabei aber entweder kleine Hofbiogasanlagen oder schließen sich in Kooperationen mit Nachbarbetrieben zusammen.

Ein wichtiger und im Rahmen des novellierten EEG (2009) zusätzlich geförderter Aspekt der Rentabilitätsverbesserung liegt in der weitgehenden Nutzung der entstehenden Wärmeenergie. Im Rahmen des Monitoring wurden erstmalig systematisch Daten für die Wärmenutzung auf Bio-Biogasanlagen erhoben. Bis auf zwei Betriebe war an allen untersuchten Biogasanlagen (n=74) eine Abwärmenutzung installiert oder wurde gerade eingerichtet. Nach Angaben der Betriebsleiter liegt der durchschnittliche Grad der Überschusswärmenutzung bei 54% (ohne Fermenterheizung). Dabei wird die Wärme bei kleinen Biogasanlagen bis 50 kW<sub>el.</sub> mit über 60% intensiver genutzt als bei großen Anlagen ab 500 kW<sub>el.</sub> mit einer durchschnittlichen Wärmenutzung von rund 43%. Die Analyse der Nutzungspfade zeigt, dass die Betriebe zum einen oft über betriebliche Weiterverarbeitungs- und Trockeneinrichtungen verfügen, zum anderen aber auch die Wärmenutzung zur Beheizung in betrieblichem Maßstab oder in externen Nahwärmenetzen üblich ist.



**Abbildung 2: Substratzusammensetzung für Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben**

Hinsichtlich der Substratzusammensetzung lassen sich drei unterschiedliche Fütterungsstrategien unterscheiden, die sich durch die Anteile an Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen in Frischmasse abgrenzen (vgl. Abb.2). Für vor allem kleine und mittlere Anlagen besteht die Substratbasis aus Wirtschaftsdüngern, die entweder ausschließlich oder in Kofermentation mit Energiepflanzen eingesetzt werden. Rund 46% der Betriebe haben mindestens 50% Wirtschaftsdünger in ihrem Substratmix (Kat.1-3). Rund 43% der Betriebe betreiben ihre Biogasanlage energiepflanzenbasiert, d.h. der Substratmix besteht aus mindestens 50% Energiepflanzen (Kat. 4-6). Rund



11% der Biogasanlagen werden ausschließlich mit Energiepflanzen ohne Kofermentation von Wirtschaftsdüngern betrieben (Kat. 7-8), diese Anlagen finden sich vor allem auf viehlosen Ökobetrieben. Der Zukauf von Substraten ist bei Ökobetrieben üblich. Rund die Hälfte der Betriebe kauft dabei konventionelle Substrate zu, vor allem Silomais. Bei einzelnen Biogasanlagen liegt der Anteil konventioneller Substrate am Substratmix über 50%. Hauptcharakteristikum der Biogasanlagen auf Ökobetrieben ist jedoch der intensive Einsatz von Klee- und Grünlandsilagen als Substrat, welche von über 60% der Betriebe genutzt werden. Der Anteil dieser Substrate liegt bei einzelnen Betrieben bei fast 100%. In der Regel setzen nur Betriebe mit einer Monovergärung von Wirtschaftsdüngern keine Klee- und Grünlandsilagen ein. Der durchschnittliche Substratmix in Frischmasse einer Bio-Biogasanlage besteht derzeit aus rund 54% Wirtschaftsdünger (inkl. Stroh und Silageabraum), 24% Klee- und Grünlandsilagen, 14% Maissilage, 4,5% Getreide-GPS, 1,5% Getreidekorn (inkl. Getreideausputz) und 2% sonstigen Substraten wie Sudangras, Hirse und Sonnenblumen. Die Substratbasis ist daher im Vergleich zu konventionellen Betrieben vielfältiger und wird weniger stark von der Entwicklung einzelner Agrarpreise beeinflusst.

Weitere wichtige Aspekte der Biogaserzeugung im Ökolandbau können unter den Begriff „Innerbetriebliche Leistungen“ zusammengefasst werden. Dabei wirkt sich die Verfügbarkeit eines hochwertigen Düngers in Form der Gärreste und die Möglichkeit zu neuen Düngemanagementstrategien besonders positiv hinsichtlich der Erträge aus. 60% der befragten Betriebsleiter berichteten von Ertragssteigerungen zwischen 10 und 30% seit Beginn der Gärrestdüngung, vor allem im Getreidebau und auf dem Grünland. Nur 13% der Betriebe stellten keine Ertragsveränderungen fest. Auch hinsichtlich der Qualität scheint sich die Gärrestdüngung positiv auszuwirken. 50% der Betriebe berichteten von besseren Qualitäten, vor allem höheren Proteingehalten im Getreide. Negative Veränderungen wurden von keinem befragten Landwirt berichtet.

### Schlussfolgerungen

Die Bedeutung der Biogaserzeugung auf Ökobetrieben hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen, besonders unter Betrieben, die bereits lange Erfahrung mit dem Ökolandbau haben. Dabei steht nicht allein die Stromproduktion im Vordergrund, vielmehr gibt es eine Vielzahl entscheidungsrelevanter Aspekte. Vor allem die wirtschaftlich sinnvolle Verwertung von Klee- und Grünlandbeständen und die Veredelung der betrieblichen Wirtschaftsdünger haben eine hohe Relevanz. Zudem sind Ökobetriebe vielfach in der Lage, die entstehenden Gärreste ertrags- und qualitätswirksam im Pflanzenbau einzusetzen. Zur wirtschaftlichen Stabilität der Biogasanlagen tragen darüber hinaus vor allem die Aspekte einer weitgehenden Wärmenutzung und der vorrangige Einsatz kosteneffektiver und preisstabiler Substrate bei.

### Literatur

Anspach V. & Möller D. (2008): Biogas and Organic Farming: Empirical evidence on production structure and economics in Germany. *In: Neuhoff, D. et al. (Eds.) Cultivating the future based on science. Volume 2 - Livestock, Socio-Economy and Cross Disciplinary Research in Organic Agriculture.* 604-607

## Kraftstoffverbrauch und Reduktionspotenziale

Moitzi, G.<sup>1</sup> und Boxberger, J.<sup>1</sup>

*Keywords: fuel consumption, fossil CO<sub>2</sub>-emission, fuel saving*

### Abstract

*Although Organic Farming has lower CO<sub>2</sub>-Emission than Conventional Farming, there is a further need to reduce the direct energy input especially in form of fossil fuel consumption. Burning of one liter fossil diesel in an engine emits 2.62 kg fossil CO<sub>2</sub>. Some selected measurements for increasing the fuel efficiency are presented and discussed. Soil tillage with mould plough is an energy intensive process. Alternative soil tillage systems without plough should be adapted for specific requirements in Organic Farming. The usage of bio fuel (pure plant oil in adapted engines) in Organic Farming should be more promoted.*

### Einleitung

Die ressourcenschonende Landbewirtschaftung war die zentrale Gründungsidee im ökologischen Landbau (Hess 2007). Durch den Verzicht auf synthetische Dünger- und Pflanzenschutzmittel wird der indirekte Energieaufwand deutlich gesenkt. Im Gegensatz dazu kann der direkte Energieaufwand in Form des Kraftstoffs in der ökologischen Feldbewirtschaftung um einiges höher liegen, da kraftstoffintensive Arbeitsgänge wie Pflügen, Stallmist- bzw. Kompostausbringung aber auch die mehrmaligen mechanischen Maßnahmen zur Beikrautregulierung eingesetzt werden.

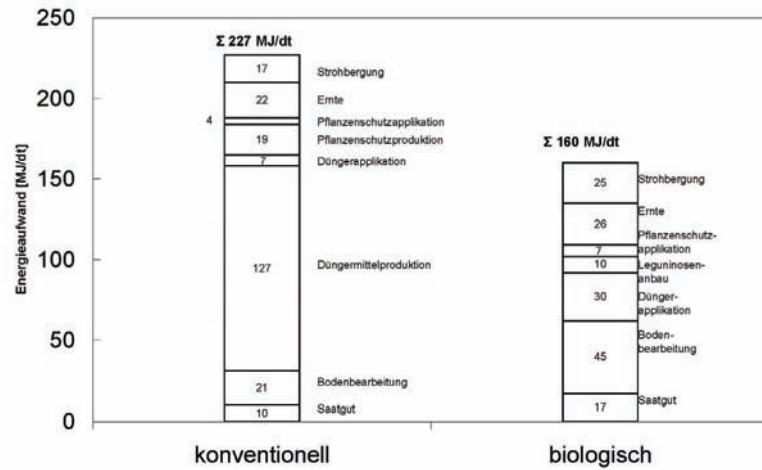
### Energieaufwand und CO<sub>2</sub>-Emissionen

Betrachtet man den gesamten Energieaufwand, also den direkten und indirekten Energieaufwand in der Pflanzenproduktion des ökologischen Landbaus im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft, so ist der Energieaufwand im ökologischen Landbau in Teilbereichen zwar höher (z. B. Bodenbearbeitung), jedoch liegt das Input-Output-Verhältnis bei den untersuchten Feldfrüchten durchgehend günstiger (z. B. Winterweizen konventionell 1:5,6; Ökolandbau 1:10,5 (Ramharter 1999).

Im Vergleich ist der Gesamtenergieaufwand bei Gerstenanbau in der konventionellen Landwirtschaft um 67 MJ/dt (42 %) über dem des Ökolandbaus. Während beim konventionellen Anbau im vorliegenden Beispiel (Gerste) 60 % des Energieaufwandes indirekte Energie und 40 % direkte Energieeinsatz ist, kehrt sich dies beim Ökolandbau um. Dort beträgt der Anteil des direkten Energieaufwandes 60 %. Dies zeigt, dass im Ökolandbau dem direkten Energieeinsatz besondere Bedeutung zukommt.

---

<sup>1</sup> Institut für Landtechnik im Department für Nachhaltige Agrarsysteme; Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82; A-1190 Wien, gerhard.moitzi@boku.ac.at



**Abbildung 1: Energieaufwand bei konventionellem und biologischem Gerstenanbau im pannonischen Klimaraum (Ramharter 1999)**

Um die Größenordnung der Kraftstoff bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen abzuschätzen zu können, wird von einem mittleren Kraftstoffverbrauch von 100 l/ha ausgegangen. Dies entspricht einer kraftstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emission von 0,262 t/ha/Jahr. Daraus ergibt sich für einen 50 ha Betrieb ein Jahresverbrauch von 5000 l. Das entspricht einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von über 13,1 t/Jahr.

**Tabelle 1: Basisdaten für Dieselkraftstoff mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (GEMIS 4.4)**

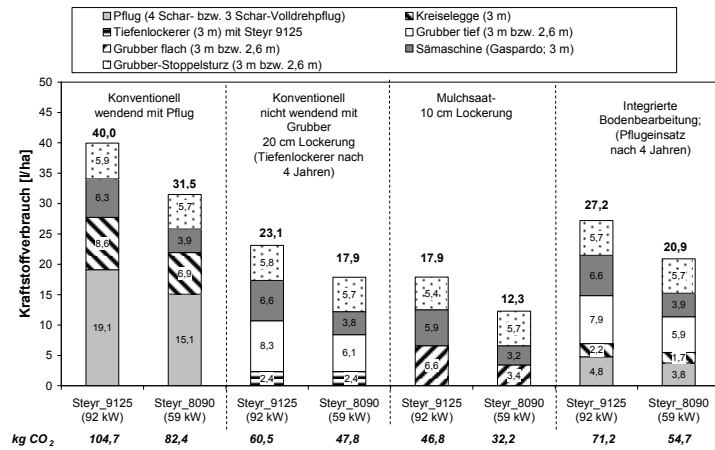
Heizwert [MJ/kg]	Dichte bei 20 °C [kg/l]	Fossile CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg CO <sub>2</sub> /kg Diesel]	Fossile CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg CO <sub>2</sub> /l Diesel]
42,4	0,83	3,153	2,617

Wesentliche Ursache für die hohen Emissionen ist der ungünstige Wirkungsgrad der Traktoren und selbst fahrenden Erntemaschinen. Bezogen auf die im Dieselkraftstoff chemisch gebundene Energie beträgt der Wirkungsgrad bei schwerer Bodenbearbeitung 20 % und weniger. Der Gesamtwirkungsgrad setzt sich dabei zusammen aus dem Motorwirkungsgrad, dem Getriebewirkungsgrad und dem Laufwerkwirkungsgrad. Bezogen auf einen realen Verbrauch von 20 l/ha für einen Bodenbearbeitungsgang bedeutet dies, dass allein fast 13 l/ha des Kraftstoffes als Wärme an die Umwelt abgegeben werden. Wenn die Getriebe- und Laufwerksverluste abgezogen sind, verbleibt für die Zugenergie die Energie aus 4 l Kraftstoff/ha. Bei der Suche nach Reduktionspotenzialen bedeutet dies, dass Verbesserungsmaßnahmen nicht nur beim Motor, sondern auch beim Getriebe und bei den Laufwerken analysiert werden müssen.

**Ausgewählte Reduktionspotenziale**

Kraftstoffsparen ist eine aktive bewusste Handlungsmaßnahme, die in der Außenwirtschaft enorme Potenziale aufweist. Wartungsmaßnahmen am Motor (Kühlerreinigung, Luftfiltererneuerung, Ventilspieleinstellung, etc.) können den Kraftstoffverbrauch bis zu 15 % senken. Auch der Betrieb des Motors im verbrauchsoptimalen Betriebspunkt (bei ca. 70 % der Nenndrehzahl und Nennleistung) ist ein weiterer Minimierungsansatz. Bei der Eigenmechanisierung ist

zu achten, dass der Traktor eine angepasste Motorleistung aufweist. Jede zusätzliche kW-Leistung kann sich im Betrieb als Luxuskonsum erweisen. Für die Kalkulationen kann man von einem mittleren spezifischen Kraftstoffverbrauch von 0,33 l/kWh ausgehen (ÖKL 2008). Ein wichtiges Auswahlkriterium bei der Neuanschaffung eines Traktors sollte daher der spezifische Kraftstoffverbrauch sein. Nach Holz (2006) sind Traktoren mit einem spezifischen Kraftstoffverbrauch (Durchschnitt von 6 Messpunkten auf der Abregelkurve) von 270 bis 295 g/kWh als sehr gut und mit 296 bis 319 g/kWh mit gut zu bewerten. Der Reifen/Bodenpaarung kommt insofern eine große Bedeutung zu, als der Schlupf bei großen Zugkräften zu verringerten Flächenleistungen und somit zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch pro Hektar führt. Untersuchungen zeigten, dass durch den Allradantrieb beim Grubbern der Schlupf von 15 % auf 5 % reduziert werden kann, was eine Kraftstoffeinsparung von ca. 2 l Diesel/ha bewirkte. Mit der Wahl der Bereifung, einem angepassten Reifennendruck und das Befahren auf tragfähigen Böden können Schlupf und somit auch Bodenschädigungen (durch Abscherung bzw. Verdichtung) gemindert werden. Gerade ein unsachgemäßer Maschineneinsatz kann zu verfahrensbedingten Spurrillen und Bodenverdichtungen führen, die einen erhöhten Dieselaufwand bei nachfolgenden Verfahrensschritten verursachen. Die Bodenbearbeitung stellt eine energieintensive Maßnahme dar. Pro 1 cm Bearbeitungstiefe müssen ca. 100 m<sup>3</sup> bzw. 150 t Boden/ha bewegt werden. Je nach Bodenart nimmt beim Pflügen der Kraftstoffverbrauch pro Zentimeter Arbeitstiefe zwischen 0,5 und 1,5 l/ha zu. Untersuchungen aus Kanada (McLaughlin et al. 2002) haben nachgewiesen, dass eine mehrjährige organische Düngung mit Stallmist bzw. Rottemist im Vergleich zur mineralischen Düngung den Zugkraftbedarf beim Pflügen um bis zu 38 % verringerte. Angesichts der Tatsache, dass in einem Ackerboden eine Masse an Bodenfauna von ca. 5t/ha (entspricht ca. 9 Großvieheinheiten!!) vorhanden ist, kommt der Vermeidung von Bodenverdichtungen für die „biologische Bodenlockerung“ eine enorme Bedeutung zu. Als einfachen Indikator für den Energieaufwand im Ackerbau dient der Gesamtkraftstoffverbrauch in Liter pro Hektar. Je nach Bodenbearbeitungssystem kann dieser mittlere Wert zwischen 50 und 100 l/ha schwanken. Konservierende Bodenbearbeitungssysteme haben neben der Kraftstoffeinsparung auch konservierende Effekte auf die Bodenstruktur und den Bodenwasserhaushalt. Gerade im Trockenstandort gewinnt die konservierende Bodenbearbeitung zunehmend an Bedeutung. Durch Änderung des Bodenbearbeitungssystems – insbesondere der Verzicht auf den Pflug – können Kraftstoffeinsparungen bis 50 % realisiert werden (Abbildung 2). Obwohl die Flächenleistungen für die einzelnen Arbeitsgänge zwischen den beiden Traktoren sich nicht wesentlich unterschieden haben, konnte bei der Bewirtschaftung mit dem 59 kW-Traktor eine Kraftstoffeinsparung zwischen 20 und 56 % gegenüber dem 92 kW Traktor gemessen werden. Ein Grund ist, dass bei hoher Motorauslastung der mittlere Kraftstoffverbrauch von ca. 21 l/h beim 92 kW-Traktor auf 14 l/h beim 59 kW-Traktor abnimmt. Andererseits dürfte der höhere spezifische Kraftstoffverbrauch in l/kWh im suboptimalen Motorbetriebspunkt durch den geringeren Leistungsbedarf bei einzelnen Arbeitsgängen (z.B. Grubbern 10 cm) für Mehrverbrauch beim 92 kW-Traktor verantwortlich sein.



**Abbildung 2: Gemessener Kraftstoffverbrauch und kraftstoffbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen und bei unterschiedlicher Mechanisierung im pannonischen Klimaraum (Versuchswirtschaft der BOKU in Groß Enzersdorf, Tschernosem; schluffiger Lehm)**

Wird der Pflugeinsatz stark reduziert (integriertes Bodenbearbeitungssystem) oder eliminiert, dann sinkt der Kraftstoffverbrauch um 13 bis 22 l/ha. Die pfluglose Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau kann je nach Standort gerade hinsichtlich der Beikrautregulierung nicht immer problemlos eingeführt werden.

### Schlussfolgerung

Der ökologische Landbau unterscheidet sich in seinen CO<sub>2</sub>-Emissionen von der konventionellen Landwirtschaft und hat auch trotz geringerer Emissionen eine Verpflichtung zur weiteren Absenkung des direkten Energieeinsatzes. Neben der Steigerung der Kraftstoffeffizienz über kurzfristige und langfristige Maßnahmen ist der Einsatz von Pflanzenölkraftstoffen eine überlegenswerte Option für die Substitution des fossilen Dieselmotorkraftstoffs.

### Literatur

- Hess, J. (2007): Vortrag auf der IFÖL-Tagung „Leistungen und Aufgaben der Ökologischen Landwirtschaft für die Zukunft“ im Museumsquartier Wien am 23. 11. 2007
- Holz, W. (2006): Kraftstoffverbrauch und Leistungen von Ackerschleppern II. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft (RKL), Rendsburg
- McLaughlin et al. (2002): Effect of organic and inorganic soil nitrogen amendments on mouldboard plow draft. Soil & Tillage Research, Volume 64, Issues 3-4, Pages 211 – 219
- ÖKL (2008): Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung: ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2008
- Ramharter, R. (1999): Energiebilanzierung ausgewählter Feldfrüchte des biologischen und konventionellen Landbaus im pannonischen Klimaraum. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien

## Energiepflanzenanbau für die Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau

Graß, R., Stülpnagel, R., Kuschnerreit, S. und Wachendorf, M.<sup>1</sup>

*Keywords: energy crops, cropping systems, methane yield*

### Abstract

*The interest in the cultivation of energy plants for the biogas production is increasing in organic agriculture. But this cropping has to be designed according to the principles of organic farming and sustainable agriculture. Therefore in the research project ÖKOVERS different energy crops as a part of a standard crop rotation are compared in two different cropping systems. Cropping system 1 is a double cropping system with a mixture of grass/clover harvested in spring as first crop and a following second crop like sunflowers, maize, sorghum, amaranth, buckwheat and others. The second system is a mixture of grass/clover with several cuts during one year. The highest yield was obtained with the mixture of grass/clover in the second system with 18,5 t ha<sup>-1</sup>. Also the highest methane yield with 5100 Nm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> was achieved with the grass/clover mixture. The different summer crops after grass/clover mixture were affected by drought during the summer and early frost in autumn. Hence the mixture of grass/clover was a good alternative to maize. These results will be checked in further researches.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im Ökologischen Landbau wächst das Interesse an der regenerativen Energie Biogas und damit am Energiepflanzenanbau. Dabei wird das Thema kontrovers diskutiert. Es wird z.B. befürchtet, dass sich der Energiepflanzenanbau hauptsächlich auf den Maisanbau beschränkt und damit verbundene negative ökologische und anbautechnische Aspekte im Ökologischen Landbau Einzug halten. Ferner wird kritisiert, dass durch den Energiepflanzenanbau Nahrungs- und Futterpflanzen verdrängt und die Fruchtfolgen verengt werden könnten. Zugleich bietet die Nutzung der Biogastechnik gute Möglichkeiten, den Pflanzenbau im Ökologischen Landbau durch verbessertes Nährstoffmanagement zu optimieren. Ferner können Aufwüchse, die sonst schwierig zu verwerten sind (z.B. Klee gras in Schweine bzw. Geflügel haltenden oder Marktfruchtbetrieben), sinnvoll und effektiv genutzt werden (Graß 2008). Daher muss der Energiepflanzenanbau möglichst ohne die befürchteten negativen Aspekte gestaltet werden und dazu beitragen, Fruchtfolgen zu optimieren und standortgerecht weiterzuentwickeln. Dafür ist es notwendig, innovative Anbausysteme zu entwickeln, alternative Pflanzen zu Mais zu erforschen und Maßnahmen wie den Mischfruchtanbau zu fördern.

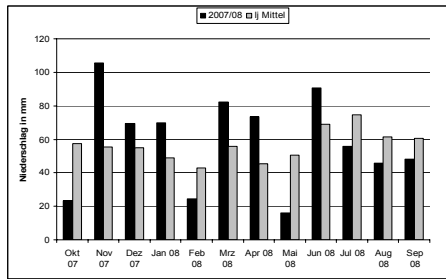
Mit dem Projekt „ÖKOVERS“, das von der Universität Kassel-Witzenhausen im Rahmen des Projektes EVA 2008 koordiniert wird, soll die Einbindung eines Energiepflanzenanbaus in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus unter besonderer Beachtung der genannten Aspekte und der Ertragsbildung an fünf verschiedenen Standorten in Deutschland über drei Jahre untersucht werden. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse vom Standort Neu-Eichenberg bei Witzenhausen in Nordhessen präsentiert.

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, FG Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, Deutschland, grass@wiz.uni-kassel.de, www.agrar.uni-kassel.de/pfb/

**Methoden**

Bei diesem Standort handelt es sich um eine Löß-Parabraunerde. Der langjährige Temperaturdurchschnitt liegt bei 8,3 °C, im Untersuchungszeitraum war die Jahrestemperatur um 0,7 °C höher. Die Niederschlagsdaten sind in Abb. 1 aufgeführt.



**Abb. 1: Niederschlagsmengen im Untersuchungszeitraum 2007/2008 und langjährige Durchschnittswerte, Neu-Eichenberg.**

In diesem Beitrag werden Ergebnisse des ersten Versuchsjahres 2007/2008 vorgestellt. Es werden zwei verschiedene Fruchtfolgeausschnitte untersucht. Bei Variante 1 wird ein im Herbst etabliertes Klee gras Ende Mai geerntet und umgebrochen. Anschließend werden verschiedene Pflanzenarten nach dem Prinzip der Zweikulturnutzung (Graß und Scheffer 2005) angebaut (Abb. 1). Die Klee grasernte erfolgte am 26.05.08, die Zweitkulturen wurden am 05.06.08 gesät.

2007	2008			2009			2010	
Herbst	Frühj.	Sommer	Herbst	Frühj.	Sommer	Herbst	Frühj.	Sommer
1) Klee/Gras-G. zu Biogas Gärrest zu 1)	M, SB, M/SB, SH, Mstk., Bu., Amar. +/- Gärrest <sub>fest, flüssig</sub>			Winterweizen +/- Gärrest <sub>flüssig</sub>			Senf + Gärrest <sub>fest</sub>	
2) Klee/Gras-Gemenge mehrschnittig → Biogas → Gärrest zu 2), 1) und/oder Ökobetrieb					M, SB, M/SB, SH, Mstk., Bu., Amar. +/- Gärrest <sub>flüssig</sub>		Winterweizen	

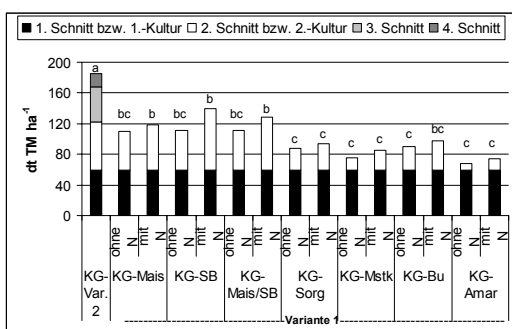
**Abb. 2: Übersicht Varianten 1 und 2 Versuch ÖKOVERS** (M = Mais, SB = Sonnenblume, M/SB = Mais/Sonnenblumen-Gemenge in alternierenden Reihen, SH = Sorghum-Hybride, Mstk. = Markstammkohl, Bu. = Buchweizen, Amar. = Amarant)

Bei Variante 2 wird das Klee gras 2-jährig angebaut und mehrmals beerntet. In 2008 wurden vier Schnitte durchgeführt (Ende Mai, Mitte Juli, Ende August und Mitte Oktober). Die ersten drei Schnitte erfolgten jeweils zwischen den BBCH-Stadien 61-64, der vierte Schnitt im Stadium 31 und diente als Schröpschnitt vor Winter. Bei dieser Variante folgen die Zweitkulturen im zweiten Jahr nach dem 1. Schnitt und Klee grasumbruch. Zur Auswirkung des Energiepflanzenanbaus auf eine Folgefrucht wird nach den Zweitkulturen im Herbst Winterweizen angebaut (Abb. 2).

Die Düngung der Zweitkulturen erfolgt mit Gärresten, die in feste und flüssige Phasen separiert werden. Die feste Phase wird vor der Saat gedüngt und eingearbeitet, die flüssige ca. 6 Wochen nach der Saat in den Bestand ausgebracht. In 2008 wurden mit den festen Gärresten zu allen Kulturen  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$  gedüngt; flüssig wurden zu Amaranth, Buchweizen und Markstammkohl  $55 \text{ kg N ha}^{-1}$  und zu den anderen Kulturen  $105 \text{ kg N ha}^{-1}$  ausgebracht. Im vorliegenden Beitrag werden aufgrund der späten Ernte der Sommerungen nur die Erträge des Kleeegrases und der Sommerungen sowie die anhand von Faustzahlen (Lfl., 2008) abgeschätzten Gaserträge dargestellt. Für einige Kulturen liegen keine Faustzahlen vor, hier muss auf die Analysen gewartet werden, die zum derzeitigen Zeitpunkt nicht abgeschlossen sind. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.1.

## Ergebnisse und Diskussion

Sehr frühe Fröste führten zu vorgezogener Ernte Ende September bei Mais, Sorghum, Mais/Sonnenblumen-Gemenge und Amaranth. Dies spiegelt sich in geringen TM-Gehalten (Tab. 1), die für eine gute Silagebereitung deutlich zu gering sind, und auch in den geringen Erträgen wieder (Abb. 3). Der Buchweizen wurde aufgrund vorangeschrittener Entwicklung bereits Mitte September geerntet. Die Ernte der anderen Kulturen erfolgte Mitte Oktober. Die Sonnenblumen erzielten die höchsten Erträge auf insgesamt niedrigem Niveau. Die anderen Kulturen erreichten z.T. nur sehr geringe Erträge. Insgesamt führten die teilweise deutlich geringeren Niederschlagsmengen als im langjährigen Mittel (Abb. 1) zu sichtbarem Trockenstress bei allen Zweitkulturen. Im Juni fielen zwar mehr Niederschläge, allerdings waren diese auf drei Ereignisse mit Starkregen begrenzt. Das Klee gras konnte mit seinem ausgeprägten Wurzelwerk die Wasserreserven des Bodens besser erschließen und den höchsten Flächen- und Methanertrag erzielen (Abb. 3, Tab. 1).



**Abb. 3: TM-Erträge von Klee gras (KG), Mais, Sonnenblumen (SB), Sorghum (Sorgh), Markstammkohl (Mstk), Buchweizen (Bu) und Amaranth (Amar) der beiden Varianten und mit bzw. ohne N-Düngung** (unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten,  $p=0,05$ ).

Damit werden die Notwendigkeit einer ausreichenden Wasserversorgung für das Zweikultur-Nutzungssystem (Graß und Scheffer 2005) und die Bedingung, Anbausysteme standortgerecht zu konzipieren (Hrbek et al. 2007), bestätigt. Aufgrund des weiten C:N-Verhältnisses von 40:1 des festen Gärrestes wurde vermutlich der nach dem lediglich überjährigen Klee grasanbau ohnehin nur in geringen Mengen im Boden vorliegende pflanzenverfügbare Stickstoff weitgehend festgelegt und konnte von den Pflanzen nicht aufgenommen werden. Durch diese verschiedenen Faktoren



waren für die Pflanzen sehr schlechte Wachstumsbedingungen vorhanden, die auch durch die hohen N-Gaben mit den flüssigen Gärresten nicht kompensiert werden konnten.

**Tab. 1: TM-Gehalte und errechnete Biogaserträge**

Energiepflanze	TM-Gehalte in %	Methanertrag (gesamt) in Nm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
Kleegras, 4 Schnitte (Variante 2)	18,3; 18,8; 16,7; 15,0	5.134
Kleegras-Mais (gedüngt)	18,3; 16,5	3.343
Kleegras-Sonnenblumen (gedüngt)	18,3; 15,3	3.669
Kleegras-Mais/SB (gedüngt)	18,3; 16,7	3.537
Kleegras-Sorghum (gedüngt)	18,3; 15,4	2.551
Kleegras-Markstammkohl (gedüngt)	18,3; 16,5	*
Kleegras-Buchweizen (gedüngt)	18,3; 26,7	*
Kleegras-Amarant (gedüngt)	18,3; 20,9	*

ungedüngte Varianten nicht dargestellt – TM-Gehalte auf nahezu gleichem Niveau; \*Für Markstammkohl, Buchweizen und Amarant liegen keine Faustzahlen vor;

### Schlussfolgerungen

In 2007/2008 konnte mit Kleegras neben dem höchsten Flächen- auch der höchste Biogasertrag erzielt werden. Damit war unter den schwierigen Wachstumsbedingungen in 2008 das Kleegras den anderen Energiepflanzen z.T. deutlich überlegen und stellte damit eine sehr gute Alternative v.a. zum Maisanbau dar. Die Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der extremen Witterungsbedingungen in 2008 (Trockenheit und Frühfrost) zu interpretieren. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Pflanzenarten unter geeigneteren Anbaubedingungen entwickeln.

### Danksagung

Das Projekt mit dem Akronym **EVA** wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über den Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. gefördert.

### Literatur

- EVA (2008): Verbundprojekt „Energiepflanzenanbau zur Biogasgewinnung“ [www.tll.de/vbp/vbp\\_idx.htm](http://www.tll.de/vbp/vbp_idx.htm)
- Graß R (2008): Energie aus Biomasse im Ökolandbau – Weiterentwicklung oder Konventionalisierung der Ökobetriebe? Kritischer Agrarbericht 2008: 95-99.
- Graß, R., Scheffer, K. (2005): Alternative Anbaumethoden: „Das Zweikulturnutzungssystem“. Natur und Landschaft 9/10: 435-439.
- Hrbek R., Freyer B., Amon, T., Friedel J.K. (2007): Nachhaltige Fruchtfolgesysteme für den biologischen Energiepflanzenanbau in Österreich. In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim: 425-428.
- LfL, 2008: [www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/](http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/)

## Ertragsbildung von unterschiedlichen Kulturarten für die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau

Lyson, D. F.<sup>1</sup>, Rinnofner, T.<sup>1</sup>, Hrbek, R.<sup>1</sup>, Leonhartsberger, C.<sup>2</sup>, Amon, T.<sup>2</sup>, Friedel, J.K.<sup>1</sup>

*Keywords: energy crops, biogas production, biogas slurry, biomass production*

### Abstract

Energy crops for biogas production need to be integrated into sustainable and site adapted crop rotation systems, minimising the competition with food production. Luzerne/clover (-grass), sun flower, maize, green-rye + maize and vetch-rye + maize were compared at two sites in Austria with semi-arid (Raasdorf) and humid (Lambach) conditions with and without biogas slurry application. The yield of legumes and fertilised non-legumes at the humid site were 9 % to 56 % higher than at the semi-arid site. The 2-crop system maize following vetch-rye achieved the highest yields at both sites. Slurry from the biogas plant increased the yield only at the humid site.

### Einleitung und Zielsetzung

Der Methanhektarertrag wird v.a. von Biomasseertrag, Erntezeitpunkt, Düngung und Standorteigenschaften beeinflusst (Leonhartsberger et al., 2008). Gleichzeitig sind standortgerechte Fruchtfolgen die Basis für eine hohe Bodenproduktivität (Karpenstein-Marchan, 2005). Dieser Versuch prüft an zwei Standorten für den ökologischen Landbau besonders geeignete Kulturarten(folgen) hinsichtlich Trockenmassebildung unter Einsatz von Biogasgülle als organischem Dünger.

### Methoden

Die Versuche fanden in Raasdorf, NÖ (9,8°C; 546 mm; Schwarzerde) und Lambach, OÖ (8,4°C; 840 mm; pseudovergleyte Braunerde) statt. Folgende Kulturarten(folgen) wurden in 4-facher Wiederholung im Jahr 2007 untersucht: Luzerne (L) (Raasdorf) bzw. Rotklee (RK) (Lambach); Luzernegras (LG) (35 % Grasanteil, Raasdorf) bzw. Rotklee (RKG) (50 % Grasanteil, Lambach); Mais nach Winterbegrünung (M); Sonnenblume nach Winterbegrünung (SB), Mais nach Grünroggen (GR+M); Mais nach Wickroggen (WR+M). 2 Düngungsstufen (Biogasgülle) wurden überprüft: 0 kg N/ha und Obergrenze nach ÖPUL-Richtlinie (von je nach Kultur 20 bis 140 kg N / ha); Ausbringung auf Versuchspartellen von Hand. Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Tukey-Test, ( $P < 0,05$ ) wurde durchgeführt.

### Ergebnisse und Diskussion

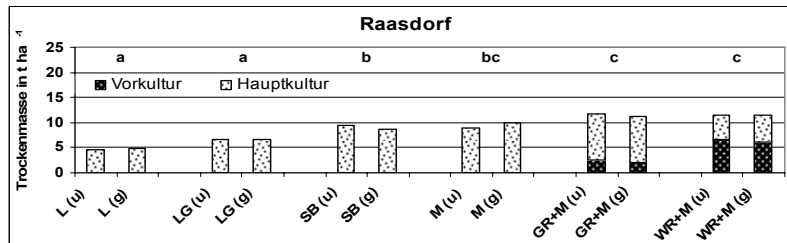
In Raasdorf wurden von den untersuchten Kulturarten(folgen) Biomasseerträge zwischen 4,6 und 11,6 t TM ha<sup>-1</sup> gemessen (Abb. 1). Bei Luzerne und beim Luzernegrasgemenge, die die niedrigsten Erträge verzeichneten, konnten 2 Aufwüchse geerntet werden, wobei aufgrund der Trockenheit der 2. Aufwuchs marginal ausfiel. Die beiden 2-Kultursysteme - Mais nach Grünroggen sowie Mais

---

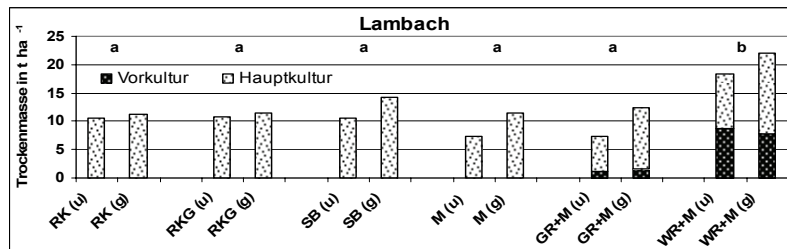
<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien, debora.lyson@boku.ac.at, www.boku.ac.at

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien, thomas.amon@boku.ac.at

nach Wickroggen - erzielten die höchsten Erträge. Mais als Hauptkultur erzielte einen nicht signifikant geringeren Biomasseertrag im Vergleich zu den 2-Kultursystemen. Die vergleichsweise geringen Niederschläge am Standort Raasdorf im Versuchsjahr 2007 (173,8 mm April-Juli) begrenzten die Erträge und verhinderten offensichtlich einen ertragssteigernden Effekt der Düngung mit Biogasgülle. Am Standort Lambach fielen die Erträge der Leguminosen und der gedüngten Nicht-Leguminosen deutlich höher aus als in Raasdorf (Abb. 1). Durch den Einsatz von Biogasgülle wurden signifikant höhere Erträge erzielt. Mais nach Wickroggen war auch auf diesem Standort die ertragreichste Kulturarten(folge). Alle anderen Kulturarten unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Es gab keine signifikante Interaktion zwischen Düngung und Kulturartenfolge. Die Methanerträge werden noch ermittelt. Der Standort v.a. die Niederschlagsmenge war entscheidend für den Biomasseertrag und Düngungseffekt. Das 2-Kultursystem Wickroggen + Mais war am beiden Standorten am ertragsreichsten.



Düngungseffekt nicht sign.



Düngungseffekt signifikant u: ungedüngt; g: gedüngt; gleiche Buchstaben: kein sign. Unterschied der Kulturen ( $P < 0,05$ ).

**Abb. 1: Biomasseerträge an den Standort Raasdorf und Lambach**

## Literatur

- Karpenstein-Machan M. (2005): Energiepflanzenbau für Biogasbetreiber. DGL-Verlag, Frankfurt am Main. ISBN 3-7690-0651-8.
- Leonhartsberger C., Bauer A., Lyson D., Bodiroza V., Milanovic D., Amon B., Rinnofner T., Friedel J.K., Amon T. (2008) Optimisation of biogas production through the cultivation of site-adapted energy crops and sustainable crop rotation systems. In: ETA Renewable Energies und WIP Renewable Energies, Publikation ist im Druck, 16th European Biomass Conference & Exhibition, 02 – 06 Juni 2008, Valencia.



# Umwelt- und Naturschutz

## Umweltwirkung von Bio-Betrieben: Ursachen und Optimierungsmöglichkeiten

Alig, M.<sup>1</sup> und Baumgartner, D.U.<sup>1</sup>

*Keywords: milk production, energy demand, eutrophication, life cycle assessment*

### Abstract

*Agriculture has manifold impacts on the environment and plays an important role in the environmental impacts of food chains. Previous studies have shown that organic farming can reduce these environmental impacts. But also within organic farms there is a high variability in their impacts on the environment. In our case study with five organic dairy farms, the farm with the highest energy demand used over 2.5 times more energy than the farm with the lowest energy demand. This indicates that further optimisations are possible. Therefore, the farmer is an important factor. The efficient use of his own resources together with an adept combination of different branches can contribute to the ecological optimisation of his farm. But for every farm and every environmental impact, different means of productions play a crucial role. For a long-term reduction of the environmental impacts of a farm a holistic, individual and detailed analysis considering all impacts of the life cycle is essential.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Landwirtschaft wirkt in vielfältiger Weise auf unsere Umwelt ein und trägt in bedeutendem Masse zur Umweltwirkung von Nahrungsmitteln bei. Frühere Studien haben gezeigt, dass durch die Umstellung auf biologischen Landbau bedeutende Verminderungen der Umweltbelastungen möglich sind. Genau so viel können jedoch auch Optimierungsmassnahmen innerhalb einer bestimmten Landbauform bewirken (Nemecek et al. 2005). Dabei hat der Landwirt mit seiner Betriebsführung einen entscheidenden Einfluss. In der folgenden Studie wird anhand fünf Schweizer Bio-Milchbetrieben analysiert, welche Produktionsmittel zur Umweltwirkung eines Betriebes massgebend beitragen und wie sowohl gute als auch schlechte Resultate zu Stande kommen. Dabei wird auch die Produktivität des Betriebs in die Analyse miteinbezogen. So sollen Grundlagen geschaffen werden, um die Umweltwirkungen von Bio-Betrieben gezielt verbessern zu können.

### Methoden

Die Produktionsdaten der betrachteten Betriebe stammen aus dem Projekt „Zentrale Auswertung von einzelbetrieblichen Ökobilanzen“ (ZA-ÖB), in welchem rund 150 Landwirte während drei Jahren (2006-2008) ihre detaillierten Produktionsdaten erfassen. Jedes Jahr wird daraus für alle teilnehmenden Betriebe eine Ökobilanz nach der von Agroscope Reckenholz-Tänikon entwickelten Methode SALCA (Gaillard et al. 2008) berechnet. Unter den 200 Betrieben sind 11 Bio-Betriebe, den grössten Anteil davon stellen die Milchbetriebe (5 Betriebe). Im Folgenden werden anhand der 2006er-Daten dieser 5 Bio-Milchbetriebe exemplarisch zwei für die Landwirtschaft sehr wichtige Umweltwirkungen, der Energiebedarf und das Eutrophierungspotential, analysiert. Der Energiebedarf wurde anhand aller auf dem Betrieb und in den Vorketten eingesetzten nicht erneuerbaren Energieträgern bestimmt. Das

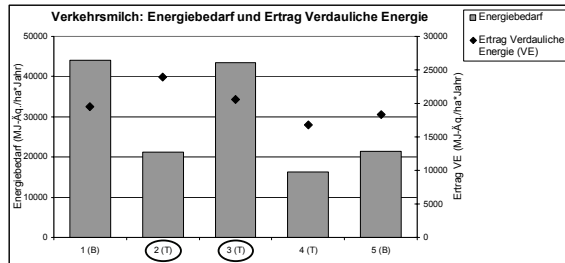
---

<sup>1</sup> Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz, [martina.alig@art.admin.ch](mailto:martina.alig@art.admin.ch), [www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch)

Eutrophierungspotential berücksichtigt die Elemente Stickstoff und Phosphor und drückt aus, wie viele Nährstoffe in sensible Ökosysteme gelangen können, wo sie schädlich wirken (z.B. Grundwasser, naturnahe Standorte oder Wald) (Hauschild und Wenzel 1998). Angesichts der unterschiedlichen Produkte der Betriebe wurde als Bezugsgrösse ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) pro Jahr gewählt. Von den betrachteten Betrieben befinden sich 2 in der Bergregion (Nr. 1 und 5), die anderen liegen im Talgebiet.

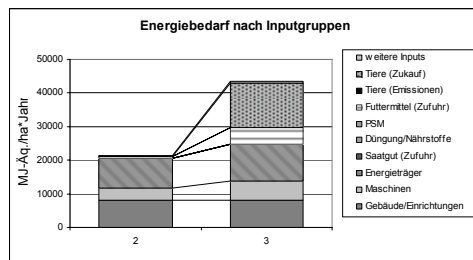
**Resultate**

In den Resultaten der einzelnen Betriebe gibt es eine sehr grosse Variabilität. Der Betrieb mit dem höchsten Energiebedarf (Nr. 1) verbraucht pro Hektare über 2.5 Mal mehr Energie als derjenige mit dem tiefsten Energiebedarf (Nr. 4) (Abb. 1).



**Abbildung 1: Energiebedarf von 5 Schweizer Bio-Verkehrsmilchbetrieben (T: Betrieb in Talregion, B: Betrieb in Bergregion)**

Zwischen eingesetzter fossiler Energie und insgesamt (mit allen Produkten, welche den Hof verlassen, z.B. Milch, Getreide etc.) produzierter verdaulicher Energie (= die für den Menschen verwertbare Energie; VE) ist kein Zusammenhang zu erkennen (Abb. 1). So hat Betrieb 1 von den betrachteten Betrieben den höchsten Energiebedarf, produziert aber nur eine mittlere Menge an verdaulicher Energie. Um die Ursachen dieser fehlenden Korrelation zu finden, vergleichen wir im Folgenden die Talbetriebe 2 (höchste Produktion an verdaulicher Energie bei vergleichsweise niedrigem Energiebedarf) und 3 (höchster Energiebedarf der Talbetriebe) (Abb. 2).



**Abbildung 2: Energiebedarf nach Inputgruppen**

Die Ursachen des hohen Energiebedarfs von Betrieb 3 liegen im grossen Tierzukauf, dem Zukauf von Futtermitteln sowie einem hohen Maschinenbestand und damit einhergehend einem hohen Bedarf an Energieträgern (Diesel, Strom). Bei Betrieb 2 tragen nur die Gebäude, die eingesetzten Energieträger und die Maschinen zum Energiebedarf bei, Futtermittel und Tiere kauft dieser Betrieb keine zu.

Auch beim Eutrophierungspotential hat Betrieb 3 eine höhere Umweltwirkung als Betrieb 1 (Abb. 3). Hauptgrund ist auch hier der hohe Tierzukauf. Daneben hat Betrieb 3 durch einen Laufstall leicht höhere direkte Emissionen aus der Tierhaltung. Auch die zugekauften Futtermittel tragen zur Eutrophierung bei. Die Beiträge aus der Düngung sind bei beiden Betrieben ähnlich gross.

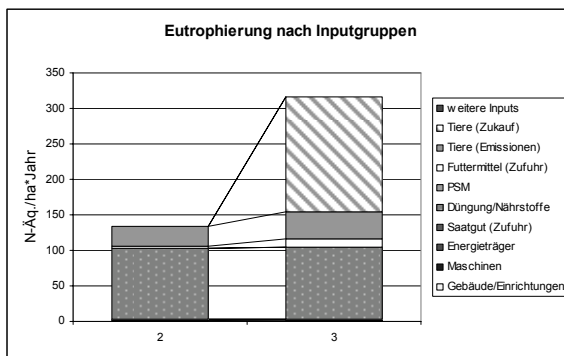


Abbildung 3: Eutrophierung nach Inputgruppen

### Diskussion

Je nach Umweltwirkung sind unterschiedliche Produktionsmittel von Bedeutung. Beim Energiebedarf sind es die eingesetzten Energieträger, die zugekauften Futtermittel, die Gebäude und Maschinen sowie der Zukauf von Tieren. Beim Eutrophierungspotential sind insbesondere die Düngung und die Tieremissionen wichtig. Je nach Betrieb können auch die zugekauften Futtermittel und Tiere eine Rolle spielen.

Die Unterschiede im Energiebedarf kommen vor allem aus den Produktionsmitteln Maschinen, Energieträger, Futtermittel- und Tierzukaufe. Da die Resultate pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) ausgedrückt werden, könnte es sein, dass bei gleichem Input eine geringere LN zu im Vergleich höheren Resultaten führt. Dies ist bei den betrachteten Betrieben jedoch nicht der Fall. Im Gegenteil, Betrieb 3 hat eine um 60% grössere LN als Betrieb 2 (20 vs. 12.5 ha), trotzdem hat er pro Hektare einen höheren Maschinenbestand als Betrieb 2. Dies ist umso bemerkenswerter, als dass Betrieb 3 nur Grasland hat, Betrieb 2 hingegen auch noch Ackerbau betreibt und demzufolge eigentlich mehr Maschinen braucht.

In den Futtermittel- und Tierzukaufen steckt die Energie, welche für ihre Produktion und für den Transport zum Hof gebraucht wurde. Wenn ein Landwirt seine Futtermittel selbst produziert, verteilen sich diese Aufwendungen auf verschiedene Produktionsmittel (Maschinen, Energieträger, Düngung etc.), wobei die für den Transport zum Hof nötige Energie entfällt. Dies ist bei Betrieb 2 der Fall. Dieser Betrieb hat eine sehr extensive Produktion (wenig Maschinen, kl. Dieserverbrauch, geringe Milchleistung) und kauft keine externen Produktionsmittel zu. Dies führt zu einem sehr niedrigen Energiebedarf. Die geringe Milchleistung seiner Kühe kompensiert er mit einer höheren Viehdichte und der zusätzlichen Legehennenhaltung, wodurch er trotzdem relativ viel verdauliche Energie produziert. Diese geschickte Kombination von Betriebszweigen trägt zur ökologischen Optimierung des Betriebs bei.



Bei Betrieb 3 trägt der hohe Tierzukauf am meisten zu seinen hohen Umweltwirkungen bei Energiebedarf und Eutrophierung bei. Auch ohne diesen Zukauf hätte er jedoch die höchsten Resultate aller Talbetriebe beim Energiebedarf und bei der Eutrophierung sogar die höchsten Resultate aller Bio-Betriebe. Ein wichtiger Grund für den hohen Energiebedarf ist sein hoher Maschinenbestand. Hier besteht sehr wahrscheinlich noch ein Optimierungspotential. Dies umso mehr, als dass der Betrieb nur Grasland hat und die Produktion von Kraftfutter also an andere Betriebe „auslagert“.

Bei der Eutrophierung sind bei Betrieb 3 neben dem Tier- und Futtermittelzukauf vor allem die direkten Tieremissionen höher. Ein Grund dafür ist, dass Betrieb 3 einen Laufstall hat, der durch die grössere Lauffläche höhere direkte Emissionen v.a. an Ammoniak zur Folge hat als der Anbindestall von Betrieb 2.

### Schlussfolgerungen

Zur Optimierung der Umweltwirkungen eines Betriebs gibt es kein Patentrezept. Je nach Betrieb sind unterschiedliche Faktoren wichtig. Die Aussagekraft dieser Fallstudie ist mit fünf Betrieben begrenzt. Trotzdem können Tendenzen abgeleitet werden, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Verminderung der Umweltwirkungen führen. Je effizienter die eigenen Produktionsmittel eingesetzt werden, desto geringer der Energiebedarf. Dies insbesondere, als dass auf jedem Betrieb ein gewisser Mindestbestand an Maschinen und Gebäuden nötig ist. Je besser diese ausgelastet sind, desto eher wird der Energieaufwand für ihre Produktion amortisiert. Eine geschickte Kombination verschiedener Betriebszweige – wie etwa auf Betrieb 2 – kann helfen, seine Ressourcen möglichst effizient einzusetzen und seinen Output an verdaulicher Energie zu optimieren. Zwischen den Umweltwirkungen gibt es aber auch Abhängigkeiten. Ein Verzicht auf Ackerbau kann z.B. das Eutrophierungspotential erheblich vermindern. Ohne Ackerbau muss aber ein Milchbetrieb meist Kraftfutter zukaufen, dies kann dann zu einem hohen Energiebedarf führen. Um die Umweltwirkungen eines Betriebes langfristig zu verbessern, ist deshalb eine ganzheitliche, individuelle und detaillierte Analyse, wie sie die Ökobilanzierung mit der Untersuchung verschiedener Wirkungskategorien ermöglicht, nötig.

### Literatur

- Gaillard G., Freiermuth Knuchel R., Baumgartner D.U., Calanca P.L., Jeanneret P., Nemecek T., Oberholzer H.R., Prasuhn V., Richner W. & Weisskopf P. (2008): Methode zur Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Systeme. Bericht. Schriftenreihe der ART, in Vorb.
- Hauschild M., Wenzel H. (1998): Environmental Assessment of Products. Volume 2: Scientific Background. Chapman & Hall, London, 565 S.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G. (2005): Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich. 156 S.

## Das Biodiversitätspotential - ein Ansatz zur Analyse potenzieller biotischer Effekte landwirtschaftlicher Betriebe

Siebrecht, N.<sup>1</sup>, Hülsbergen, K.-J.

*Keywords: biodiversity, indicator, farm assessment, sustainability*

### Abstract

*Organic farming depends on the promotion of biodiversity and the corresponding functions. Almost no tools are known for the purpose of farm-specific information explaining the influence of farm management on biodiversity. The paper describes a pressure indicator oriented approach that allows estimating such effects. It has been applied in 2 organic and 2 conventional farms where results were discussed. The investigations made so far allow concluding that multiple-structured low-input systems achieve better marks than specialized high-input systems. For further development and validation additional studies are required. It is planned to test the indicator model in numerous farms, in order to disclose bottlenecks and deficiencies.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt gehören zu den Prinzipien des Ökologischen Landbaus. In den IFOAM-Richtlinien wird gefordert, Organismen, Gemeinschaften und Ökosysteme zu schützen, um ein ökologisches Gleichgewicht zu gewährleisten. EU-Verordnung 834/2007 definiert als ein Ziel, durch schonende Bewirtschaftungsweise ein hohes Maß an Biodiversität zu erhalten. Gründe für die hohe Wertschätzung sind die Bedeutung der Biodiversität für die Funktionsfähigkeit der Agrarökosysteme. Der Ökologische Landbau profitiert z.B. von der natürlichen Regulation von Schadorganismen und der Aufrechterhaltung von Stoffkreisläufen.

Aussagen zu den Wirkungen des Ökolandbaus auf die Biodiversität waren bereits Gegenstand zahlreicher Arbeiten. Bei Untersuchungen zu Arten bzw. Artengruppen (State-Indikatoren) konnten überwiegend positive, nur in wenigen Fällen indifferente oder negative Wirkungen festgestellt werden (Hole et al. 2005). Solche Aufnahmen sind jedoch relativ aufwändig und somit nicht für die breite Anwendung in einer Vielzahl von Betrieben geeignet. Um Aspekte zur Biodiversität dennoch in das Betriebsmanagement integrieren zu können, sind daher Ansätze erforderlich, die anhand von Bewirtschaftungsdaten und daraus abgeleiteten Pressure-Indikatoren, das Potenzial zur Biodiversität abschätzen. Ein solcher Ansatz ist Gegenstand des Beitrags, der für die Einbindung in ein Indikatorenmodell (REPRO) entwickelt wurde und mit dem unterschiedliche Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Betriebe abgeschätzt werden können (Siebrecht et al. 2008). Nach der methodischen Beschreibung erfolgen eine beispielhafte Anwendung an Betrieben und die Diskussion der Ergebnisse.

### Methoden

Durch den entwickelten Ansatz wurde versucht, die vielfältigen Wirkungen der Landwirtschaft auf die Biodiversität durch geeignete Indikatoren zu berücksichtigen. Dieser Pressure-basierte Ansatz, erfordert keine speziellen Aufnahmen von Arten

---

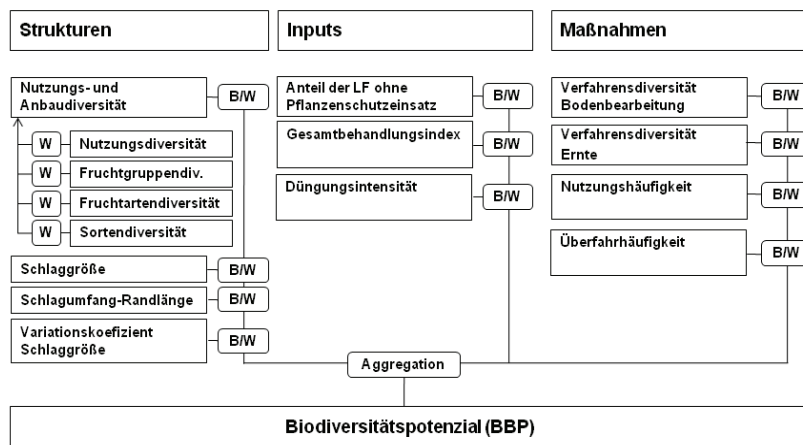
<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Alte Akademie 12, 85350, Freising, Germany

oder Biotopen und benötigt ausschließlich betriebliche Bewirtschaftungsdaten, wodurch dieser praktisch in jedem Landwirtschaftsbetrieb anwendbar ist. Zur Erfassung der betrieblichen Wirkungen wurden mehrere Teilindikatoren (TI) ausgewählt, die den Großteil der Wirkungsbereiche abdecken und sich den Kategorien Strukturen, Inputs und Maßnahmen zuordnen lassen (Abb. 1):

Teilindikatoren der Gruppe Strukturen erfassen Merkmale des Betriebes wie die Nutzungs-, Anbau- und Flächenstruktur. Diese lassen Rückschlüsse auf das Angebot von Vegetationsstrukturen, Verkleinerung und Zersplitterung von Biotopen sowie das Angebot von Nischen zu. Die Nutzungsstruktur gibt Auskunft über die flächigen Nutzungsformen des Betriebes, die das Angebot von Lebensräumen innerhalb des Betriebes bestimmen. Die Anbaustruktur charakterisiert Anbauspektrum und Kulturarteneinflüsse durch bestehende Nutzungstypen, Fruchtartengruppen, Fruchtarten und Sorten. Anhand der Flächenstruktur werden die Größe und die Ausformung der Bewirtschaftungsflächen beschrieben.

Die Input-Teilindikatoren charakterisieren Umweltwirkungen, die in Form stofflicher Komponenten wirken und die Qualität der Biotope bzw. der Nischen beeinflussen. Potentielle Effekte sind Eutrophierung und Belastungen durch Pflanzenschutzmittel. Beide Größen werden im Wesentlichen durch die Intensität des Anbausystems bestimmt und weisen daher eine hohe Sensitivität gegenüber den landwirtschaftlichen Maßnahmen auf.

Durch die Teilindikatoren zu den Maßnahmen und Anbauverfahren werden darüber hinaus Effekte erfasst, die das Resultat von physikalisch-mechanischen, chemischen Effekten (Kontakt zu den Organismen) oder Störungen (Wahrnehmung) sind und durch die landwirtschaftlichen Aktivitäten (Bodenbearbeitung, Mahd ...) ausgelöst werden.



**Abb. 1: Teilindikatoren und deren Aggregation zum Biodiversitätspotenzial;** B: Bewertung, W: Wichtung

Die TI werden nach der Analyse zu einem Gesamtindex, dem bewirtschaftungsbedingten Biodiversitätspotenzial (BBP), aggregiert (Abb. 1). Das BBP beschreibt die betriebliche Nutzungsausprägung und das davon abhängige Potenzial, positiv oder negativ auf Biodiversität zu wirken. Es wird davon ausgegangen, dass ein hohes BBP zu einem positiven Einfluss auf die Biodiversität

beiträgt. Der entwickelte Ansatz wurde in das Indikatorenmodell REPRO (Küstermann et al. 2007) integriert und orientiert sich am bestehenden Modellkonzept. Eine ausführliche Beschreibung des Indikators, der Methoden zur Bestimmung der Indikatoren und deren Aggregation erfolgt bei von Haaren et al. (2008) zu entnehmen.

Der beschriebene Ansatz wurde bisher in unterschiedlichen Betrieben angewandt und bezüglich seiner Praktikabilität getestet (Tab. 1). Nachfolgend werden Ergebnisse dieser Anwendung vorgestellt und diskutiert.

**Tab. 1: Kurzbeschreibung der Untersuchungsbetriebe**

Betrieb	B1	B2	B3	B4
Betriebsform	Konventionell	Konventionell	Ökologisch	Ökologisch
Betriebssystem	Gemischt, Futterbau, Veredelung	Marktfrucht	Futterbau	Gemischt, Futterbau, Veredelung
Ackerzahl	41 - 58 (52)	45 - 98 (78)	14 - 39 (21)	25 - 47 (36)
Fläche	43 ha	2050 ha	4100 ha	68 ha
Nutzungsstruktur	AL 100%	AL 100%	AL 70% GL 30%	AL 55% GL 45%
Anbaustruktur	WW 40% SM/KM 40% Kar 20%	WW 43% WRa 15% WG 9%	WRo 33% AGr 19% SBG 18%	WW 29% LKG 22% WRo 13%
Ø Ertrag <sup>1</sup> dt FM / ha	WW 64 Kar 357 SM 500	WW 82 Kar 498 WRo 80	SM 160 WRo 15	WW 42 Kar 242 WRo 40
Ø N-Zufuhr <sup>2</sup>	280 kg/ha	229 kg/ha	70 kg/ha	154 kg/ha

AGr: Ackergras, Kar: Kartoffel, KM: Körnermais, SBG: Selbstbegrünung, SM: Silomais, WRa: Winterraps, WRo: Winterroggen, WW: Winterweizen

<sup>1</sup> Ertrag: Durchschnittl. Ertragsniveaus (Frischmasse Hauptprodukt) ausgewählter Fruchtarten

<sup>2</sup> N-Zufuhr: Auswertungen der Stickstoffbilanz Betrieb (Nährstoffzufuhr gesamt) über 3 Jahre

## Ergebnisse und Diskussion

Wie aus Tab. 2 hervorgeht, wird das höchste Biodiversitätspotenzial von den ökologisch bewirtschafteten Betrieben erreicht. Beim Vergleich der Nutzungs- und Anbaudiversität wird deutlich, dass sich die untersuchten Ökobetriebe durch vielfältigere Anbaustrukturen auszeichnen und somit eine höhere Bewertung erreichen. Die deutlichste Differenzierung ist jedoch im Bereich der Inputs zu erkennen. Hier beeinflussen vor allem der Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und die geringeren Düngungsintensitäten das Gesamtergebnis. Ein weiterer Aspekt, der die Betriebe voneinander abgrenzt, sind die maßnahmenbezogenen Teilindikatoren. Tendenziell scheinen die konventionell bewirtschafteten Betriebe bezogen auf die Verfahrensdiversität und Überrollhäufigkeit schlechter abzuschneiden. Mögliche Gründe dafür könnten evtl. in der diversen Anbaustruktur und den damit verbundenen Maßnahmen liegen.

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen ist davon auszugehen, dass intensiv geführte Betriebe, die sich durch eine engere Fruchtfolge, höhere Düngungsintensitäten und den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auszeichnen, ein geringeres BBP aufweisen. Low-Input-Systeme werden daher, bezogen auf ihr BBP besser bewertet werden, als High-Input-Systeme. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass keine generelle Bevorteilung von Ökobetrieben stattfindet, da für die Bewertung von Betrieben die konkret durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen und gewählten Intensitäten entscheidend sind. Wie

bisherige Ergebnisse weiterer Untersuchungen zeigen, finden vielmehr fließende Übergänge zwischen den Systemen statt.

**Tab. 2: Ergebnisse der Betriebe zu den Bewertungen der Teilindikatoren und dem Biodiversitätspotential**

Betriebe	Strukturen				Inputs			Maßnahmen				Biodiversitätspotential
	Nutzungs- u. Anbaudiversität	Schlaggröße	Randlänge	Variationskoeffizient Schlaggröße	Anteil der landwirtschaftlichen Fläche ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	Düngungsintensität	Gesambehandlungsindex	Verfahrensdiversität Bodenbearbeitung	Verfahrensdiversität Ernte	Nutzungshäufigkeit	Überrollhäufigkeit	
<b>B1</b>	0,37	0,96	0,86	0,25	0,00	0,21	0,46	0,69	0,70	0,88	0,70	<b>0,49</b>
<b>B2</b>	0,49	0,44	0,82	0,62	0,41	0,26	0,23	0,74	0,80	0,77	0,61	<b>0,53</b>
<b>B3</b>	0,92	0,46	0,70	0,40	1,00	0,95	1,00	0,92	0,92	0,89	0,93	<b>0,85</b>
<b>B4</b>	0,96	0,85	0,86	0,45	1,00	0,94	1,00	0,90	0,83	0,81	0,82	<b>0,89</b>

Das weitere Vorgehen sieht eine umfangreiche Anwendung in Betrieben vor, um etwaige Schwächen und Defizite zu erkennen. Darüber hinaus ist angestrebt, ein Projekt zur Validierung des BBP durchzuführen, dass den Zusammenhang zwischen Pressure- und State-Indikatoren überprüft. Bis dies nicht abgeschlossen ist, können keine Aussagen zur Validität des Ansatzes getroffen werden.

### Literatur

- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice, P.V., Evans, A.D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122 (2005): 113 - 130.
- Küstermann B., Kainz M., Hülsbergen K.-J. (2007): Modelling carbon cycles and estimation of greenhouses gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food systems* 23: 1 - 16.
- Siebrecht N., Hülsbergen K.-J. 2008: Evaluation of Farm Biodiversity with Indicators in the Context of Sustainability. In: NEUHOFF, D., et al. (Hrsg.): *Cultivating the future based on science Volume 2 - livestock, socio-economy and cross disciplinary research in organic farming*. Artestampa, Modena, S. 704 - 707.
- Von Haaren C., Hülsbergen K.-J., Hachmann R. (2008): EDV-Systeme zur Unterstützung der Erfassung, Bewertung und Konzeption von Naturschutzleistungen landwirtschaftlicher Betriebe. *Ibidem*, Hannover, 300 S.

## Klimaschutz mit pilzresistenten Rebsorten - Fallstudie eines langjährigen Bioweinbaubetriebes

Strasser, F.<sup>1</sup> und Coray, M.<sup>2</sup>

*Keywords: Resistant grape varieties, climate protection, biodynamic viticulture, case study.*

### Abstract

*Our biodynamic winery is located near Lake Constance in Switzerland. Since 1989, we have cultivated resistant grape varieties such as Maréchal Foch, Léon Millot, Muscat Bleu, Cabernet Jura, Chancellor and Monarch (red), and Seyval Blanc, Bianca, Solaris, Phoenix and Excelsior (white). As a rule, we avoid applying even organic pesticides, and use solely biodynamic compounds (4 applications/year). The elimination of practically all plant-protection products has enabled us to establish a highly biodiverse organic agro-ecosystem with reduced impact on the environment. In addition, over a 20-year period, this system has resulted in the application of 270 kg less copper over our 4.5-ha surface area, as well as the saving of 18 t of fuel, which can be remarked as the "non-emission" of 47 t of carbon dioxide. In Switzerland, whose vineyards have a combined surface area of 15'000 ha, the potential annual savings in pesticides and fuel, to the benefit of nature, environment and climate, can be estimated at 225'000kg (225 t) pesticides and 1.5 Mio l (1500 t) fuel respectively, equating to the "non-emission" of 3.9 Mio kg (3900 t) of carbon dioxide.*

### Einleitung und Zielsetzung

Erste interspezifische Kreuzungen von amerikanischen Wildreben mit europäischen Sorten wurden vom Amateurzüchter Louis Bouchet de Bernard in Maugio bei Montpellier schon 1828 durchgeführt (Becker 1990). Mit der Einschleppung der Reblaus (*Viteus vitifoliae*) (um 1860), des Falschen und Echten Mehltaupilzes (*Plasmopara viticola*, *Uncinula necator*) (1878, 1847) gewann nach 1860 die Einkreuzung amerikanischer Wildreben zur Züchtung resistenter Rebsorten an Bedeutung. Um 1900 waren allein in Frankreich 11 Züchter bekannt, wobei ein Züchter bereits 1080 Sorten anbot (Basler 2003). Beispielsweise erreichte in Frankreich um 1958 der Anbau resistenter Rebsorten ihren Höhepunkt mit rund 31% der Rebfläche von 1'302'000 ha, also ca. 402'000 ha (Basler 2003). Durch die Verbreitung der Okulierung auf amerikanische Unterlagen und der Fungizide gewann der Anbau der anfälligen Rebsorten wieder an Bedeutung, die Nichtaufnahme der resistenter Rebsorten ins AOC 1974 und staatliche Rodungsvorschriften (Basler 2003) führten zum fast gänzlichen Verschwinden dieser Sorten. Erst ab den achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts erkannten Wissenschaft und Praxis die hohe Bedeutung der Resistenz für einen umweltschonenden Anbau erneut (Becker 1990). In der Folge nahmen Kreuzungen bei Züchtern und Anbau in Pionierbetrieben mittels Sonderbewilligungen wieder zu. Die zwingende Rebsortenliste der Schweiz unterband nämlich anfänglich den freien Anbau, welcher erst 1995 durch Abschaffung dieser Liste legitimiert wurde. Somit steht heute das Ziel der Schaffung eines möglichst naturbelassenen Rebberges mittels resistenter Rebsorten jedem Schweizer Winzer

---

<sup>1</sup> Agroscope ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, fred.strasser@art.admin.ch, www.art.admin.ch

<sup>2</sup> Cultiva Bioweingut, Heerenweg 10, 8476, Unterstammheim, Schweiz, info@cultiva.ch, www.cultiva.ch

offen. Dies ist bedeutungsvoll für Rebbaugelände, in welchen durch Gewitterregen und nächtliche Taubildung der Infektionsdruck des Falschen Mehltaupilzes sehr hoch ist und kurze Intervalle zwischen den häufigen Behandlungen nicht nur im Bioweinbau notwendig macht (Häseli 1990, Tamm et al. 2007, Strasser 2008). Dies erlaubt einen hohen Beitrag zur Reduktion der Belastung von Boden, Luft, Umgebung, Flora, Fauna, Winzer und Klima (Strasser 2008).

### Methoden

In der ersten Phase, ca. 1985, wurden ältere Züchtungen, wie Marechal Foch, Léon Millot oder Seyval Blanc gepflanzt, später durch neuere wie Regent, Bianca oder Phönix ergänzt. Heute stehen junge Sorten wie Solaris, Cabernet Jura oder noch unbenannte Zuchtstämme im Vordergrund. Unser Standort ist typisch für die Ostschweiz. Er liegt auf rund 420 m ü. M., die Südhänge haben rund 30% Neigung, die holozänen Böden sind mässig skeletthaltig. Trotz Sommerdürre ist der Infektionsdruck der Pilzkrankheiten wegen kleinen Abendgewittern und Taubildung hoch. Deshalb werden Sorten mit sehr hoher Resistenz bevorzugt. Ausserdem wurde die Anlage gegenüber dem regionalen üblichen Rebbau verändert (Basler et al. 1996): Die Gassen sind breiter (2.5 m), der Stockabstand in der Zeile ist grösser (1.5 m) und die Stöcke werden höher gezogen (1.3 m). Dies ermöglicht ein rascheres Abtrocknen der Reben und eine extensivere Pflege des Unterwuchses. Die Bodenpflege erfolgt alternierend vorwiegend mit einem Mulchgerät, bei Bedarf mit Unterstockschär oder Spatenmaschine. Der Bodenpflege folgt eine Einsaat von Leguminosen

### Ergebnisse

Dank hoher Biodiversität ist die Präsenz von Antagonisten und Prädatoren hoch, weshalb seit 1988 keine direkte Bekämpfung auch mit biokonformen Mitteln gegen Schädlinge, wie Rote Spinne (*Panonychus ulmi*), Einbindiger und Bekreuzter Traubenwickler (*Chlysia ambiguella*, *Lobesia botrana*) oder Thrips (*Depanotrips reuteri*) durchgeführt wurde. Das breitere Anlagensystem erspart einen Drittel an Reihen, also werden entsprechend weniger Stützmaterial benötigt und weniger Zeit bei Pflegefahrten und somit weniger Treibstoff verbraucht. Es ermöglicht die Ausrüstung der Fahrzeuge mit Doppelbereifung, was die Bodenbelastung reduziert. Zusammen mit der extensiven Unterstockpflege und dem Wegfallen der Spritzfahrten gegen Pilzkrankheiten kann gemäss unseren Betriebsdaten mit einer Reduktion der Durchfahrten, also des Treibstoffverbrauchs und somit des Kohlendioxidausstosses je nach Bewirtschaftungsintensität um 40-60% gegenüber dem regional üblichen Rebbau gerechnet werden. Aufgrund der Betriebsdaten können heute pro Jahr gegenüber dem Zustand im Betrieb vor 1988, beziehungsweise gegenüber dem regional üblichen Rebbau, folgende Umweltleistungen kalkuliert werden (Strasser 2008):

Eine Kupfereinsparung pro Hektare und Jahr von 3 kg (Demeteranbau), bzw. in 20 Jahren 60 kg/ha. Modellmässig errechnet sich gesamtbetrieblich auf 4.5 ha in 20 Jahren eine Ressourceneinsparung von 270 kg Reinkupfer. Als Zeiger dieser Bodenschonung können mittels Spatenprobe regelmässig Regenwürmer (*Lumbricus terrestris*, *Nicodrilus sp.*) festgestellt werden.

Eine Treibstoffeinsparung von rund 200 l/ha und Jahr, bzw. in 20 Jahren 4000 l/ha, entsprechend modellmässig gesamtbetrieblich 900 l/Jahr, bzw. 18'000 l gesamtbetrieblich in 20 Jahren.

Eine Klimaschonung dank „Nichtemission“ von Kohlendioxid von 520 kg pro Hektare und Jahr, bzw. 10.4 t/ha in 20 Jahren. Entsprechend errechnet sich gesamtbetrieblich 2.34 t/ha Kohlendioxideinsparung pro Jahr und in 20 Jahren rund 46.8 t.

Eine rund 60%ige Verminderung der Bodenbelastung durch Pflegefahrten. Insbesondere in regenreichen Phasen mit hohem Infektionsdruck kann dem Zwang für unabdingbare Pflanzenschutzapplikationen bei zu feuchtem Bodenzustand ausgewichen werden. Dies und die Doppelbereifung, bewirken eine enorme Verminderung der oberflächlichen Spurschäden, also auch der Erosion, und schliesst eine Unterbodenverdichtung weitgehend aus.

### **Diskussion**

Verschiedene Autoren weisen schon 1989 im Rahmen des 3. Ökologischen Weinbaukongresses den Beitrag des ökologischen Weinbaus zum Umweltschutz nach. Die hier präsentierten Ergebnisse sind betriebsspezifisch. Insbesondere das auch aufgrund von Vorschlägen im Leitfaden für die Ökoweinbaupraxis von Preuschen speziell konzipierte Anlagesystem mit breiten Reihen erlaubt eine zusätzliche Einsparung von Ressourcen. Ein Vergleich mit resistenten Rebsorten in Rebparzellen mit üblichen Abständen wurde hier nicht dargestellt. Aufgrund von Kalkulationen kann für solche Anlagen dank dem Verzicht der Pflanzenschutzapplikationen eine immer noch beachtliche Ressourceneinsparung von rund 40% abgeschätzt werden, was Erfahrungen aus anderen Weingütern bei resistenten Sorten bestätigen (Böhni, Stein am Rhein; Bosshardt, Walenstadt; Huwiler, Freienstein; Lenz, Uesslingen; Schneider, Alten; Schneller, Rudolfingen; Stiftung Fintan, Rheinau; Weilenmann, Basadingen). Zudem ist dem Aspekt der Ertragsicherheit insbesondere im biologischen Rebbau Beachtung zu schenken. In Biorebbergen der genannten Gegend sind in den letzten 20 Jahren bei üblichen, anfälligen Sorten schon in mehreren Fällen und wiederholt Ertragsausfälle von bis zu 100% eingetreten (Strasser 2008, Häseli 1990), verbunden mit Qualitätseinbussen und Schwächung der Reben für das Folgejahr (Strasser 2008, Bosshardt, Huwiler, Lenz, Schneider, Stiftung Fintan).

Als Hypothese zum Umweltschutzpotential der resistenten Sorten kann eine Modellrechnung für die Schweizer Rebfläche von 15'000 ha dienen (Strasser 2008). Annahme pro Hektar und Jahr: 1 kg Kupfer, 3 kg Schwefel, 11 kg diverse Pflanzenschutzmittel, 100 l Treibstoff für Pflanzenschutz (umweltschonendes Regime, Typ Integrierte Produktion, auf der Basis der wöchentlichen Pflanzenschutzempfehlungen von Agroscope Changins - Wädenswil):

- Einsparung von 225 t Pflanzenschutzmittel pro Jahr
- Einsparung von 1.5 Mio l (1500 t) Treibstoff, also 3.9 Mio kg (3'900 t) Kohlendioxid.

### **Schlussfolgerungen**

Rebsorten mit einer soliden Resistenz gegen die Mehltäupilze ermöglichen eine enorme Einsparung von Ressourcen und erbringen eine beachtliche Schonung von Boden, Luft und Klima. Die Einführung im sich verbreiternden Markt hat begonnen, benötigt aber die Unterstützung durch alle beteiligten Marktpartner. Die Neuzüchtungen der letzten Jahre ermöglichen diesbezüglich eine positive Einschätzung.

### **Danksagung**

Besonderen Dank sei Dr. Pierre Basler ausgesprochen, der mittels Spezialbewilligungen seitens Agroscope Wädenswil in der ersten Phase den Anbau der resistenten Traubensorten in den Pionierbetrieben in der Schweiz überhaupt ermöglichte. Ebenso gedankt sei Nationalrat Andrea Hämmerle, welcher die Freigabe des Anbaus resistenter Rebsorten im Parlament durchsetzte. Silvia und Valentin



Blattner zusammen mit Philip Borioli, verdanken wir die hervorragende Züchtung moderner resistenter Schweizer Sorten. Norbert Becker und Volker Jörger vom Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg danken wir für die weitsichtige und frühzeitige konsequente Resistenzzucht von hochwertigen Sorten. Jean Laurent Spring et al. von Agroscope Changins verdanken wir die Erarbeitung neuer Kenntnisse der Resistenzfaktoren und deren Nutzung bei ihrer Züchtung resistenter Sorten der nächsten Generation.

### Literatur

- Basler P., Strasser F., et al. (1996): Ökologischer Weinbau am Bodensee, Internationales Fachseminar, Bodensee-Stiftung, Konstanz.
- Basler P. (2003): Andere Rebsorten, Stutz Druck AG, Wädenswil.
- Becker N. (1990): Stand der Züchtung und des Versuchsanbaus interspezifischer Rebsorten. In: Stiftung Ökologischer Landbau (SÖL) (1990): Aktuelle Beiträge zum ökologischen Weinbau, Vorträge vom 3. Ökologischen Weinbaukongress 1989. SÖL, Bad Dürkheim, 208 S
- Häseli A. (1990), Erfahrungen mit alternativen Pflegemitteln zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Reben in der Schweiz. In: Stiftung Ökologischer Landbau (SÖL) (1990): Aktuelle Beiträge zum ökologischen Weinbau, Vorträge vom 3. Ökologischen Weinbaukongress 1989. SÖL, Bad Dürkheim, 208 S
- Jörger V. (2004): Viticultural and Ecological Characteristics of Different Vine-Varieties Resistant to Downy and Powdery Mildew tested in EFNÖ-Project, First International Symposium for Organic Wine Growing, Intervitis Stuttgart, ECOVIN, Oppenheim.
- Strasser F. (2004): Organic Viticulture Based on Fungus Resistant Vine –Varieties, First International Symposium for Organic Wine Growing, Intervitis Stuttgart, ECOVIN, Oppenheim
- Strasser F. (2008): Eigene Buchhaltungsdaten und BioInspecta-Kontrollaufzeichnungen, insbesondere zum Pflanzenschutz in anfälligen und resistenten Rebsorten, sowie Besichtigungen und mündliche Mitteilungen von Bioweingütern aus der Gegend (Bosshard, Lenz, Huwiler, Schneller, Stiftung Fintan, Weilenmann). Unveröffentlicht.
- Tamm L., Schärer HJ., Häseli A. et al. (2007): Erkenntnisse aus der Pflanzenschutzsaison 2006 und Empfehlungen für 2007. Bioweinbautagung 2007, Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Frick. Unveröffentlicht.

## Landschaftsseminare in der Sozialen Landwirtschaft - Neue Impulse zur Kulturlandschaftsentwicklung durch Ökolandbau

van Elsen, T.<sup>1</sup>

*Keywords: Landscape seminars, biodiversity, social farming, green care*

### Abstract

*Social farming adopts a multifunctional view of agriculture: the main products, in addition to saleable produce, are health and employment, education or therapy. Social farming includes agricultural enterprises and market gardens integrating people with physical, mental or emotional disabilities; farms which offer openings for the socially disadvantaged, for young offenders or those with learning difficulties, people with drug dependencies, the long-term unemployed and active senior citizens; school and kindergarten farms and many more. Prevention of illness, inclusion and a better quality of life are features and aims of social agriculture. Landscape seminars were carried out on social farms in order to elaborate aspects for landscape development and nature protection on farm level in a participatory way. Because of additional manpower such farms offer special opportunities for landscape care through many helping hands, but support and advice are needed. Landscape seminars appear to be a method to strengthen intrinsic motivation of people involved to improve their landscape and biotopes.*

### Einleitung und Fragestellung

Durch die integrative Arbeit in der „Sozialen Landwirtschaft“ (Gallis 2007) kommen Menschen und viele Hände auf den Hof, die beschäftigt und sinnvoll eingesetzt werden wollen. Solche multifunktionalen Höfe bieten durch potenziell „viele helfende Hände“ sehr gute Voraussetzungen zur Umsetzung von Naturschutz- und Pflegemaßnahmen in der Kulturlandschaft. Hauptprodukte sind, neben den Verkaufsfrüchten, auch Gesundheit und Beschäftigung, Bildung oder Therapie. Soziale Landwirtschaft umfasst landwirtschaftliche Betriebe und Gärtnereien, die Menschen mit körperlichen, geistigen oder seelischen Beeinträchtigungen integrieren, Höfe, die eine Perspektive bieten für sozial schwache Menschen, für straffällige oder lernschwache Jugendliche, Drogenkranke, Langzeitarbeitslose und aktive Senioren, Schul- und Kindergartenbauernhöfe (van Elsen & Kalisch 2008). – Bundesweite Recherchen auf Höfen mit Integration und Therapie von ehemaligen Drogenabhängigen (van Elsen et al. 2006) und auf Schulbauernhöfen (Selig & van Elsen 2007) belegen, dass knapp die Hälfte (Drogentherapie) bzw. zwei Drittel der Befragten solche Betriebe als „besonders geeignet“ einschätzen, Arbeiten im Natur- und Landschaftsschutz durchzuführen. Eine weitere Studie auf Höfen mit Integration von Menschen mit Behinderung untersuchte deren Synergien für Aufgaben der Landschaftspflege (Kalisch & van Elsen 2008). Neben praktischen Fragen der Arbeitsorganisation besteht ein Bedarf an Naturschutzberatung und der Entwicklung hof- und landschaftsspezifischer Leitbilder zur Entwicklung der Kulturlandschaft.

Soziale Betriebe stellen besondere Anforderungen, um naturschutzfachliche Ziele auf partizipative Weise durch Integration von Klienten zu realisieren (vgl. van Elsen &

---

<sup>1</sup> PETRARCA e.V. (Europäische Akademie für Landschaftskultur), Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 Witzenhausen, Deutschland, Email: Thomas.vanElsen@fibl.org

Schuler 2008). Wie lassen sich unter Einbeziehung der betreuten Beschäftigten Leitbilder zur Entwicklung der Kulturlandschaft erarbeiten? Welche Möglichkeiten bieten Landschaftsseminare im Kontext der einzelbetrieblichen Naturschutzberatung? Ergeben sich neue Impulse für mehr Naturschutz im Ökolandbau?

### Methoden

Auf mehreren ökologisch wirtschaftenden „sozialen“ Landwirtschaftsbetrieben wurden ein- bis dreitägige Seminarveranstaltungen zum Thema Kulturlandschaft und Naturschutz durchgeführt. Zielsetzung war dabei jeweils, partizipativ Gesichtspunkte für die Weiterentwicklung der Kulturlandschaft und ihrer Artenvielfalt zu erarbeiten. Die aktive Mitwirkung der betreuten Beschäftigten erfolgte über deren Einbeziehung in Landschaftsbegehungen und Wahrnehmungsübungen (zu Inhalten vgl. van Eisen et al. 2003). Verlauf und Ergebnisse wurden protokolliert und dokumentiert.

### Ergebnisse

Die Fragestellung jedes Seminars und die Durchführung setzten jeweils an der individuellen Situation des Betriebes, dem Interesse der Betriebsleiter und den auf dem Hof integrierten Klienten und deren Fähigkeiten an. Exemplarisch werden Inhalte eines Landschaftsseminars auf einem Hofgut geschildert, das einer Werkstatt für behinderte Menschen angegliedert ist. Außer dem Landwirt, Vertretern des ehrenamtlichen und des behördlichen Naturschutzes und der Jägerschaft, der Agrarverwaltung, dem Bürgermeister und dem Ortspfarrer nahmen mehr als 40 betreute Beschäftigte der Landwirtschaft teil. Fragestellungen waren: Wie kann die Landschaft so aufgewertet werden, dass sie den Bedürfnissen der behinderten Menschen gerechter wird? Wie können Räume zur Erholung und Sinneswahrnehmung gestaltet werden und durch Gestaltungen ein Schutz vor der stark befahrenen Bundesstraße für Fußgänger geschaffen werden? Aber auch: Welche Bedürfnisse haben Tier- und Pflanzenarten in der Landschaft? Wovon hängt es ab, ob eine Vogelart in der Landschaft vorkommt oder nicht? Welche Strukturen, welches Nahrungsangebot braucht sie? Wovon leben die Bienen in der zweiten Jahreshälfte, wenn Löwenzahn, Raps und die Obstbäume verblüht sind? Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um die Landschaft und ihre Lebensräume weiter zu entwickeln?

Neben dem gegenseitigen Mitteilen von Beobachtungen wurden die Beschäftigten eingeladen, Wünsche und Visionen durch das Zeichnen von Zukunftsbildern auszudrücken. Die Wünsche reichten von einer Änderung des Verlaufs der Bundesstraße, die den Hof durchschneidet, bis hin zu Vorschlägen zur Anlage von Biotopen oder Blühstreifen entlang von Gräben. – Eine indirekte Folge des Seminars waren Baumpflanzungen entlang des Wanderwegs zur nahen Ortschaft durch die Gemeindeverwaltung. Es folgten Ortstermine zur Bewirtschaftung einer brach gefallenen Waldwiese und von Feuchtgrünland. Aktuell werden Gesichtspunkte bei der naturschutzgerechten Optimierung der Rinder- und Gänsehaltung diskutiert.

Immer wieder boten Seminare Anlässe für weiterführende Aktivitäten. So rückten während des Seminars auf einem anderen Hof bei der Wahrnehmung der Landschaft Lebensräume ins Bewusstsein, die in der ertragsorientierten Landwirtschaft als „Ödland“ oder aufgegebene Grenzertragsflächen gelten. Es bildete sich eine Arbeitsgruppe zur weiteren Beschäftigung mit einer verbuschten Streuobstwiese: Welche Tierarten gibt es dort, braucht dieser Lebensraum Pflege? Lässt sich diese durch Einbeziehung der betreuten Beschäftigten realisieren?

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Die angeführten Ergebnisse mögen aus Naturschutzsicht unspektakulär erscheinen, sollten in ihrer Nachhaltigkeit jedoch nicht unterschätzt werden. Ihre Relevanz soll vor dem Hintergrund aktueller Bestrebungen zur Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau diskutiert und gewichtet werden (vgl. Abb. 1).

Naturschutzberatung in der Landwirtschaft knüpft klassischerweise an Naturschutzzielen an, indem im Rahmen des Vertragsnaturschutzes Landwirte als Vertragspartner zur pflegenden Bewirtschaftung beraten werden. Einen "bottom-up"-Ansatz verfolgt dagegen die seit 2001 in Niedersachsen praktizierte Einzelbetriebliche Naturschutzberatung, die sich als „Rundum-Service“ vornehmlich für Biobetriebe versteht und sich Landwirten bei der Maßnahmenumsetzung als Dienstleister zur Verfügung stellt. Die realisierten Maßnahmen – von Gehölzpflanzungen über die Anlage von Blühstreifen und Streuobstwiesen – sind selten die aus Naturschutzsicht vordringlichen, werden aber als „Türöffner“ für weitergehende Maßnahmen verstanden, die in gesamtbetriebliche Naturschutzpläne münden können, für die naturschutzfachliche Defizite und Entwicklungspotenziale in der Landschaft identifiziert werden.



### Abbildung 1: Landschaftsseminare als nachhaltiger Weg zur Umsetzung von Naturschutzzielen

Die Umsetzung von Naturschutzzielen ist einerseits von Rahmenbedingungen wie Zeit und Geld und somit einer Förderung abhängig. Andererseits spiegelt der Zustand der Kulturlandschaft in hohem Maße die Einstellung, die intrinsische Motivation (Röhrig et al. 2003) der verantwortlich in ihr Tätigen wider. „Wer etwas will, findet Wege, wer etwas nicht will, findet Gründe“ – wie sehr dieses Motto einer Grußkarte auf den Naturschutz auf betrieblicher Ebene zutrifft, zeigt der Wettbewerb „Naturschutzhöfe“ des Bundesamtes für Naturschutz, in dem sich hoch motivierte Landwirte um Auszeichnungen für ihre Naturschutz-Bemühungen bewerben konnten. Eine vielfältige Kulturlandschaft entwickelt sich dann, wenn Naturentwicklung den Landwirten zum Anliegen wird. Extrinsische Faktoren, wie finanzielle Anreize und Fördermittel, sind allenfalls als unterstützend einzustufen; Auslöser oder Ursache für mehr Naturschutz sind sie nur solange, wie entsprechende Förderprogramme zur Verfügung stehen.

Landschaftsseminare zielen auf langfristig wirksame Sensibilisierung der in der Natur Tätigen – eine Sensibilisierung für Werte, die die Landwirtschaft als „Naturproduktion“

mit ihrer Bewirtschaftung schaffen kann. Neben dem vordergründigen Ergebnis, das sich in Metern gepflanzter Hecke oder Anzahl neu angelegter Streuobstbäume messen lässt, ist die gesteigerte Wertschätzung der in der Landwirtschaft Tätigen für Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen das nachhaltigste Ergebnis. Die vielleicht erst Jahre nach einem solchen Seminar umgesetzten Maßnahmen sind dann Folge einer auf den Umgang mit der Natur übertragenen, „sozialeren“ Haltung – die die „Bedürfnisse „der Natur“ in der Landschaft zunehmend verinnerlicht und zum Motiv des Handelns werden lässt. Die Entwicklung der intrinsischen Motivation führt zu einem nachhaltig veränderten Handeln im Umgang mit Naturschutzfragen. Höfe mit sozialer Integration von betreuenden Menschen sind für solche Entwicklungsprozesse prädestiniert. Um neue Impulse zur Kulturlandschafts-Entwicklung durch Ökolandbau geben zu können, braucht es Beratung, qualifizierte Begleitung, Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten sowie Austauschmöglichkeiten zwischen den Akteuren.

## Literatur

- Gallis, C. (Hrsg., 2007): Green care in Agriculture: Health effects, Economics and Policies. 1<sup>st</sup> European COST Action 866 conference. Proceedings (Vienna, Austria), University Studio Press, Thessaloniki, 269 S.
- Kalisch, M., van Elsen, T. (2008): Kulturlandschaftsgestaltung in landwirtschaftlichen Betrieben mit Integration von behinderten Menschen – Fallbeispiele in Deutschland. – In: van Elsen, T. (Hrsg.): Von der einzelbetrieblichen Naturschutzberatung im Ökolandbau zum Gesamtbetriebskonzept. FIBL Deutschland e.V., Witzhausen. (in Druck).
- Röhrig, P., van Elsen, T., Inhetveen, H. (2003): Kulturlandschaftsentwicklung durch Ökolandbau – Was motiviert den Biobauern zur Integration von Naturschutzzielen? – Beitr. 7. Wiss.-Tagung zum Ökol. Landbau: 579-580, Wien.
- Selig, J., van Elsen, T. (2007): Potenziale ökologisch wirtschaftender Schulbauernhöfe für Naturschutz und Landschaftspflege. – Beitr. 9. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau: 895-898, Stuttgart-Hohenheim.
- van Elsen, T., Günther, A., Pedrol, P. (2006): The contribution of care farms to landscapes of the future. A challenge of multifunctional agriculture. – In: Hassink, J., van Dijk, M. (Eds.): Farming for Health. Green Care Farming across Europe and the United States of America. Wageningen UR Frontis Series Vol. 13., Springer :91-100, Dordrecht (NL).
- van Elsen, T., Kalisch, M. (Red.) (2008): Witzenhäuser Positionspapier zum Mehrwert Sozialer Landwirtschaft. Forderungen zur Förderung der Sozialen Landwirtschaft in Deutschland an Entscheidungsträger in Wirtschaft, Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit. Erarbeitet von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Tagung „Der Mehrwert Sozialer Landwirtschaft“ vom 26. bis 28. Oktober 2007 in Witzhausen.
- van Elsen, T., Köppl, K., Kalisch, M. (2006): Soziale Landwirtschaft. Eine Perspektive für Natur und Kulturlandschaft. – Ökologie & Landbau 139 (3): 22-24, Bad Dürkheim.
- van Elsen, T., Schürger, S., van Mansvelt, J. D. (2003): Landschaftskultur durch Ökologischen Landbau – eine Perspektive von PETRARCA, der europäischen Akademie für Landschaftskultur. – Beitr. 7. Wiss.-Tagung zum Ökol. Landbau: 161-164, Wien.
- van Elsen, T., Schuler, Y. (2008): Designing landscapes for different client groups. – In: Dessein, J. (Hrsg.): Farming for Health. Proceedings of the Community of Practice Farming for Health, 6 - 9 Nov. 2007, Ghent, Belgium. ILVO: 151-164, Merelbeke, Belgien.

## Mit Vielfalt punkten - Bauern beleben die Natur

Balmer, O.<sup>1</sup>, Birrer, S.<sup>2</sup>, Pfiffner, L.<sup>3</sup> und Jenny, M.<sup>4</sup>

*Keywords: biodiversity, nature protection, consulting, agricultural policy, control of success.*

### Abstract

*A new initiative to enhance biodiversity on agricultural lands in Switzerland is presented. The initiative by the Research Institute of Organic Farming in Frick and the Swiss Ornithological Institute Sempach has two main goals: to develop and evaluate a new point system to assess the contribution of individual farms to biodiversity and to optimize the farm's contribution to biodiversity by giving them consulting tailored to the farm's specific settings.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Landwirtschaft spielt eine zentrale Rolle in der Erhaltung der biologischen Vielfalt (Biodiversität). Heute jedoch finden auf großen Teilen der Agrarflächen nur noch wenige Arten ausreichend gute Lebensbedingungen. Entsprechend wurde in den letzten Jahren versucht, Landwirtschaftsgebiete ökologisch wieder aufzuwerten. Die bisher in der Schweiz angewandten agrarpolitischen Instrumente und Maßnahmen zeigen diesbezüglich jedoch wenig Wirkung. Die Gründe für diesen Misserfolg liegen zum Teil bei den geringen ökologischen Kenntnissen der Landwirte (Jurt 2003). Andererseits fehlt dem heutigen Direktzahlungssystem des Bundes eine leistungsbezogene Komponente (Herzog und Walter 2005, Stöcklin et al. 2007).

Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Frick und die Schweizerische Vogelwarte Sempach haben deshalb ein gemeinsames Projekt lanciert mit dem Ziel, neue Instrumente zu entwickeln und deren Wirkung auf die Biodiversität zu überprüfen. Gleichzeitig sollen mit Hilfe dieser Instrumente Landwirtschaftsbetriebe aufgewertet werden und die Idee einer naturfreundlichen Produktion bei Landwirten, Bevölkerung und Entscheidungsträgern bekannt gemacht werden.

Der vorliegende Beitrag stellt das Projekt vor und legt dar, wie es in das generelle Thema der Biodiversitätsförderung in der Landwirtschaft passt. Im Vortrag kann auf erste Felddaten von 12 Betrieben eingegangen werden, die bei der Verfassung der schriftlichen Version noch nicht ausgewertet waren.

### Aufbau des Projektes

Das Projekt besteht aus mehreren Teilprojekten (Abb. 1). Als erstes wird ein Punktesystem entwickelt, welches die Leistungen der Landwirte zur Förderung der Biodiversität bewertet. Da die Biodiversität auf einem Betrieb nur schwer direkt

---

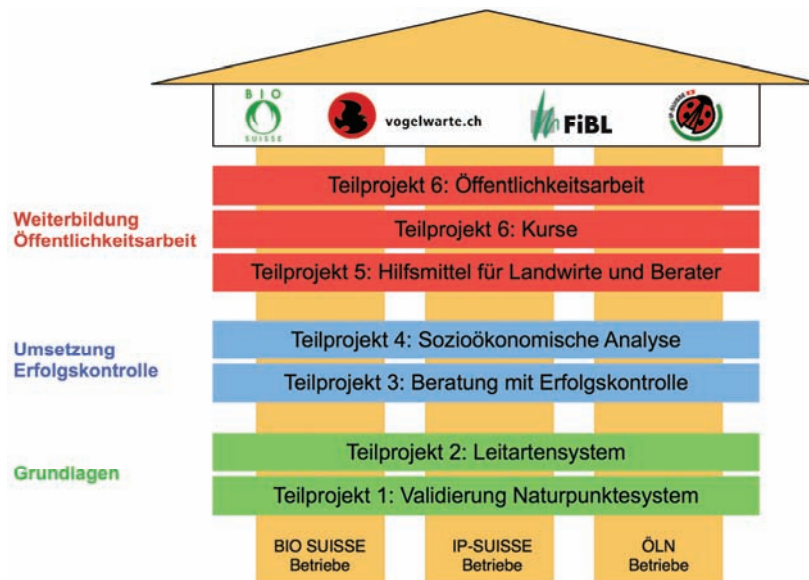
<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, oliver.balmer@fibl.org, www.fibl.org.

<sup>2</sup> Schweizerische Vogelwarte, Luzernerstrasse 6, 6204 Sempach, Schweiz, simon.birrer@vogelwarte.ch, www.vogelwarte.ch.

<sup>3</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, lukas.pfiffner@fibl.org, www.fibl.org.

<sup>4</sup> Schweizerische Vogelwarte, Luzernerstrasse 6, 6204 Sempach, Schweiz, markus.jenny@vogelwarte.ch, www.vogelwarte.ch.

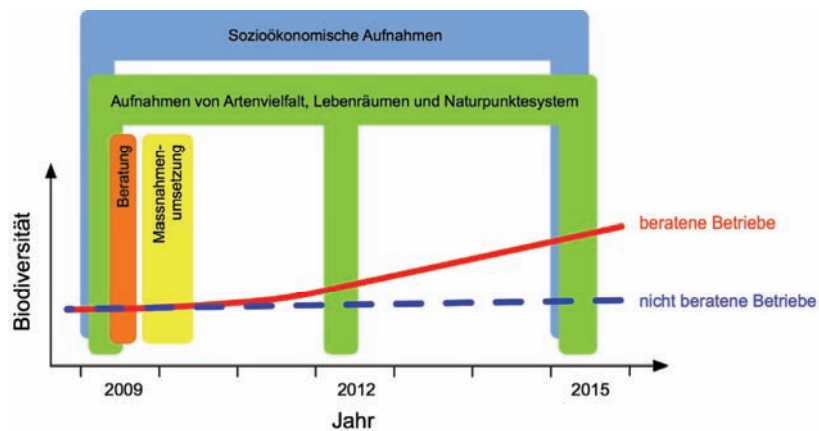
messbar ist, orientiert sich das System am Vorhandensein verschiedener Lebensräume sowie an deren Qualität und räumlichen Verteilung. Es ist so aufgebaut, dass die Punktezahl vom Betriebsleiter selbst erhoben werden kann und erlaubt damit eine Selbstevaluation aus ökologischer Sicht. Gleichzeitig zeigt es mögliche Handlungsfelder für die Optimierung des Betriebes aus Sicht der Biodiversität auf. Bewertet werden einerseits die Anzahl, die Qualität, die Strukturvielfalt und die räumliche Verteilung der ökologischen Ausgleichsflächen. Es werden aber auch Fördermaßnahmen auf der Produktionsfläche, wie kleine Brachflächen in Ackerkulturen, Verzicht auf Herbizide im Ackerbau oder der Einsatz von Balken- statt Kreiselmähern bewertet. Auf 120 Betrieben wird überprüft, ob die mittels Punkten bewertete Leistung eines Betriebs effektiv mit der Artenvielfalt korreliert. Aufgrund der Auswertung kann das Punktesystem bei Bedarf weiter optimiert werden.



**Abbildung 1: Unter dem Dach des Projektes „Mit Vielfalt punkten – Bauern beleben die Natur“ laufen verschiedene Teilprojekte, jeweils auf Betrieben mit biologischer oder integrierter Produktion, sowie Betrieben, die den ökologischen Leistungsnachweis erbringen.**

Ein Leitartensystem soll den Landwirten ermöglichen, ihre Leistungen gezielt auf das vorhandene naturräumliche Potenzial der Artenvielfalt auszurichten. Leitarten sind Arten, welche in einem oder wenigen Typen von ökologischen Raumeinheiten signifikant höhere Stetigkeiten und in der Regel auch wesentlich höhere Siedlungsdichten erreichen als in anderen ökologischen Raumeinheiten (Zehlius-Eckert 1998). Für jeden Betrieb werden Leitarten ausgewählt, die potentiell vorkommen könnten und deren Förderung aus Naturschutzsicht lokal Sinn macht. Das Leitartensystem wird auch bei der Beratung und bei der Ausbildung der Landwirte eingesetzt. Die Auswirkungen der Beratung auf Basis des Leitartensystems wird auf 60 Betrieben untersucht: 30 Betriebsleiter werden intensiv beraten, 30 andere

Betriebsleiter erhalten keine spezielle Beratung. Die Biodiversität wird zu Beginn, nach drei und nach sechs Jahren ermittelt (Abb. 2). Als Maß der Biodiversität können z.B. die Artenvielfalt, das Vorkommen von Brutvogelrevieren, die Häufigkeit von Leitarten oder das Naturpunktesystem verwendet werden. Parallel dazu wird mittels einer sozioökonomischen Studie untersucht, wie sich die von den Landwirten umgesetzten Maßnahmen auf das bäuerliche Einkommen auswirken und wie groß die Akzeptanz für Naturschutzmassnahmen ist.



**Abbildung 2: Konzept der Erfolgskontrolle: Intensiv beratene Betriebe (durchgezogene Linie) werden durch die Umsetzung spezifischer Massnahmen ihre Biodiversität mit der Zeit steigern. Bei nicht berateten Betrieben (gestrichelte Linie) wird keine Zunahme der Biodiversität erwartet. Die farbigen Flächen stellen die Zeitpunkte der geplanten Arbeiten auf den Betrieben dar.**

Grossen Wert legt das Projekt auf die Weiterbildung und Beratung der Landwirte. Die Erfahrungen aus dem Projekt sollen in ein Handbuch einfließen, das naturfreundliche Anbau-, Ernte- und Konservierungsmethoden einfach verständlich zusammenfasst. Ein weiteres Projektziel ist, mittels Öffentlichkeitsarbeit bei der Bevölkerung das Interesse und die Wertschätzung für die Biodiversität im Kulturland zu erhöhen. Die Konsumentenden sind dann auch bereit, den von den Landwirten erarbeiteten Mehrwert angemessen zu honorieren. Ein erster konkreter Schritt dazu ist mit der Aufnahme des Punktesystems in die Richtlinien der IP-SUISSE bereits erfolgt. Die Migros, einer der zwei größten Detaillisten in der Schweiz, übernimmt Produkte der IP-SUISSE und vermarktet sie unter einem neuen Label. Beratung und Erfolgskontrolle dieses Labels ist Teil eines anderen Projektes, mit dem Synergien zum vorliegenden Projekt „Mit Vielfalt punkten“ entstehen.

Das vorliegende Projekt beruht auf einer engen Zusammenarbeit zwischen der Schweizerischen Vogelwarte Sempach und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Die Beratung der Landwirte wird in Zusammenarbeit mit Agrofutura geplant und durchgeführt. Zudem wird eine Zusammenarbeit mit weiteren Stellen, wie z.B. AGRIDEA, angestrebt.

Das Projekt wird von den bäuerlichen Produzentenorganisationen IP-SUISSE und BIO SUISSE mitgetragen. Beide haben ein großes Interesse an der Förderung der Artenvielfalt auf ihren insgesamt rund 26'000 Betrieben. Der integrale Projektansatz und die Zusammenarbeit von Forschungsinstituten im Bereich Naturschutz und



bedeutender Partner auf Seiten der Landwirtschaft schaffen gute Voraussetzungen, die Biodiversität im Kulturland großflächig und nachhaltig zu fördern.

### **Danksagung**

Das Projekt wird finanziell unterstützt durch IP-SUISSE und BIO SUISSE, die AVINA STIFTUNG, die Sophie und Karl Binding Stiftung, die Vontobel-Stiftung und die Stiftung Dreiklang.

### **Literatur**

- Herzog, F. and Walter, T. Edts. (2005): Evaluation der Ökomassnahmen - Bereich Biodiversität. In: Reckenholz, A.F., Schriftenreihe der FAL No. 56, Zürich, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau.
- Jurt, L. (2003): Bauern, Biodiversität und Ökologischer Ausgleich. Dissertation Universität Zürich, Philosophische Fakultät, Universität Zürich
- Stöcklin, J., Bosshard, A., Klaus, G., Rudmann-Maurer, K., Fischer, M. (2007): Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen – Fakten, Perspektiven, Empfehlungen, vdf Verlag, Zürich
- Zehlius-Eckert, W. (1998): Arten als Indikatoren in der Naturschutz- und Landschaftsplanung. Definitionen Anwendungsbedingungen und Einsatz von Arten als Bewertungsindikatoren. Laufener Seminarbeiträge 8/98: 9-32

## Ackerwildkraut-Blühstreifen zur Integration autochthoner Ackerwildkräuter in ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen

Hotze, C.<sup>1</sup>, van Elsen, T.<sup>1</sup>, Haase, T.<sup>1</sup>, Heß, J.<sup>1</sup> und Otto, M.<sup>1</sup>

*Keywords: flower-strips, weed suppression, autochthonous, arable field plants*

### Abstract

*Are flower-strips composed of arable field plants a tool to integrate rare species into organic fields? In the surrounding of the Hessian State Domain Frankenhäuser seeds of rare annual field plants were collected and reproduced. The autochthonous seeds and also the corn-cockle have been integrated into a mixture that has been tested to which extent the flower-strips are able to suppress soil-borne weed species. The vegetation of the arable field plant strips has been monitored by phytosociological relevés. A certain amount of seeds is needed to reach satisfactory results. The corn-cockle affords special management because of its biology and its possible toxicity.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die sehr ertragreichen Ackerflächen der 1998 auf Ökologischen Landbau umgestellten Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser sind infolge intensiver Vornutzung floristisch stark verarmt. Seither durchgeführte Dauerflächenkartierungen belegten, dass nahezu keine Zuwanderung standorttypischer Ackerwildkräuter von außen stattfindet. Im Jahre 2006 wurde im Rahmen des Projektes „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser“ (gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) damit begonnen, versuchsweise selten gewordene überwiegend winterannuelle Ackerwildkräuter durch die Anlage von Ackerwildkraut-Blühstreifen zu etablieren (van Elsen & Hotze 2008).

Herkömmliche Saadmischungen für Acker-Blühstreifen bestehen in aller Regel aus nicht winterharten Kulturarten (wie Buchweizen, *Phacelia*, Sonnenblumen usw.). Wenn Wildkräuter einbezogen werden, so erfüllen diese meist nicht die aus botanischer Sicht begründete Forderung nach autochthoner Herkunft (vgl. van Elsen 1997). Neben der Aussaat von Mischungen zur Förderung von Säugetieren und Wirbellosen wurde daher regional gewonnenes Saatgut selbst vermehrt mit dem Ziel, eine geeignete Blühstreifenmischung aus Ackerwildkräutern für die Herbstansaat zusammen zu stellen. Ermittelt wird, in wie weit sich bodenbürtige „Un“kräuter soweit unterdrücken lassen, dass keine Probleme durch Folgeverunkrautung entstehen. Die darüber hinaus in die Versuche einbezogene Kornrade (*Agrostemma githago*) stellt besondere Herausforderungen an das Blühstreifen-Management, da die Art aufgrund ihrer umstrittenen Giftigkeit nicht oder nur in geringen Mengen im Getreide vorkommen darf.

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, Fachgebiet Ökol. Land- und Pflanzenbau, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, hotze@mail.wiz.uni-kassel.de, www.uni-kassel.de/Frankenhäuser

## Methoden

Im Umkreis von 50 km wurde von 19 standorttypischen meist winterannualen Ackerwildkrautarten autochthones Saatgut per Handsammlung gewonnen. Im Herbst 2006 erfolgte die Anlage von Vermehrungsflächen auf der Domäne, die seit Juni 2007 beerntet wurden. Im Herbst 2007 erfolgte die Aussaat des so gewonnenen Saatguts in Blühstreifen; parallel wurde erneut eine Vermehrungsfläche angelegt, die ab Juni 2008 beerntet wurde. Vermehrte Arten sind u.a.: Rundblättriges Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*), Kornblume (*Centaurea cyanus*), Ackerröte (*Sherardia arvensis*), Acker-Rittersporn (*Consolida regalis*), Acker-Leimkraut (*Silene noctiflora*), Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*), Acker-Krummhals (*Anchusa arvensis*), Breitblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia platyphyllos*), Echter Frauenspiegel (*Legousia speculum-veneris*), Kleine Wolfsmilch (*Euphorbia exigua*), Acker-Hahnenfuß (*Ranunculus arvensis*), Sand-Mohn (*Papaver argemone*), Acker-Spergel (*Spergula arvensis*), Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*), Kleiner Orant (*Chaenorhinum minus*) und Acker-Steinsame (*Lithospermum arvense*).

Die Anlage von drei Meter breiten Blühstreifen erfolgt an Ackerrändern, zwischen unterschiedlichen Kulturen und zur Unterteilung von Ackerschlägen auf den gesamten Ackerflächen der Domäne (ca. 230 ha). In 2006 wurden 21 und für die Vegetationsperiode 2007 34 Blühstreifen angelegt oder durch Selbstaussaat aus dem Vorjahr erhalten. Aufgrund des Projektbeginns im Winter konnten zunächst nur Blühstreifen mit herkömmlichen Arten, also keine Ackerwildkraut-Mischungen angelegt werden. Saatgut der Kornrade war in ausreichender Menge vorhanden und wurde in allen Blühstreifen in unterschiedlichen Mengen eingesetzt, teilweise auch als Kornraden-Monokultur-Streifen in verschiedenen Saatstärken (4, 10, 20 kg/ha). Des Weiteren wurde im Sommer 2006 von einem nahe gelegenen Biobetrieb Ausputzgetreide mit einem hohen Anteil an Acker-Rittersporn, Klatsch-Mohn und Kornblume zur Verfügung gestellt. Einige Blühstreifen wurden mit Saatgut daraus und Kornradesamen bestückt. – Im Herbst 2007 stand ausreichend Saatgut von acht selbst vermehrten Ackerwildkrautarten zur Verfügung, mit dem 18 Blühstreifen in Wintergetreideflächen angelegt werden konnten. Die Erfassung der Blühstreifen-Vegetation erfolgte durch pflanzensoziologische Aufnahmen. Es wurden alle vorhandenen Pflanzenarten auf einer Flächengröße von 2 m x 50 m erfasst. Mittels der üblichen Artmächtigkeitsskala von Braun-Blanquet (1964) wurde eine Zuteilung in Deckungsgradklassen vorgenommen. Zusätzlich zu den Blühstreifen wurde jeweils der angrenzende Acker im Randbereich und als Vergleichsfläche im Innenbereich aufgenommen (vgl. van Elsen 1994).

## Ergebnisse

In Sommer 2007 wurden von den acht Ackerwildkrautarten Rundblättriges Hasenohr, Ackerröte, Klatsch-Mohn, Kornblume, Acker-Rittersporn, Acker-Leimkraut, Acker-Krummhals, Breitblättrige Wolfsmilch ausreichend Saatgut für die Anlage von Ackerwildkraut-Blühstreifen geerntet. Von den anderen elf Arten Acker-Gauchheil, Kleiner Orant, Kleine Wolfsmilch, Gewöhnliche Sichelöhre (*Falcaria vulgaris*), Saat-Wucherblume (*Glebionis segetum*), Spießblättriges Tännelkraut (*Kickxia elatine*), Knollen-Platterbse (*Lathyrus tuberosus*), Kleinblütiger Frauenspiegel (*Legousia hybrida*), Echter Frauenspiegel, Acker-Steinsame und Saat-Mohn (*Papaver dubium*) stand nur wenig Saatgut zur Verfügung. Einige dieser Arten keimten schlecht oder fielen Fraß durch Mäuse zum Opfer. Im Jahr 2008 konnte ebenfalls von den acht vorgenannten Arten und dem Acker-Hahnenfuß Saatgut für die Anlage von Blühstreifen geerntet werden. In Tabelle 1 sind elf Vegetationsaufnahmen (Arten mit Deckungsgraden < 1 und nur einer Nennung sind nicht aufgeführt) von Blühstreifen

dargestellt, die 2007 mit Kornrade-Saatgut und Ackerwildkräutern aus Ausputzgetreide angelegt wurden.

**Tabelle 1: Vegetationsaufnahmen von Blühstreifen mit Ackerwildkräutern aus Ausputzgetreide 2007 (Auszug)**

Original Nummer	712N	712S	729N	729S	723N	723S	713	724S	718	724N	731
Mischung	AW1	AW1	AW1	AW1	AW1	AW1	AW1	AW2	AW2	AW2	AW2
Deckung Gesamt (%)	90	100	95	100	100	100	100	100	100	95	100
Artenzahl	6	10	18	14	14	11	13	23	12	16	18
Agrostemma githago	+	+	2	2	2	3	3	4	4	4	4
Consolida regalis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r
Centaurea cyanus	.	r	r	+	+	+	+	1	+	1	1
Papaver rhoeas	.	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Aussaart										
Cirsium arvense	1	1	1	1	+	+	4	.	1	.	.
Stellaria media	+	+	1	1	+	.	.	+	1	1	+
Matricaria chamomilla	2	5	1	2	1	2	1	+	+	1	1
Galium aparine	1	.	+	.	+	.	1	1	.	1	+
Tripleurosper. maritimum	.	+	1	+	5	4	1	1	+	2	r
Chenopodium album	.	+	2	2	r	+	1	r	2	+	1
Sonchus asper	.	.	+	1	+	+	+	r	+	+	2
Fallopia convolvulus	.	.	.	+	1	1	1	2	.	1	+
Sinapis arvensis	.	.	2	2	.	.	r	r	+	.	1
Thlaspi arvense	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	+
Capsella bursa-pastoris	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Viola arvensis	.	.	.	.	+	.	.	1	.	+	+
Lolium multiflorum	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Triticum aestivum	5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Lamium purpureum	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.
Alopecurus myosuroides	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+

Die Mischung AW1 setzt sich aus Kornrade (4 kg/ha) und zu einem geringen Anteil (1 kg/ha) aus Klatsch-Mohn, Kornblume und Acker-Rittersporn zusammen. Die Mischung AW2 besteht aus der gleichen Mischung und den „feinen“ Bestandteilen (0,8 kg/ha) aus der Reinigung des Ausputzgetreides und enthält somit deutlich mehr Saatgut vom Klatsch-Mohn. Der Blühstreifen 712N ist der einzige Streifen, dessen Aussaat direkt in Winterweizen erfolgte; deutlich zeigt sich gegenüber den anderen Aufnahmeflächen die geringe Deckung der Kornrade und das Fehlen der Aussaat-Arten. Der Konkurrenzdruck durch Winterweizen führt hier offensichtlich zur Unterdrückung der Aussaat-Ackerwildkräuter. Bei Fläche 712S ist die bodenbürtig auftretende Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*) mit extrem hoher Deckung (5) vertreten, wodurch Kornrade nur spärlich (+) vorkommt. Klatsch-Mohn und Kornblume konnten nur in wenigen Exemplaren nachgewiesen werden. Das spontane Auftreten einiger bodenbürtiger „Un“kräuter (*Chenopodium album*, *Sinapis arvensis*, *Cirsium arvense*, *Stellaria media*, *Matricaria chamomilla* u.a.) in den Blühstreifenflächen 729N und 729S unterdrückt die angesäten Arten in so weit, als Kornrade mit der Deckung von 2, Kornblume mit „r“ und Klatsch-Mohn mit „+“ zur Entwicklung kommen. Die Aufnahmeflächen 723N und 723S werden mit einem Deckungsgrad von 5 und 4 durch Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum maritimum*) beherrscht. Die Kornrade ist mit Deckungsgrad 2 und 3 zwar vertreten, leidet aber deutlich unter Konkurrenz. Kornblume und Klatsch-Mohn sind spärlich vorhanden. Streifen 713 wird stark von der

Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) dominiert, die Kornrade erreicht eine Deckung von 3 und Kornblume und Klatsch-Mohn sind mit „+“ vertreten. Allerdings ist auf der gesamten Ackerfläche die Ackerkratzdistel stark präsent. Die Aufnahmen der Streifen 724S, 718, 724N und 731 weisen einen einheitlichen Deckungsgrad der Kornrade von 4 auf. Die weiteren drei Aussaat-Arten sind in den vier Aufnahmen von Deckungsgrad „r“ bis 1 vertreten, lediglich der Acker-Rittersporn fehlt auf Fläche 724S. Vorkommen bzw. Deckungsgrad von Kornrade und den Aussaat-Ackerwildkräutern erweisen sich als stark vom Konkurrenzdruck der bodenbürtig vorhandenen Arten abhängig.

Im Bereich von Kornrade-Blühstreifen erfolgte eine Selbstausaat und es kam bei im Folgejahr angebautem Wintergetreide teilweise zu höheren Deckungsgraden der Art. Ein erheblicher Mehraufwand zur vollständigen Entfernung der Kornradesamen aus Vermehrungssaatgut war die Folge. Im Herbst 2007 wurden erstmals selbst vermehrte Ackerwildkräuter je nach Vermehrungserfolg mit Gewichtsanteilen von Rundblättrigem Hasenohr 77 %, Ackerröte 6,7 %, Klatsch-Mohn 5,9 %, Kornblume 2,1 %, Acker-Rittersporn 1,8 %, Acker-Leimkraut 3,7 %, Acker-Krummhals 1,6 % und Breitblättriger Wolfsmilch 0,8 % zeitgleich mit der Wintergetreidesaat in Blühstreifen ausgesät. 2008 erreichte das Rundblättrige Hasenohr bedingt durch den hohen Saatgutanteil sehr hohe Deckungsgrade in den Blühstreifen. Kornblume und Klatsch-Mohn aus der Initialsaat des Ausputzgetreides wurden in wenigen Exemplaren 2008 auf Ackerflächen gefunden und konnten sich also etablieren.

### Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Anlage von Blühstreifen aus Segetalarten erfordert ein gut überlegtes Blühstreifenmanagement. Aussaatstärke, Aussaatmischung, Aussaatmenge, Witterung, bodenbürtiger Unkrautdruck aufgrund der Vorbewirtschaftung und Bodenbedingungen haben einen großen Einfluss auf die Entwicklung angesäter Arten und deren Durchsetzungsfähigkeit. Nicht nur die Ansiedlung selten gewordener Ackerwildkräuter lässt sich durch Ackerwildkraut-Blühstreifen fördern – sie sind auch Nahrungsquelle, Lebensraum und Vernetzungselement für viele Tierarten, besonders in ausgeräumten Landschaften. Die Versuche liefern grundlegende Erfahrungen in der Anlage von Ackerwildkraut-Blühstreifen. Die Anlage von Ackerwildkraut-Blühstreifen ist für die Landwirte mit vorhandener Technik gut möglich, jedoch erfordert die Vermehrung autochthoner Ackerwildkräuter Unterstützung von außen. Bei zunehmender Sensibilisierung für die Verwendung autochthoner Saatgut-Herkünfte können die Untersuchungen Grundlagen für die künftige Erzeugung regionaler Ansaatmischungen liefern.

### Literatur

- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. neu bearb. Aufl. Springer. Berlin, Wien, New York.
- van Elsen, T. (1994): Die Fluktuation von Ackerwildkraut-Gesellschaften und ihre Beeinflussung durch Fruchtfolge und Bodenbearbeitungs-Zeitpunkt. – Ökologie und Umweltsicherung - (Dissertation), Witztenhausen, 414 S.
- van Elsen, T. (1997): Ackerwildkrautansaat zwischen Ablehnung und Befürwortung. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 3 (6. Tagung des Arbeitskreises der Landesämter und -anstalten „Naturschutz in der Agrarlandschaft“ vom 20. bis 22. 6. 1996 in Halle/Saale): 10-20, Halle.
- van Elsen, T., Hotze, C. (2008): Die Integration autochthoner Ackerwildkräuter und der Kornrade in Blühstreifenmischungen für den Ökologischen Landbau – Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI: 373–378, ISSN 1861-4051, Stuttgart.

## **Futterwirtschaftliche Konsequenzen adaptierter Nutzungs- und Bestandesoptionen im Klee gras zur Förderung des Bruterfolges von Feldlerchen**

Fricke, T., Wolf, U.<sup>1</sup>, O'Halloran-Wietholtz, Z. und Wachendorf, M.<sup>1</sup>

*Keywords: grassland, crop framing, nutrient management*

### **Abstract**

*A field experiment was conducted to evaluate forage parameters of cutting regimes and species mixtures in grass-clover swards adapted to the breeding behaviour of the skylark (*Alauda arvensis*) as a representative of ground-nesting birds. We investigated options of a three weeks delayed cut in the second growth period to offer an adequate breeding period and an exalted cut at 14 cm height to motivate a preterm nest-building. Both regimes were conducted on swards of a standard seeding mixture and a species rich mixture, respectively. The levels of dry matter yield and forage quality did not always match common trends because of an extraordinary sward development based on early spring drought and partly high weed contents. In this study we present the first results in extract.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Abnahme von Wiesenbrütern in der Agrarlandschaft wird häufig mit der intensiven Nutzung von Dauergrünland- und Feldfutterflächen in Zusammenhang gebracht. Verhängnisvoll ist in erster Linie die hohe Nutzungsfrequenz der Bestände und die daraus resultierende Verkürzung der Ruhezeiten, die für eine erfolgreiche Jungvogelaufzucht essentiell sind. In einem Teilprojekt des vom Bundesamt für Naturschutz finanzierten Vorhabens zur „Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau“ wird geprüft, inwieweit im zweijährigen Klee gras futterwirtschaftliche Eigenschaften durch an den Wiesenbrüterschutz adaptierte Nutzungsregime und Bestandeszusammensetzungen beeinflusst werden. Die Maßnahmen zielen auf eine Förderung des Bruterfolges in der Hauptbrutphase, welche sich im Wesentlichen auf den Zeitraum des zweiten Aufwuchses im Klee gras erstreckt. Der Feldlerche (*Alauda arvensis*) als Zielart der Wiesenbrüter soll durch erweiterte Aufwuchszeiten (verzögerter zweiter Schnitt) oder Anreize zum beschleunigten Nestbau (Hochschnitt bei der ersten Nutzung) ausreichend Zeit zur Beendigung des Brutgeschäftes gegeben werden. Alternativ zu den standortüblichen ertragreichen Klee gras ansaaten wird die Attraktivität zum Nestbau in einer artenreichen ertragsschwachen Mischung geprüft. Während der Bruterfolg auf Praxisflächen in einem Vertebraten-Teilprojekt des Vorhabens erfasst wird, erfolgen die futterwirtschaftlichen Untersuchungen in einem Parzellenversuch analoger Konfiguration. Dieser Beitrag stellt wichtige Ergebnisse zu Ertragsleistung und Futterqualität des ersten Versuchsjahres dar.

### **Methoden**

Auf der Domäne Frankenhausen im nordhessischen Hügelland wurde im Herbst 2006 ein unbalancierter 2-faktorieller Feldversuch in randomisierter Blockanlage mit 4

---

<sup>1</sup> University of Kassel; Faculty of Organic Agriculture Sciences; Dept. Grassland Science and Renewable Plant Recourses, Steinstrasse 19, 37213, Witzenhausen, Germany, thfricke@uni-kassel.de

Wiederholungen etabliert. Der Standort auf Lößlehm (ca. 220 m ü. NN) ist gekennzeichnet durch einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 650 mm und einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5 °C. Die Varianten mit den Faktoren Ansaatmischung (standortüblich vs. diversitätsorientiert) und Nutzungsregime (verzögerter zweiter Schnitt vs. Hochschnitt v. 14 cm bei der ersten Nutzung) wurden im Vergleich zur Referenz, mit standortüblichen Nutzungszeitpunkten bei 7 cm Schnitthöhe auf standortüblicher Ansaat, geprüft. Die Schnitttermine wurden durch die betriebsübliche Nutzung der Praxisflächen bestimmt. Der verzögerte zweite Schnitt beinhaltet in Relation hierzu eine Aufwuchszeit von mindestens 7 Wochen nach der ersten Nutzung, was einer Verzögerung von ca. 3 Wochen gegenüber einem standortüblichen Schnitt entspricht. Die weiteren Nutzungen des Jahres wurden wiederum den betriebsüblichen Schnittterminen angepasst.

**Tab. 1: Nutzungstermine der Varianten im Jahr 2007.**

Schnitttermine	Varianten
30.04.2007	1. Schnitt - alle Varianten
11.06.2007	2. Schnitt - standortübliche Referenz und Hochschnittvarianten
14.07.2007	2. Schnitt - Varianten mit verzögertem 2. Schnitt
04.08.2007	3. Schnitt - standortübliche Referenz und Hochschnittvarianten
22.09.2007	3. Schnitt - Varianten mit verzögertem 2. Schnitt 4. Schnitt - standortübliche Referenz und Hochschnittvarianten

Die Probenahme erfolgte auf 0,25 qm großen Teilflächen zur Bestimmung der Artengruppen über fraktionsspezifische Trocknung bei 60 °C, Errechnung der TM-Erträge, Bestimmung von Parametern der Roh Nährstofffraktionen nach Weender Analyse sowie der Bestimmung von Verdaulichkeit, Zuckergehalt und Pufferkapazität. Die Schnitthöhen von 7 bzw. 14 cm wurden durch Holzrahmen zur Führung von Handscheren gewährleistet.

Die statistische Auswertung erfolgte als Varianzanalyse mit der Procedur mixed (SAS © Version 9.1.) unter Einbezug einer autoregressiven Kovarianzanalyse zur Prüfung von Zeitreihenabhängigkeiten. Paarweise Vergleiche erfolgten mittels T-Test. Überschreitungswahrscheinlichkeiten von  $p < 0,05$  wurden als signifikant gewertet.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Erträge und Qualitätsparameter unterschieden sich signifikant zwischen den Schnittterminen mit Interaktion zu den Varianten, die den Komplex aus Nutzung und Ansaatmischung widerspiegeln. Daraus folgte die Notwendigkeit einer detaillierten Betrachtung der Varianten zu den einzelnen Schnittterminen bzw. in der Jahresbilanz (Tab. 2). Eine signifikante Abhängigkeit zur Vornutzung konnte nicht festgestellt werden.

Ein nasser Herbst im Jahr der Versuchsanlage und der nachfolgenden extremen Frühjahrstrockenheit, welche einen Schröpfungsschnitt nicht zuließen, etablierte sich der Bestand unzureichend und war bis in den Sommer hinein, besonders in der diversitätsorientierten Ansaat, durch hohe Beikrautanteile geprägt. Der erste Schnitt erfolgte aufgrund der anhaltenden Trockenheit und bereits rückläufiger Erträge außergewöhnlich früh am 30. April. Dementsprechend fielen die Erträge der Hochschnittvarianten dieses Nutzungstermins wegen der geringen Bestandeshöhe verglichen zur Referenznutzung signifikant geringer aus. Offenbar wurde beim Hochschnitt der Vegetationskegel des Haupttriebes größtenteils nicht geschädigt und die Bestände konnten ungehindert sachsen und im zweiten Aufwuchs hohe Erträge bei gleichzeitig geringeren Proteingehalten, aufgrund des früheren Eintritts der generativen Phase, erreichen. Hier wurde deutlich das Ertragsniveau der Varianten

mit verzögertem zweiten Schnitt überschritten, dessen höhere Ertragserwartung gegenüber der Referenz nicht eintraf. Diese möglicherweise durch eine abweichende Alterungsdynamik hoher Beikrautanteile (Tab. 3) verursachte Entwicklung führte in der verzögerten zweiten Nutzung ebenso zu einer nicht erwarteten Qualitätsverbesserung beim Rohprotein. Damit folgte die Verzögerung des zweiten Schnittes in diesem Jahr nicht eines zu erwartenden höheren TM-Ertrages bei gleichzeitiger Qualitätsverschlechterung (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, 2007).

**Tab. 2: Ertrag und Qualitätsparameter der ersten beiden Nutzungen sowie als Summe bzw. Mittel des Jahres 2007. Verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten eines Nutzungstermins (T-Test  $p < 0.05$ ).**

Ansaatmischung:		standortüblich			diversitätsorientiert	
Nutzungstyp:		üblich <sup>1)</sup>	verzögert <sup>2)</sup>	hoch <sup>3)</sup>	verzögert	hoch
Parameter	Nutzungen					
TM-Ertrag (t/ha)	1.Schnitt	2,27 <sup>a</sup>	2,00 <sup>ab</sup>	1,08 <sup>bc</sup>	0,81 <sup>c</sup>	0,33 <sup>c</sup>
	2.Schnitt	3,83 <sup>abc</sup>	3,07 <sup>a</sup>	5,05 <sup>bc</sup>	3,63 <sup>ab</sup>	5,31 <sup>c</sup>
	Gesamtertrag	8,33n.s.	6,26n.s.	8,08n.s.	5,86n.s.	8,60n.s.
Rohprotein (%)	1.Schnitt	11,3 <sup>n.s.</sup>	11,5 <sup>n.s.</sup>	13,9 <sup>n.s.</sup>	13,5 <sup>n.s.</sup>	14,3 <sup>n.s.</sup>
	2.Schnitt	9,0 <sup>a</sup>	12,4 <sup>b</sup>	7,7 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>	8,5 <sup>a</sup>
	Jahresmittel	13,5 <sup>n.s.</sup>	13,4 <sup>n.s.</sup>	14,3 <sup>n.s.</sup>	11,47 <sup>n.s.</sup>	12,7 <sup>n.s.</sup>
Z/PK-Quotient	1.Schnitt	4,5 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,8 <sup>ab</sup>	3,2 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>
	2.Schnitt	2,5 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>	2,8 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>	1,8 <sup>b</sup>
	Jahresmittel	2,7 <sup>n.s.</sup>	2,9 <sup>n.s.</sup>	2,6 <sup>n.s.</sup>	2,6 <sup>n.s.</sup>	2,4 <sup>n.s.</sup>
VQOS (%)	1.Schnitt	85,4 <sup>n.s.</sup>	86,0 <sup>n.s.</sup>	87,4 <sup>n.s.</sup>	83,9 <sup>n.s.</sup>	84,7 <sup>n.s.</sup>
	2.Schnitt	55,9 <sup>n.s.</sup>	55,5 <sup>n.s.</sup>	51,9 <sup>n.s.</sup>	48,5 <sup>n.s.</sup>	49,1 <sup>n.s.</sup>
	Jahresmittel	71,9 <sup>n.s.</sup>	71,6 <sup>n.s.</sup>	71,4 <sup>n.s.</sup>	66,5 <sup>n.s.</sup>	68,4 <sup>n.s.</sup>

<sup>1)</sup> standortübliche Schnitthöhe von 7 cm bei betriebsüblichen Nutzungsintervallen

<sup>2)</sup> verzögerter 2. Schnitt bei mindestens 7 Wochen Aufwuchszeit

<sup>3)</sup> Schnitthöhe 14 cm bei der 1. Nutzung

Die diversitätsorientierte Ansaat zeigte mit Ausnahme des Rohproteins tendenziell eine geringere Futterqualität als die standortübliche Ansaat. Insbesondere im zweiten Aufwuchs trat neben einer geringeren Verdaulichkeit in beiden Nutzungsvarianten auch eine signifikant verringerte Siliereignung hervor. Der Quotient aus Zuckergehalt und Pufferkapazität (Z/PK-Quotient) unterschritt den für eine gute Milchsäuregärung notwendigen Wert von 2.0 geringfügig (Nussbaum, 2006).

Die insbesondere in der diversitätsorientierten Ansaatmischung hohen Krautanteile, welche durch Beikräuter dominiert waren, scheinen die Ertrags- und Qualitätsentwicklung der Bestände im vorgestellten Versuchsjahr, insbesondere durch ihre Abreife zum Zeitpunkt der zweiten Nutzung, entscheidend zu prägen. Relativ geringe Leguminosenanteile in den ersten beiden Aufwüchsen nahmen auf die Qualitätsentwicklung vermutlich keinen Einfluss.



**Tab. 3: Relative Bestandeszusammensetzung im Mittel der Nutzungstermine des Jahres 2007.**

Ansaatmischung: Nutzungstyp:	standortüblich			diversitätsorientiert	
	üblich	ver-zögert	hoch	üblich	Ver-zögert
	Relative Ertragsanteile der Artengruppen (%)				
Gräser	82,3 <sup>n.s.</sup>	78,3 <sup>n.s.</sup>	80,5 <sup>n.s.</sup>	62,7 <sup>n.s.</sup>	58,6 <sup>n.s.</sup>
Leguminosen	9,5 <sup>n.s.</sup>	9,4 <sup>n.s.</sup>	11,0 <sup>n.s.</sup>	6,8 <sup>n.s.</sup>	13,2 <sup>n.s.</sup>
Kräuter	8,2 <sup>a</sup>	12,4 <sup>ab</sup>	8,5 <sup>a</sup>	30,5 <sup>c</sup>	28,2 <sup>bc</sup>

### Schlussfolgerungen

Die Ertrags- und Qualitätsparameter der geprüften Varianten zeigten aufgrund witterungsbedingter Etablierungs-, Alterungs- und Nutzungseffekte teilweise eine nicht erwartete Ausprägung. Ein verzögerter zweiter Schnitt führte nicht zu den erwarteten höheren Erträgen bei geringerer Futterqualität. Dagegen bestätigten sich die angenommenen Ertragsverluste im Hochschnitt, die im Folgeaufwuchs kompensiert werden konnten. Inwieweit sich die gefundenen Ergebnisse bestätigen lassen, werden die Daten des zweiten Hauptnutzungsjahres ergeben, welches durch einen eher durchschnittlichen Witterungsverlauf geprägt war. Eine abschließende Bewertung ist gegenwärtig noch nicht möglich.

### Literatur

- Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, 1997: DLG – Futterwerttabellen – Wiederkäuer. Universität Hohenheim (Hrsg.), 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt.
- Nussbaum, H., 2006: Optimierung der Nutzungsintensität von leguminosen- und grasbasierten Grünlandneuansaat Teil 3: Siliereignung und Gärqualität (1.Aufwuchs 2005, Mittlgn. d. AG Grünland und Futterbau, Band 7,, 146 – 149.

## Profitiert der Feldhase vom ökologischen Landbau?

Lang J.<sup>1</sup> und Godt, J.<sup>1</sup>

*Keywords: European hare, Lepus europaeus, biodiversity, habitat utilization*

### Abstract

*European brown hare numbers have dramatically declined in arable land throughout Europe. Loss of food abundance and cover due to mechanisation and intensification of agriculture are suggested to be the main reasons for this decline. Organic farming should sustain higher hare densities because of better habitat quality and higher food abundance. In our study hare densities estimated during spotlight counts increased from eight hares per km<sup>2</sup> (1998) up to 55 hares (2008) per km<sup>2</sup> after conversion of the study site from conventional to organic farming. Reasons for this increase in hare density may be higher abundance of year-round forage and cover as shown by preliminary results of radio-tracking data. Organic farming sustains good habitat quality for European hares and enhances their densities. Conservation strategies should therefore promote organic farming as a management tool.*

### Einleitung und Zielsetzung

In der europäischen Agrarlandschaft sind die Dichten des Feldhasen (*Lepus europaeus*) in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen. Die Verschlechterung der Habitatqualität, und hier vor allem die fehlende Verfügbarkeit von Nahrungspflanzen und Deckungsstrukturen aufgrund steigender Mechanisierung und Intensivierung der Landwirtschaft, gelten als Hauptursache für diesen Rückgang (Smith et al. 2005). Der Ökologische Landbau erfüllt viele Teilziele zum Schutz von Flora und Fauna. Erste Untersuchungen zu den Effekten auf charakteristische Feldvögel deuten auch hier eine positive Wirkung an. Zu den Auswirkungen auf den Feldhasen liegen bisher lediglich erste Ergebnisse aus Brandenburg vor (Stein-Bachinger & Fuchs 2003). Untersuchungen aus guten Hasenlebensräumen in Bördelandschaften gibt es bisher nicht.

In dem durch das Bundesamt für Naturschutz geförderten Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“ werden von 2006 bis 2008 verschiedene mit dem Betrieb abgestimmte Naturschutzmaßnahmen auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb der Universität Kassel durchgeführt. Neben Maßnahmen zur Reetablierung dauerhafter Landschaftsstrukturen liegt ein Schwerpunkt in der Erprobung von Maßnahmen in der bewirtschafteten Fläche, die sich in die betrieblichen Abläufe integrieren lassen. Daneben bilden an die Bedingungen einer Bördelandschaft (Offenlandarten!) angepasste dauerhafte Landschaftsstrukturen ein Netz verlässlicher Lebensräume vor allem für Hecken- und Saumarten.

Im Rahmen einer Erfolgskontrolle werden die Wirkungen der eingeleiteten Maßnahmen auf ausgewählte Zielarten analysiert und bewertet. Dazu werden unter anderem das Vorkommen und die Lebensraumnutzung von Feldhasen untersucht. Die Wirkung der Maßnahmen insgesamt wird anhand der Entwicklung der

---

<sup>1</sup> University Kassel, Department Architecture, Urban Design and Landscape Planning, Section Landscape and Vegetation Ecology, Gottschalkstraße 26a, D-34109 Kassel, Germany, Johannes.Lang@uni-kassel.de, www.uni-kassel.de/Frankenhausen

Feldhasendichten dargestellt. Zur Bewertung einzelner Maßnahmen wird untersucht, welche Rolle die innerhalb des individuellen Streifgebietes liegenden projektbezogenen Maßnahmen im Vergleich zu den „normal“ bewirtschafteten Flächen für markierte Feldhasen für Tagesruhe, Nahrungsaufnahme und Reproduktion spielen.

## Methoden

Das Untersuchungsgebiet umfasst den 318 Hektar großen Versuchsbetrieb der Universität Kassel (Hessische Staatsdomäne Frankenhausen; 51,4°N / 9,4°E) und dessen unmittelbare Umgebung. Es liegt zwischen 210 und 260 m über NN in der Hofgeismarer Rötsecke nordwestlich von Kassel. Zwischen 1999 und 2001 wurde der Betrieb von intensivem konventionellen Getreide- und Zuckerrübenanbau auf ökologische Wirtschaftsweise umgestellt und ist seither zertifizierter Betrieb in zwei Anbauverbänden (Bioland und Naturland). Das Klima ist im langjährigen Mittel mit 650 mm Jahresniederschlag und einer mittleren Jahrestemperatur von 8,5°C charakterisiert. Die durchschnittliche Schlaggröße beträgt 9 ha und die hauptsächliche Nutzung auf den Ackerflächen sind Leguminosen-Gras-Gemenge (LGG) (40%), Wintergetreide (23%), Kartoffeln (12%) und Möhren (19%). Grünland macht ungefähr 40 ha (15%) aus.

Veränderungen in der Dichte der Feldhasen werden im Untersuchungsgebiet und in der Umgebung seit 2006 intensiv über Scheinwerttaxationen gemessen. Vergleichsdaten dazu liegen aus Voruntersuchungen seit dem Jahr 1998 vor (Godt et al. 2002). Die Raum- und Habitatnutzung durch Feldhasen wird seit 2006 mittels Radiotelemetrie erfasst. Die Auswertung der Telemetriedaten erfolgte anhand des Electivity-Index nach Jacobs 1974.

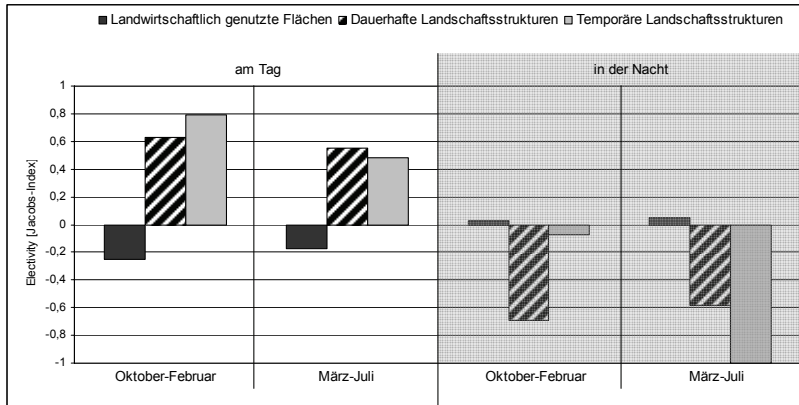
## Ergebnisse

Vor der Umstellung auf biologischen Landbau lagen die Feldhasendichten in Frankenhausen im Herbst unter 10 Tiere pro km<sup>2</sup>. Seit 2001 steigen die Hasendichten an und haben im Herbst 2008 eine Dichte von 55 Tieren pro km<sup>2</sup> erreicht.

**Tabelle 1: Mittlere Streifgebietsgrößen von Feldhasen ermittelt mit der Minimum Convex Polygon Methode (100% MCP) und Anzahl der zugrunde liegenden Orten.**

	Anzahl Orten	Streifgebietsgröße [ha]
Oktober bis Februar [N=6]	73 (SD 34)	53,2 (SD 29,6)
März bis Juli [N=6]	47 (SD 30)	35,8 (SD 29,9)

Erste Ergebnisse der Telemetriestudie zeigen mittlere Streifgebietsgrößen von 35,8 ha von März bis Juli und 53,2 ha nach der Ernte in den Monaten Oktober bis Februar (Tab.1).



**Abbildung 1: Habitatnutzung von telemetrierten Feldhasen [N = 8] zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten (Oktober 2006 bis September 2007)**

Zur Tagesruhe werden vorzugsweise nicht landwirtschaftlich genutzte Strukturen wie Säume, Hecken und Blühstreifen aufgesucht. Während der Nacht findet die Nahrungsaufnahme auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen statt und hier bevorzugt auf Feldfutterschlägen und auf Stoppelfeldern nach der Getreideernte (Abb. 1).

### Diskussion

Die zu Beginn der Studie gemessenen Feldhasendichten sind vergleichbar mit intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebieten in Mitteldeutschland (Nösel et al. 2002). Anders als der gesamtdeutsche Trend hat die Feldhasendichte aber in den letzten Jahren auf der biologisch bewirtschafteten Staatsdomäne deutlich zugenommen und ist nun vergleichsweise hoch.

Die Streifgebietsgröße von Hasen hängt von der Schlaggröße und der Verteilung verfügbarer Ressourcen ab (Rühe & Hohmann 2004). In intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebieten erreichen sie Größen von über 100 ha (Marboutin & Aebischer 1996). Die Streifgebietsgrößen in Frankenhausen sind vergleichbar mit Ergebnissen aus Optimalhabitaten in England und Ungarn (Smith et al. 2004, Kovacs & Buza 1992) und weisen auf eine hohe Habitatqualität aufgrund ganzjährig verfügbarer Nahrung und Deckung hin.

Während der Reproduktionsphase im Frühjahr und Sommer ernähren sich Hasen selektiv von Ackerwildkräutern und Leguminosen. Dem weitgehenden Fehlen dieser Nahrungsbestandteile wird eine Schlüsselrolle beim Rückgang der Hasenbestände in Europa zugewiesen (Reichlin et al. 2005). Unsere bisherigen Ergebnisse deuten die wichtige Rolle von Leguminosen-Gras-Gemengen für die Habitatnutzung der Hasen an und könnten eine wesentliche Ursache für die Zunahme der Hasendichten im Untersuchungsgebiet sein.

### Schlussfolgerung

Im ökologischen Ackerbau stehen dem Feldhasen ganzjährig eine hohe Nahrungsvielfalt und große Nahrungsmengen zur Verfügung. Landwirtschaftlich ungenutzte Saumstrukturen stellen neben den bewirtschafteten Flächen vor allem im Winter

beliebte Tageschlafplätze (Deckung) dar. Durch diese Kombination von Ressourcen scheint der Ökolandbau damit höhere Hasendichten zu fördern.

### Literatur

- Godt J., van Elsen T., Heß J., Bruns D. (2002): Projektbericht zur Voruntersuchung im E+E-Vorhaben „Die Integration von Naturschutzziele in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser“ - Teilprojekt B 2.5 terrestrische Vertebraten Teil I (Wildtiere außer Vögel) und Teil II (Vögel).
- Jacobs J. (1974): Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's Electivity Index. *Oecologia* 14: 413-417.
- Kovács G., Búza C. (1992): Home range size of the brown hare in Hungary. In: Bobek B., Perzanowski K., Regelin W. (Hrsg.): Global trends in wildlife management. Trans. 18<sup>th</sup> IUGB Congress, Krakow 1987. Swiat Press, Krakow-Warszawa, S. 267-270.
- Marboutin E., Aebischer N. J. (1996) Does harvesting arable crops influence the behaviour of the European hare *Lepus europaeus*? *Wildlife Biology* 2: 83-91.
- Nösel H., Ahrens M., Bartel M., Hoffmann D., Müller P., Strauß E., Voigt U., Menzel C., Pohlmeier K. (2003): Zur Besatzsituation des Feldhasen (*Lepus europaeus*) in Deutschland – Ergebnisse der Scheinwerfertextation im Herbst 2001 in Referenzgebieten im Rahmen des WILD. In: Stubbe M., Stubbe A. (Hrsg.): Methoden feldökologischer Säugetierforschung 2. Wiss Beitr Univ Halle: 301-310.
- Reichlin T., Klänsek E., Hackländer, K. (2006): Diet selection by hares (*Lepus europaeus*) in arable land and its implications for habitat management. *Eur J Wildl Res* 52: 109-118.
- Rühe F., Hohmann U. (2004): Seasonal locomotion and home-range characteristics of European hares (*Lepus europaeus*) in an arable region in central Germany. *Eur J Wildl Res* 50: 101-111.
- Smith R. K., Jennings N. V., Robinson A., Harris S. (2004) Conservation of European hares *Lepus europaeus* in Britain: is increasing habitat heterogeneity in farmland the answer? *J Appl Ecol* 41: 1092-1102.
- Smith R. K., Jennings N. V., Harris J. (2005): A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. *Mammal Rev* 35: 1-24.
- Stein-Bachinger K., Fuchs S. (2003): Wie kann der Lebensraum Acker im großflächigen Ökologischen Landbau für Feldvögel und Feldhase optimiert werden? In: Naturschutz und Ökolandbau, Fachtagung 16./17. Oktober 2003, Witzenhausen, S. 1-14.

## Ökonomische Bewertung der Integration temporärer Naturschutzmaßnahmen im Ökologischen Landbau - Beispiel Blühstreifen -

Behrens, M.<sup>1</sup>, Möller, D.<sup>2</sup>, Haase, T.<sup>3</sup>, Heß, J.<sup>4</sup>

*Keywords: economic evaluation, nature conservation, organic agriculture, flower strips*

### Abstract

*At the Hessian state domain Frankenhausen, an organic farm with comparatively high yield potential, the integration of nature conservation measures is tested. Economic investigations aim to identify costs and changes of performance due to the adaptation of production processes to nature conservation targets. The main focus is on temporary measures that, like field-flower strips, potentially promote biodiversity on arable land. Initial calculations show the costs that must be taken into account for wildflower strips with autochthonous species on arable land. The analysis particularly considers the complex intra-farm integration of the conservation measures as a special characteristic of organic agriculture systems.*

### Einleitung und Zielsetzung

Aus naturschutzfachlicher Sicht sind Verbesserungs- und Entwicklungsmöglichkeiten zum Erhalt bzw. zur Förderung der Vielfalt der Pflanzen- und Tierarten der Kulturlandschaften auch für den Ökologischen Landbau gegeben. Zur Erprobung und Entwicklung von Maßnahmen für die Förderung der Biodiversität wird das vom Bundesamt für Naturschutz unterstützte Projekt ‚Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen‘ durchgeführt. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Untersuchung von Maßnahmen, welche temporär in die bewirtschafteten Flächen integriert werden. Ein Beispiel für diese produktionsintegrierten Naturschutzmaßnahmen ist die Anlage von Blühstreifen mit dem Ziel der kontrollierten Ansiedlung einer standorttypischen Segetalvegetation (van Elsen und Hotze 2008).

Ökonomische Begleituntersuchungen zielen vorrangig auf die Quantifizierung betrieblicher Kosten und Nutzen, welche aus der Integration der Naturschutzziele in das Bewirtschaftungskonzept resultieren. Dies schließt auch eine Untersuchung möglicher Anpassungen zur Kompensation naturschutzbedingter Verluste auf dem Hohertragsstandort ein. Ziel des vorliegenden Beitrages ist die ökonomische Bewertung von Blühstreifen unter Berücksichtigung der systemimmanenten Besonderheiten des ökologischen Landbaus. Anhand einer exemplarischen Kostenrechnung wird verdeutlicht, wie der monetäre Aufwand abhängig vom vorrangigem Naturschutzziel (Ansiedlung autochthoner Ackerwildkräuter / Habitat- und Nahrungsangebot für Invertebraten, Vögel und Säuger, Biotopvernetzung) und Managementfaktoren variiert. Die erarbei-

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen, 34393 Grebenstein, Deutschland, behrens@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/frankenhausen>

<sup>2</sup> Universität Kassel, Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, Deutschland, d.moeller@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/agrar/bwl>

<sup>3</sup> Universität Kassel, Projektbüro Naturschutz, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen, 34393 Grebenstein, Deutschland, thaase@wiz.uni-kassel.de, [www.uni-kassel.de/frankenhausen](http://www.uni-kassel.de/frankenhausen)

<sup>4</sup> Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, jh@wiz.uni-kassel.de, <http://www.agrar.uni-kassel.de/foel/index.html>

teten Ergebnisse sollen auf Beratungs- und Entscheidungsebene zu einer Verbesserung der Informationsgrundlage für den betrieblichen Naturschutz beitragen.

## Methoden

Die Blühstreifenintegration als temporäre Naturschutzmaßnahme in der Wirtschaftsfäche stellt aus ökonomischer Sicht ein betriebliches Produktionsverfahren dar, welches durch Kosten-Leistungs-Rechnungen auf Vollkostenbasis analysiert wird. Funktionale betriebliche Zusammenhänge, welche insbesondere im ökologisch geführten Unternehmen und mit steigendem Umfang der Maßnahme berücksichtigt werden müssen, wurden durch eine systemtheoretische Betrachtung identifiziert (vgl. Behrens 2008). Kennwerte für das Produktionsverfahren und betriebliche Vernetzungen wurden während der praktischen Erprobung der Blühstreifenanlagen erfasst und durch Literaturdaten sowie Expertenbefragungen ergänzt.

## Ergebnisse

Das Produktionsverfahren Blühstreifen dient zunächst der Generierung ökologischer Leistungen und konkurriert mit den bestehenden Produktionsverfahren, welche auf eine monetäre Leistungserstellung zielen, vorwiegend um den Faktor Fläche. Der Flächenumfang der Maßnahme bestimmt wiederum die Kosten- und ökologischen Leistungsaspekte des Verfahrens. Für das Beispiel der Blühstreifenanlagen auf Marktfrucht- und Feldfutteranbauflächen wurden für den untersuchten Standort die in Tabelle 1 angeführten Kosten ermittelt.

**Tabelle 1: Kosten für exemplarischen Blühstreifen** (0,1 ha, z.B. 3 x 333 m)

Arbeitsleistungskosten (Maschinenkosten KTBL 2006, Lohnansatz 15 €/h, ohne Pflegeschnitt)	23 €
Saatgutkosten für Mischungen autochthoner Arten (Fachhandelspreise Regio-saatgut) - lokaler Genotypen (betriebliche Vermehrung)	10-250 €
Opportunitätskosten Ackerbau (entfallene Deckungsbeiträge Kultur, min. Braugerste – max. Möhren)	30-691 €
Opportunitätskosten Feldfutterbau (Ersatzkostenwerte für Futtermittelverluste und Stickstofffixierung, Mais - Kleegrass)	149-293 €
<b>Summe Kosten</b>	<b>63-964 €</b>
<b>fallweise Kosten:</b>	
Ertragsverluste in direkter Blühstreifenumgebung (Beschattung und Mäusefraß an Möhren)	327 €
Kosten durch unerwünschte Folgeverunkrautungen (Regulierungsmaßnahmen, Mehraufwand Getreidereinigung, Ausputzverluste)	17-252 €

Für Blühstreifenanlagen fallen Arbeitsleistungskosten sowie Direktkosten für Saatgut an. Durch die Flächeninanspruchnahme der Blühstreifen entstehen Opportunitätskosten in Form entgangener Deckungsbeiträge der betroffenen Acker- oder Feldfutterbaukulturen. Um die Besonderheiten des ökologischen Betriebes abzubilden, sind Einflüsse auf spezielle Zustandsgrößen wie beispielsweise Nährstoffbilanz (Stickstofffixierung in Leguminosenkulturen) und die Entwicklung pflanzenbaulich problematischer Verunkrautungen zu berücksichtigen. Prinzipiell sind auch Rückkopplungen des über die Naturschutzmaßnahmen beeinflussten Agrarökosystems auf das Produktionssystem möglich (z.B. Nützlings-Schädlinge-Gleichgewichte) die jedoch häufig langfristiger Art und aufwändig zu quantifizieren sind.

Monetäre Leistungen des Naturschutzverfahrens können durch entsprechende betriebliche Anpassungen erzielt werden. Hierzu zählt beispielsweise die Realisierung höherer Erzeugerpreise über ein Vermarktungskonzept als ‚Naturschutzbetrieb‘. In geringerem Umfang kann nach erfolgreicher Ansiedlung auch eine Vergütung von Getreideausputz für die Gewinnung autochthoner Ackerwildkrautsamen zur Kompensation der Verfahrenskosten beitragen.

## Diskussion

Die angeführten Kosten beziehen sich auf einjährige Blühstreifen, welche für Standorte mit hohem Verunkrautungspotential und zur Etablierung autochthoner Ackerwildkrautarten empfohlen werden. Hierbei trägt die Integration der Blühstreifen in deckungsbeitragsstarke Kulturen (Hackfrüchte) wesentlich zu den Gesamtkosten der Maßnahme bei. Auch können Randeffekte der Blühstreifen, wie z.B. Beschattung und Tierfraß, mit monetär bedeutsamen Ertragsverlusten in der Hauptkultur einhergehen. Ebenso ist die Blühstreifenanlage in Feldfutterkulturen vergleichsweise teuer, wenn man neben den Futterverlusten auch den Ersatzkostenwert für die entgangene Stickstofffixierung berücksichtigt.

Preisvergleiche für ausgewählte Arten zeigen, dass autochthone Ackerwildkrautsaaten nicht zwingend teurer sind als Saatgut ohne räumlich definierten Herkunftsnachweis. Teilweise Preisunterschiede bis zu 50 % erscheinen jedoch gerechtfertigt, da in Deutschland ein derzeit relativ geringer Produktionsumfang besteht und zur Verhinderung von Ausleseeffekten in regelmäßigen Zeitabständen neues Saatgut aus genehmigungspflichtigen Wildsammlungen vermehrt werden muss. Die Kosten von Blühstreifenmischungen hängen jedoch weniger von der Saatgutherkunft, als von der Artenzusammensetzung ab. Je nach Aufwand zur Saatgutvermehrung und -reinigung einzelner Arten variieren hierbei die Kosten bis zum Faktor 1000. Der Mehraufwand für eine im Erprobungsvorhaben durchgeführte lokale Sammlung (50 km Umkreis) und anschließende Vermehrung kann durch einen Aufschlag von ca. 25 - 50 % auf die Preise regionaler Saaten aus größer gefassten Herkunftsgebieten bemessen werden. Grund hierfür ist vor allem ein bei ökologischer Wirtschaftsweise vergleichsweise hoher manueller Unkrautregulierungsaufwand zur Vermeidung von Saatgutreinigungsproblemen.

Für mehrjährige Blühstreifen, die vorrangig der Förderung der faunistischen Diversität dienen, werden vermehrt konkurrenzstarke Kulturarten eingesetzt, deren Saatgutpreise meist nur ein Zehntel der durchschnittlichen Kosten für Ackerwildpflanzen betragen. Zudem können die einmaligen Saatgut- und Arbeitserledigungskosten auf die einzelnen Standjahre umgelegt werden. Die jährlichen Opportunitätskosten für mehrjährige Blühstreifen sind im Untersuchungsbetrieb durch einen, die Anbauverhältnisse berücksichtigenden, durchschnittlichen Deckungsbeitrag der ackerbaulichen Kulturen von etwa 40 € / 0,1 ha gegeben.

Die Arbeitserledigungskosten zur Blühstreifenanlage und Pflege tragen nur in geringem Umfang zu den Gesamtkosten bei. Prinzipiell besteht jedoch auch die Möglichkeit, seltene Ackerwildkräuter ohne Mehrkosten durch Beimengungen bei der Aussaat von Ackerkulturen auszubringen. Zur Schaffung von Vernetzungsstrukturen sind ungemäht verbleibende Bereiche auf Feldfutterflächen und Ackerrandstreifen deutlich kostengünstiger als Blühstreifenansaat auf Kulturflächen.

Bestehen Blühstreifenmischungen zu Ansiedlungszwecken überwiegend aus konkurrenzschwachen Ackerwildkrautarten, können bei ungünstigen Standorteigenschaften unerwünschte Folgeverunkrautungen (z.B. Acker-Kratzdistel) resultieren, die entsprechende Regulierungskosten nach sich ziehen. Andererseits ist ein geeignetes Blühstreifenmanagement erforderlich, welches eine kontrollierte Etablierung der



erwünschten Arten ermöglicht. Hohe Kosten, die durch gesteigerte Ausputzverluste bei der Reinigung von Getreidesaatgut mit vermehrtem Durchwuchs von Kornrade aus vorjährigen Blühstreifenflächen auftraten, können somit vermieden werden. Prinzipiell ist zu klären, inwiefern durch die Neuansiedlung vorwiegend die herkömmliche Beikrautflora verdrängt wird oder ob es langfristig zu einer kosten- oder leistungswirksamen Erhöhung des Beikrautbesatzes in den Kulturen kommen kann.

### Schlussfolgerung

Die Etablierung von Blühstreifen als temporäre Naturschutzmaßnahmen in Wirtschaftsflächen des ökologischen Betriebes stellt aus ökonomischer Sicht ein auf naturschutzfachliche Leistungserstellung ausgerichtetes Produktionsverfahren dar. Kosten des Verfahrens können teilweise durch Leistungen kompensiert werden, sofern betriebliche Anpassungsmaßnahmen realisiert werden.

Die Kosten für Blühstreifenanlagen variieren in Abhängigkeit vom vorrangigen Naturschutzziel. Überwiegend einjährige Streifen zur Wiederansiedlung autochthoner Ackerwildkräuter sind insbesondere bei Inanspruchnahme von Flächen mit deckungsbeitragsstarken oder Stickstoff fixierenden Kulturen mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden. Variationen der Saatgutkosten ergeben sich weniger durch den definierten Herkunftsanspruch als durch das Ausmaß der Komplexität der Saatgutvermehrung in Abhängigkeit von sortenspezifischen physiologischen Eigenschaften. Habitat- und Biotopvernetzungsblühstreifen mit einem hohen Anteil an Kulturarten und längerer Standzeit gehen mit geringeren jährlichen Kosten einher, die vorrangig durch den entgangenen durchschnittlichen Fruchtfolgedeckungsbeitrag und dem Anteil an Wildkrautarten in der Saatgutmischung geprägt sind.

Die Quantifizierung der anfallenden Naturschutzkosten für Blühstreifenanlagen im ökologischen Versuchsbetrieb zeigt vergleichsweise hohe Kosten im Fall unerwünschter Nebeneffekte wie z.B. pflanzenbaulich problematischer Folgeverunkrautungen. Dies unterstreicht die Bedeutung der Entwicklung eines geeigneten Blühstreifenmanagements.

### Literatur

- Behrens, M. (2008): Systemanalyse und Praxisdatenerhebung als Grundlage einer ökonomischen Bewertung der Integration temporärer Naturschutzmaßnahmen in den Ökologischen Landbau. Diplomarbeit Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften.
- KTBL (2006): Betriebsplanung Landwirtschaft 06/07. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt, 672 S.
- Van Elsen, T., Hotze, C. (2008): Die Integration autochthoner Ackerwildkräuter und der Kornrade in Blühstreifenmischungen für den Ökologischen Landbau. J. Plant. Dis. Protect. Special Issue XXI, 373-378.

## Fallstudie über die partizipative Zusammenarbeit von Landwirten und Wissenschaftlern in einem Naturschutzprojekt – am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen

Baumgart, L.<sup>1</sup> und van Elsen, T.<sup>1</sup>

*Keywords: nature conservation, participatory process, participation, biodiversity*

### Abstract

*The project “The integration of nature conservation into organic farming” tries to integrate goals of nature conservation and landscape development using a participatory process. A case study about the cooperation process between scientists and farmers on an experimental farm is presented. The empirical results of qualitative interviews identify attitudes and factors for risks and success of this process that determine whether a participatory approach can be an effective method for the development or the integration of nature protection strategies into organic farming.*

### Einleitung

Mit der Umstellung der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen von einem konventionellen Ackerbaubetrieb zum ökologisch bewirtschafteten Lehr- und Versuchsbetrieb der Universität Kassel wurde 1998 mit der Konzeption eines Projekts zur ökologischen Aufwertung der in weiten Teilen ausgeräumten Kulturlandschaft begonnen. Im Zuge einer zweijährigen Voruntersuchungsphase wurde der landschaftsökologische Ist-Zustand erfasst. Parallel wurden zusammen mit Landwirten, dem ehrenamtlichen und behördlichen Naturschutz, Jägern, Imkern und weiteren Interessierten Workshops und Geländebegehungen durchgeführt, deren Ergebnisse in die Planung eines Maßnahmenkatalogs einfließen (van Elsen et al. 2002). Probleme im Zusammenhang mit der Planung der Flughafenerweiterung Kassel-Calden verzögerten anschließend den Maßnahmenbeginn über einen Zeitraum von fünf Jahren. Bis zum Projektstart (2006) wechselten einzelne Akteure, die an der Vorstudie beteiligt waren (z.B. einer der Betriebsleiter), und auf Seiten der Wissenschaftler kamen zu Beginn der Umsetzungsphase u.a. Doktorandenstellen hinzu.

Schwerpunkt des Vorhabens ist die Erprobung, Entwicklung und Bewertung praktischer Naturschutzmaßnahmen auf einem ökologisch bewirtschafteten Hohertragsstandort. Im Mittelpunkt steht die Integration von Naturschutzmaßnahmen in die bewirtschaftete Fläche (van Elsen et al. 2007). Das Anliegen der Partizipation hat seit der Vorhabenskonzeption eine zentrale Stellung eingenommen. Deren Ziel war, die Zusammenarbeit und Beteiligung der Akteure aus Forschung und Landwirtschaft zur Erreichung der Projektziele sicherzustellen. Die Akteure sollten während des gesamten Projektverlaufs an Entwicklungs- und Entscheidungsprozessen beteiligt werden. Auf die Bedeutung eines partizipativen Vorgehens für eine breite Akzeptanz in ähnlichen Großprojekten wird immer wieder hingewiesen (z.B. Müller et al. 2002).

Zu Beginn der Maßnahmendurchführung (2006) erfolgte eine erste Analyse der unterschiedlichen Sichtweisen und Problemwahrnehmungen der Akteure im Projekt.

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL Deutschland e.V.), Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, Email: Lukas.Baumgart@fibl.org, Thomas.vanElsen@fibl.org, Internet: www.fibl.org, www.uni-kassel.de/Frankenhausen/

Während die Projektmitarbeiter eine starke Motivation sowie hohe Erwartungen und klare Zielvorstellungen im Zusammenhang mit dem Projekt erkennen ließen, konzentrierte sich die Haltung der Landwirte darauf, Beeinträchtigungen und negative Auswirkungen der Naturschutzmaßnahmen auf den Betrieb so gering wie möglich zu halten. Bereits in der Startphase zeichnete sich damit die Bildung von zwei Gruppen (Landwirte / Projektmitarbeiter) und ein konfrontatives Verhältnis innerhalb des Projekts ab (Baumgart & van Elsen 2007).

Im dritten und letzten Jahr der Maßnahmenumsetzung wurden nun, in methodischer Anlehnung an die Untersuchung zum Projektbeginn, erneut Akteure befragt. Das Ziel dieser Einzelfallstudie ist es, Gemeinsamkeiten und Gegensätze aufzuzeigen und Einflussgrößen für Akzeptanz zu ermitteln, die die Zusammenarbeit im Projekt beeinflussen sowie weiterhin die Ergebnisse mit denen der Erstbefragung zu vergleichen: Unter welchen Bedingungen kann Partizipation gelingen? Welche Empfehlungen für die Durchführung von partizipativen Naturschutzprojekten und Strategien zur Integration von Naturschutzziele lassen sich aus der Auswertung der Interviews und anhand der identifizierten Risiko- und Erfolgsfaktoren ableiten? Da die erfolgreiche Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen in Projekten und der Praxis im Wesentlichen von der Akzeptanz der späteren Nutzer abhängt (Hofstetter 2003), ist dieser Aspekt von zentraler Bedeutung.

## Methoden

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 15 von insgesamt 40 Akteuren aus allen am Projekt beteiligten Gruppen (Landwirte, Wissenschaftler, Projektmanagement und Versuchswesen) ausgewählt und mit halboffenen Leitfadenterviews (Flick 1995) befragt. In der Untersuchung sollten die unterschiedlichen Sichtweisen der Akteure repräsentativ abgebildet werden, um damit den Verlauf der Zusammenarbeit während der Maßnahmenumsetzung zu analysieren. Alle Gespräche wurden aufgezeichnet und vollständig transkribiert. Die Vorgehensweise der Auswertung orientiert sich an der 'Grounded Theory' (Strauss & Corbin 1996). Alle Interpretationen wurden stets mit den Aussagen aus den Interviews verglichen und dadurch präzisiert, d.h. modifiziert oder bestätigt. Im Sinne eines entwickelnden Ansatzes wurden damit die wesentlichen Aussagen und die daraus abgeleiteten Theorien herausgearbeitet. Die Datenanalyse ist derzeit noch nicht abgeschlossen.

## Ergebnisse der Befragung

Aus der Vielzahl an Ergebnissen sollen im Folgenden wesentliche übertragbare Faktoren vorgestellt werden, die folgende Themenbereiche betreffen: Zusammenarbeit, Selbstverständnis von Ökolandbau und Naturschutz, Akzeptanz des Projekts und der durchgeführten Maßnahmen.

Aus den Interviews mit den Bewirtschaftern lässt sich ableiten, dass Maßnahmen mit hoher Akzeptanz dadurch gekennzeichnet sind, dass:

- anfängliche Zielkonflikte zwischen Naturschutz- und Produktionszielen durch die Zusammenarbeit mit den Bewirtschaftern reduziert oder aufgehoben wurden,
- keine Zielkonflikte auftreten, wenn Maßnahmen außerhalb der Wirtschaftsfläche durchgeführt werden,
- (insbesondere bei Maßnahmen in den bewirtschafteten Flächen) eine erkennbare positive Wirkung auf die Natur gegeben ist,
- die naturschutzfachlichen Probleme vor Ort als solche erkannt werden und als lösungswürdig eingestuft werden. Die persönliche Betroffenheit (etwa von der Bedrohung einer Art durch die landwirtschaftliche Praxis) ist ebenso Voraussetzung

wie die Einsicht, dass eine ergriffene Gegenmaßnahme tatsächlich zur Förderung dieser Art beizutragen vermag.

Nach dem Berufsverständnis der Landwirte des Versuchshofs ist „Naturschutz“ bereits immanenter Bestandteil des eigenen Handelns; dieser wird als eine positive Begleiterscheinung der Erzeugung von ökologischen Nahrungsmitteln gesehen. Dem gegenüber steht die Fremdwahrnehmung seitens einiger Projektmitarbeiter. Sie kritisieren die derzeitige – obgleich ökologische – Bewirtschaftung als teilweise im Widerspruch zu Naturschutzzielen stehend. Die Wissenschaftler sehen in einzelnen Bereichen erheblichen Handlungsbedarf und versuchen, durch die Entwicklung und Erprobung von Maßnahmen die naturschutzfachlichen Vorteile des Ökolandbaus weiter zu optimieren.

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass die Bereitschaft zur Beteiligung und Konsensbildung sowie das Streben nach einem gemeinsamen Leitbild entscheidend für den Erfolg einer partizipativen Zusammenarbeit sind. Wenn diese Faktoren nicht erfüllt werden, sei es aus Zeitmangel oder mangelnder Bereitschaft, erfordern die Moderation und Begleitung der partizipativen Prozesse vor Ort personelle und zeitliche Ressourcen in erheblichem Ausmaß. Polarisieren sich die Standpunkte so weit, dass der Dialog sich auf das Ausreizen von Machtpositionen reduziert, ist der Prozess ohne einen qualifizierten Moderator, der keine eigenen fachlichen Interessen in dem Vorhaben verfolgt, die zu Rollenkonflikten führen können, kaum noch in Gang zu halten.

### **Diskussion und Schlussfolgerungen**

Eine Voraussetzung für die nachhaltige Umsetzung einer naturschonenden Maßnahme ist dann gegeben, wenn durch die direkte Beteiligung an der Maßnahmenentwicklung und –erprobung die Akzeptanz und das gegenseitige Lernen bei den Beteiligten gefördert werden. Im Projekt gelang es nur begrenzt, die unterschiedlichen Interessen und Sichtweisen, die sich auch innerhalb der Projektinitiatoren stark unterscheiden, zusammen zu führen. Vergleicht man die Befragung vom Projektstart (Baumgart & van Elsen 2007) mit den aktuellen Ergebnissen, so wird deutlich, dass sich die Diskrepanzen bezüglich der Ziele, der Motivation und der Akzeptanz zwischen Wissenschaftlern und Landwirten nicht grundlegend verändert haben. Die Erfahrungen zeigen, dass ein partizipativer Ansatz voraussetzt, dass die Beteiligten den Wunsch und die Bereitschaft zeigen, aktiv an der iterativen Entwicklung und Erprobung der Projektziele bzw. Maßnahmen teilzunehmen. In vielen Bereichen des Projektes missglückten Bestrebungen, die Konsensbildung zu stärken und die Konfrontation zu minimieren. Die Dynamik des Vorhabens erwies sich als stark von äußeren Rahmenbedingungen (Zeitknappheit, Arbeitsüberlastung, interne Machtstrukturen) überprägt, die die Zusammenarbeit negativ beeinflussten (vgl. Jonuschat et al. 2007). Jonuschat et al. (2007) weisen jedoch darauf hin, dass (im Vergleich) konfrontative Verfahren eher dazu geeignet sind, langfristige ökologische Ziele zu bearbeiten. Dagegen werden in Vorhaben, die auf einen Konsens aufbauen, selten neue alternative Lösungen eröffnet, vielmehr wird der Status Quo bestätigt. Die zunehmende konfrontative Ausprägung der Aushandlungsprozesse wird jedoch auch als Ursache für die „Verweigerungshaltung“ mehrerer Beteiligten gesehen, die sich zeitweise im Projektverlauf manifestierte.

Im Projekt wurde Partizipation einerseits als Methode (als Ziel und Weg für die nachhaltige Umsetzung von Naturschutzzielen) und andererseits als Forschungsgegenstand (Untersuchung, unter welchen Bedingungen Partizipation gelingen und zu Problemlösungen beitragen kann) verwendet. Die damit verbundenen Ziele (z.B. Akzeptanzsteigerung, Entwicklung einer intrinsischen Motivation und die nachhaltige Umsetzung der Maßnahmen) konnten nur bedingt erreicht werden. Auch

aus anderen Naturschutzprojekten, die in Kooperation mit Landwirten durchgeführt wurden (z.B. Hofstetter 2003), ist bekannt, dass eine schlechte oder missglückte Zusammenarbeit zu erheblichen „Reibungsverlusten“ führt, die negative Auswirkungen auf den Projekterfolg haben und die Nachhaltigkeit der Lösungsansätze in Frage stellen. Die Fallstudie macht deutlich, dass es im Wesentlichen von einer ausreichende Ziel- und Interessensschnittmenge und der Teilnahmebereitschaft der Akteure abhängt, ob das Potential eines partizipativen Vorhabens zur Entwicklung von Strategien für den Naturschutz genutzt werden kann.

### Danksagung

Wir danken allen Akteuren für ihre Kooperationsbereitschaft bei der Befragung. Das Projekt wird durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert.

### Literatur

- Baumgart, L., van Elsen, T. (2007): Sichtweisen und Problemwahrnehmungen von Landwirten, Forschern und Naturschützern im Projekt „Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau – am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“. – Beitr. 9. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau: 891-894, Stuttgart-Hohenheim.
- Flick, U. (1995): Qualitative Sozialforschung: Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. – Rowohlt, Reinbek bei Hamburg, 317 S.
- Hofstetter, M. (2003): Gewinnung der Landwirte als Partner für eine dauerhafte umweltgerechte Landnutzung. – In: Flade, M., Placher, H., Henne, E., Anders, K. (Hrsg): Naturschutz in der Agrarlandschaft, Ergebnisse des Schorfheide-Chorin Projekts. Margraf, Weikersheim: 245-259.
- Jonuschat, H., Baranek, E., Behrendt, M., Dietz, K., Schlußmeier, B., Walk, H., Zehm, A. (2007): Partizipation und Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung. Oekom, München, 135 S.
- Müller, K., Toussaint, V., Bork, H.-R., Hagedorn, K., Kern, J., Nagel, U.J., Peters, J., Schmidt, R., Weith, T., Werner, A., Dosch, A., Pierr, A. (2002): Nachhaltigkeit und Landschaftsnutzung - Neue Wege kooperativen Handelns. - Margraf, Weikersheim, 410 S.
- Strauss, A., Corbin, J. (1996): Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. Beltz, Weinheim, 227 S.
- van Elsen, T., Godt, J., Haase, T., Fricke, T., Wachendorf, M., Saucke, H., Möller, D., Quintern, M., Otto, M., Kölsch, E., Baars, T., Heß, J. (2007): E+E-Projekt „Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen“ – Maßnahmen in der bewirtschafteten Fläche. – Beitr. 9. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau: 879-882, Stuttgart-Hohenheim.
- van Elsen, T., Godt, J., Röhrig, P. (2002): Die Integration von Naturschutzzielen in den Ökologischen Landbau – ein Projekt auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen. – In: Müller, K., Dosch, A., Mohrbach, E., Aenis, T., Baranek, E., Boeckmann, T., Siebert, R., Toussaint, V. (Hrsg.): Wissenschaft und Praxis der Landschaftsnutzung. Formen interner und externer Forschungskooperation. Margraf, Weikersheim: 121-131.

## Umsetzung von Agrarumweltmassnahmen auf Bio- und konventionellen Betrieben der Schweiz

Schader, C.<sup>1</sup>, Pfiffner, L.<sup>1</sup>, Schlatter, C.<sup>2</sup>, Stolze, M.<sup>1</sup>

*Keywords: Uptake, adoption, agri-environmental policy, biodiversity, evaluation*

### Abstract

*The willingness of farmers to adopt agri-environmental measures depends greatly on the farm type and management as well as on the geographic conditions of the farm. The present paper analyses the differences in uptake of agri-environmental measures between organic and non-organic farms. A statistical comparison based on the 2005 Swiss Farm Census showed that organic farms have on average 68% higher adoption rates than non-organic farms, with a mean level of 22% on organic and 13% on non-organic farms. The greatest differences were identified for the measures "hedges", "extensive meadows", "less intensive meadows". The differences in uptake can only be partly explained by economic differences, such as different costs at farm level. Differences between organic and conventional farmers' attitudes to nature conservation could be another important factor. Furthermore, we argue that the higher uptake of agri-environmental measures indicates on average higher biodiversity levels on organic farms.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Ökologische Ausgleich (ÖA) hat sich als ein zentraler Pfeiler der schweizerischen Agrarumweltpolitik herauskristallisiert. Die 16 verschiedenen Ökoausgleichsmassnahmen verfolgen das übergeordnete Umweltziel der „Förderung der einheimischen Flora und Fauna“. Da die Biodiversität durch die Ausstattung der Landschaft mit naturnahen und extensiv bewirtschafteten Flächen positiv beeinflusst wird, spielen ökologische Ausgleichsmassnahmen eine wichtige Rolle für die Zielerreichung im Bereich Biodiversität (Herzog & Walter, 2005).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher zu untersuchen, ob es Unterschiede bei der Umsetzung von Ökoausgleichsmassnahmen zwischen Bio- und konventionellen Betrieben, welche lediglich die Schweizer cross-compliance Richtlinien (Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN)) erfüllen, gibt. Dabei wurden die einzelnen Massnahmen gesamtschweizerisch, regional und betriebstypenspezifisch analysiert.

### Methoden

Um die Umsetzung von Ökoausgleichsmassnahmen in verschiedenen Landbausystemen vergleichen zu können, wurden die durchschnittlichen Flächenanteile der flächenmässig wichtigsten Ökoausgleichsmassnahmen an der Landnutzungsfläche (LN) der Betriebe als Indikatoren herangezogen.

Zusätzlich wurde die relative Umsetzungsrate (RUR), d.h. das Verhältnis des durchschnittlichen Flächenanteils an Ökoausgleichsmassnahmen auf Biobetrieben zu dem durchschnittlichen Flächenanteil an Ökoausgleichsmassnahmen auf konventionellen Betrieben, berechnet. Die RUR kann Werte zwischen 0 und unendlich

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, CH-5070 Frick, info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

<sup>2</sup> Bundesamt für Umwelt (BAFU), CH-3003 Bern, info@bafu.admin.ch, http://www.bafu.admin.ch

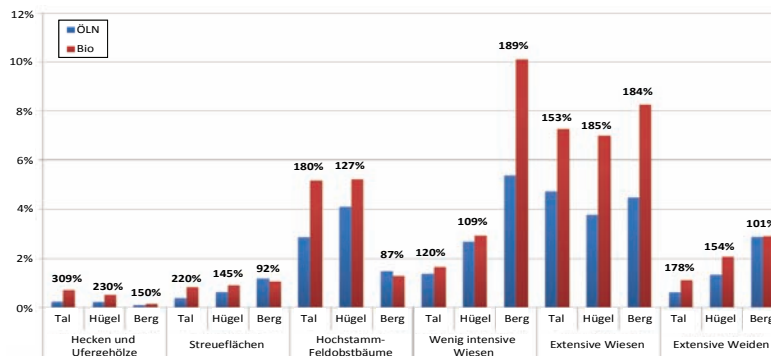
annehmen. Werte < 1 (=100%) zeigen eine höhere Umsetzungsrate auf konventionellen Betrieben, während Werte > 1 auf eine höhere Umsetzung auf Biobetrieben hinweisen. Je stärker die Werte von 1 (=100%) abweichen, desto grösser sind die Unterschiede zwischen den Anbausystemen.

Datengrundlage war die Grundgesamtheit der konventionellen (n=57206) und der Biobetriebe (n=6420) aus der landwirtschaftlichen Betriebsstrukturerhebung des Bundesamts für Statistik von 2005.

**Ergebnisse**

Die ÖA-Massnahmen „extensive Wiesen“ (RUR<sub>EXWI</sub>=176%), „wenig intensive Wiesen“ (RUR<sub>WII</sub>=246%), „Hecken- und Ufergehölze“ (RUR<sub>HU</sub>=175%) und „Streueflächen“ (RUR<sub>SF</sub>=152%) haben auf Biobetrieben durchschnittlich höhere Anteile an der Landnutzung als auf ÖLN-Betrieben. „Bunt- und Rotationsbrachen“ (RUR<sub>BB</sub>=49% bzw. RUR<sub>RB</sub>=32%) finden dagegen auf ÖLN-Betrieben stärkere Verbreitung. „Hochstamm-Feldobstbäume“ sind durchschnittlich etwa gleich verteilt. Absolut gesehen machen die Massnahmen „wenig intensive Wiesen“ und „extensive Wiesen“ den weitaus grössten Anteil an der Landnutzung aus, während die restlichen Massnahmen Anteile von unter einem Prozent aufweisen.

Die differenzierte Betrachtung der Tal-, Hügel und Bergzone ergab, dass vor allem die grossflächigen Ökoausgleichsmassnahmen wie „extensive Wiesen“ und „wenig intensive Wiesen“ auf Biobetrieben häufiger umgesetzt werden. Dabei nimmt der Anteil von „wenig intensive Wiesen“, deutlich von Talbetrieben zu Bergbetrieben zu (jeweils mit einem höheren Anteil auf Biobetrieben). Dagegen scheint die Umsetzung von „extensive Wiesen“ stärker landbausystembedingt als regional beeinflusst zu sein, denn Bio- und ÖLN-Betriebe bewegen sich in allen Regionen jeweils auf dem gleichen Niveau. Hochstammobstbäume sind in der Tal- und Hügelzone zahlreicher auf Bio-



**Abb. 1: Durchschnittliche Flächenanteile von Grünland-Ökoausgleichsmassnahmen an der LN. Über den Säulen sind die relativen Umsetzungsraten (RUR) abgetragen mit ÖLN=100%**

Betrieben anzutreffen (Abb. 1). Betriebstypenspezifisch ist die Umsetzungsrate von Ackermassnahmen vor allem bei Ackerbau- und Spezialkulturbetrieben (FAT-Typen 11 und 12) auf Biobetrieben höher, während die Ökoausgleichsmassnahmen für Grünlandflächen auf Bio-Viehbetrieben (FAT-Typen 21-23) stärkere Verbreitung fanden als auf ÖLN-Viehbetrieben (siehe auch Schader et al., 2008).

### **Gründe für die Unterschiede im Umsetzungsverhalten**

Aus ökonomischer Sicht kommen vor allem die Kosten auf Betriebsebene als Erklärung für unterschiedliche Umsetzungsraten in Frage. Dies sind technische Kosten, Opportunitäts- und Transaktionskosten. Gemäss einer Studie von Mann (2003) haben Transaktionskosten auf Betriebsebene nur vernachlässigbar kleine Anteile an den Gesamtkosten und scheiden somit als Erklärung für die Umsetzungsunterschiede zwischen den Landbausystemen aus.

Hingegen sind Unterschiede bei Opportunitätskosten zu erwarten, da es zwischen den Landbauformen erhebliche Unterschiede in den Deckungsbeiträgen, insbesondere bei Ackerkulturen, gibt. Diese Kosten kommen daher als Erklärungsfaktor für die Unterschiede zum Beispiel bei den Brachen in Betracht. Ob sich die Massnahmen gut in den Betriebsablauf eingliedern lassen, scheint daher ein ausschlaggebender Faktor für die teilweise erheblichen Unterschiede in den Umsetzungsraten von Ökoausgleichsmassnahmen zwischen Bio- und ÖLN-Betrieben zu sein (Jurt, 2003). Biobetriebe haben aufgrund der damit verbundenen Nützlingsförderung und der Bewirtschaftungsrestriktionen einen höheren Anreiz ökologische Ausgleichsflächen anzulegen. Ausserdem ist der Tierbesatz pro genutzte Flächeneinheit auf Biobetrieben geringer.

Allerdings scheiden rein ökonomische Erklärungsansätze für die Massnahmen „Hecken und Ufergehölze“ sowie für „Hochstamm-Feldobstbäume“ im Talgebiet aus. Ein erheblicher Anteil der Landwirte hat aus ökologischer Motivation auf biologischen Landbau umgestellt, was eine erhöhte Sensibilität für die Förderung der Biodiversität impliziert (Steiner, 2006). Eine ökologische Motivation würde die höheren Anteile von Hecken und Ufergehölzen auf Biobetrieben (Bio +75%) plausibel erklären, da hierfür weder technische Kosten noch Opportunitätskosten als Begründung in Frage kommen. Auch die grossen Unterschiede in der Umsetzung von Hochstamm-Feldobstbäumen im Talgebiet (Bio +80%) kann durch die unterschiedliche Einstellungen der Betriebsleiter zur Natur erklärt werden.

### **Rückschlüsse auf erbrachte Biodiversitätsleistungen der Betriebe**

In der Regel kommen auf extensiv bewirtschafteten Flächen und ökologischen Ausgleichsflächen mehr und auch anspruchsvollere Arten als auf intensiv bewirtschafteten Flächen vor (Herzog & Walter 2005). Dieser Zusammenhang gilt für alle Typen von Ökoausgleichsmassnahmen und alle von ihnen untersuchten Organismengruppen wie Spinnen, Laufkäfer, Tagfalter, Heuschrecken und Brutvögel. Neben der eigentlichen Massnahme beziehungsweise dem Flächenangebot beeinflusst die Qualität der Flächen entscheidend, ob die Biodiversität substantiell gefördert wurde. Qualität beinhaltet neben Artenreichtum auch Strukturvielfalt, vernetzte Lebensräume und impliziert naturschonende Bewirtschaftung. Mit dem vorliegenden Datensatz können wir aber über die Qualitätsaspekte keine Aussage treffen.

Abgesehen von den in zahlreichen internationalen Studien nachgewiesenen positiven Effekten von biologischer Bewirtschaftung in den Nutzflächen auf die Biodiversität (Bengtsson et al., 2005) lässt sich aus unseren Resultaten auf biodiversitätsfördernde Wirkungen alleine durch die höhere Umsetzung der Ökoausgleichsmassnahmen schliessen. Werden ökologische Ausgleichsflächen mit Biolandbau kombiniert, können zusätzliche positive Effekte auf naturschutzfachlich und agrarökologisch interessante Arten erzielt werden (Piffner & Luka, 2003).



## Schlussfolgerungen

- Es gibt beträchtliche Unterschiede in der Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben. Die durchschnittlichen Flächenanteile von Ökomassnahmen betragen auf Biobetrieben in der Talzone und Hügelizeone jeweils 19% und in der Bergzone 24%. Die entsprechenden Werte der ÖLN-Betriebe liegen bei 11%, 13% und 16%.
- Die grössten relativen Unterschiede zwischen den Landbausystemen gibt es hinsichtlich der Umsetzung der Massnahmen „Ackerschonstreifen“, „wenig intensive Wiesen“, „extensive Wiesen“ und „Streueflächen“.
- Die Unterschiede sind, vor allem bei den Massnahmen auf Dauergrünland, grundsätzlich durch ökonomisch-agronomische Überlegungen erklärbar. Allerdings reichen diese Erklärungsansätze für die grossen Unterschiede bei „Hecken“ sowie bei „Hochstamm-Feldobstbäumen“ im Talgebiet nicht aus. Wir gehen daher von einem Unterschied in der Einstellung der Betriebsleiter zum Naturschutz aus.
- Die um zwei Drittel höheren Umsetzungsraten auf Biobetrieben können als Hinweis für höhere Biodiversitätsleistungen interpretiert werden. Die Effektivität des Ökologischen Ausgleichs wird daher durch den biologischen Landbau positiv beeinflusst.

## Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Stiftungen MAVA und Assistance für die finanzielle Unterstützung der Studie und beim Schweizer Bundesamt für Statistik (BFS) für die Bereitstellung der Betriebsstrukturdaten.

## Literatur

- Bengtsson, J., Ahnström, J. and Weibull, A.C. (2005), 'The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis', *Journal of Applied Ecology*, 42, 261-269.
- Herzog, F. and Walter, T. Eds. (2005), 'Evaluation der Ökomassnahmen - Bereich Biodiversität', in Reckenholz, A.F., Schriftenreihe der FAL No. 56, Zürich, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau.
- Jurt, L. (2003), 'Bauern, Biodiversität und Ökologischer Ausgleich. Dissertation Universität Zürich', Zürich, Philosophische Fakultät, Universität Zürich  
<http://www.dissertationen.unizh.ch/2005/jurt/diss.pdf>.
- Mann, S. (2003), 'Die Kosten der Ökomassnahmen in der Schweizer Landwirtschaft', *Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie*, 1/03, 103-130.
- Pfiffner, L. and Luka, H. (2003), 'Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders a paired farm approach', *Basic and Applied Ecology*, 4, 117-127.
- Schader C., Pfiffner, L., Schlatter, C., Stolze, M. (2008), Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben, Agrarforschung, im Druck.
- Steiner, R.S. (2006), 'Landnutzungen prägen die Landschaft - Konventionelle, bio-organische und bio-dynamische Anbaumethoden im Vergleich in ihrer Wirkung auf die Agrarlandschaft im Kanton Zürich', ETH Zürich, Dissertation Nr. 16796.

## Brutplatzqualität unterschiedlich ökologisch bewirtschafteter Ackerfrüchte für die Feldlerche (*Alauda arvensis*)

Neumann, H., Loges, R. und Taube, F.<sup>1</sup>

*Keywords: Nature conservation and environmental sustainability, fauna, birds.*

### Abstract

*Habitat quality of different arable crops for skylarks (*Alauda arvensis*) was analysed in a three year field study on 12 organic farms in northern Germany. Grass clover, spiked spring cereals (barley/spelt/wheat), winter wheat as well as grain legumes (including mixtures) hold constant abundances of skylarks during the whole breeding period. In spring oats, winter spelt and winter cereals with awn (barley/rye), however, skylark densities decreased during the breeding time, which might be explained by comparatively taller and/or denser vegetation structure of these crops during June/July. Crops showed no significant differences in maximum abundances of skylarks. Concerning possible effects on breeding success, harrowing and/or hoeing of cereals and grain legumes should be completed as early as possible in spring to prevent breeding losses. Compared to cereals and grain legumes, the management of grass clover crops probably resulted in higher breeding losses due to a high intensity of mowing. While the cutting regime of grass clover used as green manure crops can be adapted to breeding phenology of skylarks, modification of cutting systems of forage crops should cause negative effects on quality of forage.*

### Einleitung und Zielsetzung

Zur Eignung unterschiedlich ökologisch bewirtschafteter Feldfrüchte als Lebensraum für Brutvögel liegen erste Ergebnisse vor (Stein-Bachinger und Fuchs 2004, Kragten et al. 2008). Für die Anbaubedingungen Norddeutschlands fehlen jedoch bisher entsprechende systematische Untersuchungen. In dem dreijährigen Projekt AVI-LAND (2005-2007) wurde auf ökologisch bewirtschafteten Praxisbetrieben in Schleswig-Holstein untersucht, ob die angebauten Ackerkulturen unterschiedliche Brutplatzqualitäten für Feldlerchen aufweisen.

### Methoden

Die Untersuchungen erfolgten auf 12 Praxisbetrieben, die sich auf die Naturräume Marsch (n = 3 Betriebe), Geest (n = 3) und östliches Hügelland (n = 6) verteilen. In der Tabelle 1 ist aufgeführt, welche Stichproben an Feldfrüchten in den drei Projektjahren untersucht wurden. Die dazugehörigen Bewirtschaftungsmaßnahmen der Äcker sind in der Abbildung 1 dokumentiert.

Die Erfassung der Feldlerchenvorkommen erfolgte mit der Methode der Revierkartierung (v. a. Kartierung singender Männchen). Um die Dynamik der Revierbesetzung in den verschiedenen Kulturarten zu beschreiben, wurde je Schlag sowohl die maximale Anzahl an Feldlerchenrevieren im potenziellen Brutzeitraum (April-Juli) als auch die Revieranzahl in der frühen (April/Mai) sowie in der späten (Juni/Juli) Brutperiode bestimmt. Durch den Vergleich der Siedlungsdichte (Reviere/10 ha) in den beiden Zeiträumen (Differenzbildung je Schlag) wurde analysiert, ob die

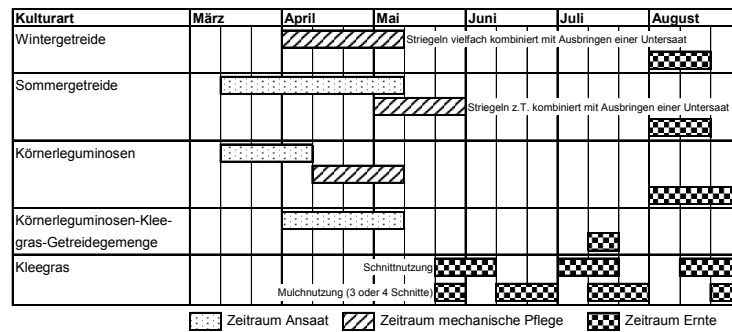
---

<sup>1</sup> Christian-Albrechts-Universität Kiel, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald Str. 9, 24118 Kiel, Deutschland, hneumann@email.uni-kiel.de, www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

jeweiligen Feldfrüchte durchgehend von Feldlerchen besetzt waren, oder ob Zu- bzw. Abnahmen der Lerchendichte vorlagen (Vorzeichentest der Differenzen, siehe Neumann et al. 2007). Von potenziell günstigen Brutplatzeigenschaften wurde ausgegangen, wenn eine Kulturart die gesamte Brutzeit über konstant von Feldlerchen besiedelt wurde, und in diesem Zeitraum möglichst keine mechanischen Bearbeitungsmaßnahmen durchgeführt wurden (Abbildung 1), die bei einer tatsächlichen Brut zu Verlusten geführt haben könnten (siehe Neumann und Koop 2004, Navntoft et al. 2007, Kragten et al. 2008). Um zu testen, ob es feldfruchtspezifische Unterschiede in der Siedlungsdichte von Feldlerchen gibt (Kulturartenpräferenz), wurden aus der zur Verfügung stehenden Gesamtstichprobe Ackerschläge ausgewählt, die sich in der Art der Anbaufrucht unterschieden, im Hinblick auf die Flächengröße sowie die Ausstattung mit vertikalen Randstrukturen (Hecken, Bäume, Gehölze) jedoch vergleichbar sind. Dieses Verfahren hatte zum Ziel, verzerrende Einflüsse auf die Siedlungsdichte möglichst auszuschließen (siehe Neumann et al. 2007). Um ausreichende Stichprobengrößen für die statistischen Analysen zu erhalten, wurden einige Feldfrüchte zu Kulturartengruppen zusammengefasst (siehe Tabelle 1 und 2). Die angewandten statistischen Tests wurden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % durchgeführt.

**Ergebnisse**

- Klee gras, Sommergetreidearten mit Ähren (Gruppe Gerste/Dinkel/Weizen), Winterweizen sowie Körnerleguminosen und deren Gemenge wiesen während der angenommenen Gesamtbrutzeit konstante Feldlerchendichten auf (Tabelle 2). Sommerhafer, Winterdinkel sowie begranntes Wintergetreide (Gerste/Roggen) waren hingegen durch abnehmende Lerchendichten gekennzeichnet. Die verschiedenen Kulturarten wiesen keine signifikanten Unterschiede in der maximalen Feldlerchendichte auf ( $F = 1,07$ ;  $Pr > F 0,3656$ ), d. h. eine Kulturartenpräferenz lag nicht vor.



**Abbildung 1: Bewirtschaftungsmaßnahmen der untersuchten Kulturarten (siehe Tabelle 1; die Getreideschläge wurden nicht in allen Fällen und/oder Jahren gestriegelt; Quelle: Angaben der Landwirte)**

**Tabelle 1: Kulturarten der untersuchten Stichproben an Ackerschlägen gegliedert nach Art der Fragestellung (siehe Text; zur Bewirtschaftung siehe Abb. 1)**

Kulturart		Revierdynamik		Kulturartenpräferenz	
		n	ha	n	ha
Kleegras	Silagenutzung	49	340,7	15	113,9
	Mulchnutzung	15	157,1	5	41,8
	<i>Gesamt</i>	<i>64</i>	<i>497,8</i>	<i>20</i>	<i>155,7</i>
Körnerleguminosen	Erbsen	6	42,1	4	31,2
	Bohnen	8	90,6	6	66,6
	Lupinen	2	13,9	2	13,9
	Gemenge*	16	81,9	8	34,5
	<i>Gesamt</i>	<i>32</i>	<i>228,4</i>	<i>20</i>	<i>146,2</i>
Sommergetreide	Gerste	9	106,7	3	30,9
	Dinkel	4	18,3	1	2,8
	Weizen	15	123,6	4	29,9
	Hafer	33	333,4	12	90,0
	<i>Gesamt</i>	<i>61</i>	<i>581,9</i>	<i>20</i>	<i>153,6</i>
Wintergetreide	Gerste	3	13,4	2	10,1
	Dinkel	33	337,1	6	46,6
	Weizen	26	245,2	10	87,0
	Roggen	7	49,1	2	8,5
	<i>Gesamt</i>	<i>69</i>	<i>644,7</i>	<i>20</i>	<i>152,2</i>

\* Körnerleguminose/Sommergetreide (GPS-Nutzung), n: Anzahl Schläge in den Brutzeiten 2005-2007, ha: Anbaufläche gesamt

**Tabelle 2: Ergebnisse der Vorzeichentests der Differenzen der Feldlerchendichte zwischen später und früher Brutperiode für die untersuchten Kulturarten (siehe Tabelle 1)**

Kulturart		n	M	Pr >=  M	
Kleegras	Silagenutzung	49	0,0	1,0000	
	Mulchnutzung	15	4,0	0,2295	
Sommergetreide	Gerste, Dinkel, Weizen	28	2,0	0,5034	
	Hafer	33	-7,0	0,0066	*
Wintergetreide	Gerste, Roggen	10	-4,0	0,0073	*
	Dinkel	33	-8,5	0,0009	*
	Weizen	26	-3,0	0,2379	
Körnerleguminosen	Gemenge mit Getreide	16	-2,0	0,3877	
	Reinsaaten	16	1,0	0,7744	

n: Anzahl Ackerschläge, M: M-Wert Vorzeichentest, \*: signifikant für Pr < 0,05

## Diskussion

Auf Sommergetreide- (außer Hafer), Winterweizen- und Körnerleguminosenflächen (inkl. Gemenge) nahmen die Feldlerchendichten im Gegensatz zu den anderen geprüften Feldfrüchten in der Brutperiode nicht ab (siehe Tabelle 2), was mit der unterschiedlichen Vegetationsentwicklung der Kulturarten zusammengehangen haben könnte. So waren die Feldfrüchte, in denen im späten Brutzeitraum Abnahmen der Feldlerchendichte auftraten, im Juni/Juli optisch durch vergleichsweise dichtere

(Hafer, Wintergerste/-roggen) und/oder höhere (Winterdinkel, Wintergerste/-roggen) Pflanzenbestände gekennzeichnet. Feldlerchen meiden bekanntermaßen Flächen, auf denen bestimmte Grenzwerte der Vegetationsdichte und/oder -höhe überschritten werden (Kragten et al. 2008). Im Unterschied zum Klee gras, das ebenfalls konstante Feldlerchendichten im Brutzeitraum aufwies (Tabelle 2), zeichneten sich Sommergetreide, Winterweizen und Körnerleguminosen durch eine geringere Störungsintensität und damit potenziell weniger bearbeitungsbedingte Brutverluste aus (Abbildung 1, vgl. Neumann & Koop 2004). Die Bewirtschaftung der Klee grasflächen dürfte aufgrund der engen Mahd- bzw. Mulchintervalle hohe Brutverluste zur Folge gehabt haben (Stein-Bachinger und Fuchs 2004). In den Leguminosengemengen wurden aufgrund der Beisat von Klee gras im Anschluss an die Bestellung keine mechanischen Pflegemaßnahmen durchgeführt. Der potenzielle Brutzeitraum war in den Gemengen jedoch durch die frühere Ganzpflanzenernte im Vergleich zu den Mähdruschfrüchten verkürzt. Winterweizenäcker wiesen eine vergleichbare Bearbeitungsintensität wie Sommergetreidefelder auf, die mechanischen Pflegemaßnahmen wurden in den Winterungen jedoch im Frühjahr früher abgeschlossen. Da Feldlerchen im Wintergetreide vielfach früher mit der Brut zu beginnen scheinen als im Sommergetreide (Kragten et al. 2008), können jedoch u. U. auch im Wintergetreide Brutverluste durch mechanische Pflegemaßnahmen auftreten (Navntoft et al. 2007).

### Schlussfolgerungen

Um den Anteil an bearbeitungsbedingten Brutverlusten möglichst gering zu halten, ist generell zu empfehlen, unverzichtbare Striegel- und Hackmaßnahmen im Frühjahr so zeitig wie möglich zu beenden, damit bis zur Ernte der Kulturen ein möglichst langer ungestörter Brutzeitraum verbleibt. In Dänemark wurde für Sommergetreideflächen ermittelt, dass sich Brutverluste der Feldlerche deutlich reduzieren lassen, wenn das Striegeln des Getreides innerhalb von 35-37 Tagen nach der Ansaat abgeschlossen wird und nach dem 20. Mai keine Bearbeitungen mehr erfolgen (Navntoft et al. 2007).

Auf Klee grasäckern, die lediglich der Gründüngung dienen, lässt sich das Mahdregime ohne größere wirtschaftliche Konsequenzen an die Brutphänologie anpassen (Verlängerung der Mahdintervalle auf mindestens 7 Wochen), was bei einer futterbaulichen Nutzung der Bestände i. d. R. nur mit Einbußen der Futterqualität möglich sein dürfte (Stein-Bachinger und Fuchs 2004)

### Literatur

- Kragten, S., Trimbos, K. B., de Snoo, G. R. (2008): Breeding skylarks (*Alauda arvensis*) on organic and conventional arable farms in The Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 126: 163-167.
- Navntoft, S., Petersen, B. S., Esbjerg, P., Jensen, A.-M., Johnsen, I., Kristensen, K., Petersen, P. H., Ørum J. E. (2007): Effects of Mechanical Weed Control in Spring Cereals – Flora, Fauna and Economy. *Pesticides Research No. 114*, Danish Environmental Protection Agency, 145 S.
- Neumann H., Koop B. (2004): Einfluss der Ackerbewirtschaftung auf die Feldlerche (*Alauda arvensis*) im ökologischen Landbau. Untersuchungen in zwei Gebieten Schleswig-Holsteins. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 35: 145-154.
- Neumann H., Loges R., Taube F. (2007): Fördert der ökologische Landbau die Vielfalt und Häufigkeit von Brutvögeln auf Ackerflächen? Untersuchungsergebnisse aus der Hecken-Landschaft Schleswig-Holsteins. *Berichte über Landwirtschaft* 85: 272-299.
- Stein-Bachinger K., Fuchs S., (2004): Wie kann der Lebensraum Acker im großflächigen Ökologischen Landbau für Feldvögel und Feldhase optimiert werden? *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft* 272: 1-14.

## Nachhaltige Landschaftsgestaltung auf Gut Adolphshof

Debbert, K.<sup>1</sup> und van Elsen, T.<sup>2</sup>

*Keywords: nature protection, landscape development, biodiversity*

### Abstract

*The Demeter-farm "Gut Adolphshof" in Lower Saxony, Germany, is a good example for a conscious process of landscape development on farm level. How did the structure of the landscape change in the past, and which motives and questions for further development are crucial for the farmers today? – Based on the analysis of the landscape development in the past interviews were carried out with stakeholders who are involved in the planning and the present development of the farmland at Gut Adolphshof. During 180 years of cultivation a well structured and diverse cultural landscape has been produced. Today's challenge is to preserve and further develop this heritage by involving care farm activities (social therapy).*

### Einleitung und Zielsetzung

Der niedersächsische Demeter-Betrieb „Gut Adolphshof“ wurde als Beispiel für einen Hof untersucht, dessen Bewirtschafter darum bemüht sind, die Diversität der 180 Jahre alten Hoflandschaft mit ihren 160 ha Gesamtfläche zu erhalten und eine naturverträgliche Kulturlandschaftsentwicklung in ihr Wirtschaften einzubeziehen. Ziel der Untersuchung war, die Landschaftsentwicklung unter den Einflüssen der Bewirtschaftung bis heute zu rekonstruieren und aktuelle Entwicklungsfragen zu thematisieren.

### Methoden

Zur Erfassung der Hofgeschichte wurden Quellen aus dem umfangreichen Hofarchiv, privaten Haushalten, Kreis- und Stadtarchiven sowie persönliche Mitteilungen ausgewertet. Mit ausgewählten Akteuren des Gutes wurden Gespräche zu ihren Motiven sowie Ansätzen und Perspektiven der zukünftigen Entwicklung der Hoflandschaft geführt: Eine aktive Landwirtin, die für Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit zuständige Person, der Vorsitzende des gemeinnützigen Trägervereins, der Heimleiter der sozialtherapeutischen Einrichtung auf dem Gut sowie der Jagdpächter wurden mittels qualitativer Interviews (vgl. Strauss & Corbin 1996) befragt. Themen waren persönliche Beweggründe, sich an der Landschaftsentwicklung zu beteiligen, Ansichten zu Charakteristika und Besonderheiten der Hoflandschaft sowie Einschätzungen zu möglichem Handlungsbedarf. Zur Analyse wurden die Interviews transkribiert (Kowal & O'Connell 2000) und die Original-Aussagen in Themenkategorien zusammengefasst.

### Ergebnisse und Diskussion

Das Gut, 30 km östlich von Hannover gelegen, wurde 1825 im Übergang der Lüneburger Heide zur Magdeburger Börde gegründet. Die Dolger Heide war zuvor Weideland der angrenzenden Gemeinden. Die wechselhaften und von Staunässe

---

<sup>1</sup> Am Damm 9, D-37218 Witzenhausen-Gertenbach, Deutschland, campesino@nuclearfree.de

<sup>2</sup> Universität Kassel, FÖL/ PETRARCA e.V., Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen, Deutschland, E-mail: velsen@wiz.uni-kassel.de

geprägten Bodenverhältnisse machten zuvor eine ackerbauliche Nutzung ohne Drainage uninteressant. Durch Tonabbau und Entwässerung ist während der Inkulturnahme ein Netz aus Bächen und Teichen entstanden. Die teils als Alleen angelegten Hauptwege verlaufen entlang der Haupthimmelsrichtungen mit dem Hofkern in der Mitte. Auf Flächen mit geringer Ertragserwartung wurde das Weideland belassen oder kleinere Waldstücke angepflanzt. Auf besseren Böden der südlichen Hofflächen entstanden großflächigere Schläge als im Norden, der kleiner parzelliert und durch Hecken und Grünland geprägt ist. Landwirtschaft, bewusste Gestaltung und Untergliederung der Wirtschaftsflächen waren seit der Gutsgründung in die Landbewirtschaftung integriert. Ohne Flurbereinigung erhielt sich über die Bewirtschaftungsgenerationen hinweg die Vielfalt und Strukturierung durch Wasserläufe, Feuchtbiotop, Obstanlagen, Hecken, Wälder und Parks mit hoher Biodiversität.

Bei der Befragung der heute Aktiven wurden als persönliche Motive zur Beteiligung an der Hoflandschaftsentwicklung deren Erholungswirkung, die Freude am Naturerleben generell, positive Erfahrungen bei der Landschaftsarbeit und weltanschauliche Aspekte genannt. Hauptmerkmale des Hofcharakters sind für die Befragten die räumliche Durchdringung gestalteter und ungestalteter Bereiche, das Zusammenspiel von Boden und Wasser (insbesondere dessen problematisches Überangebot), das Abbilden menschlicher Planungen auf die Struktur und Gliederung der gesamten Hoffläche und die reichen Obstbestände. Handlungsbedarf bestehe in der Erschließung der Landschaft für den Menschen. Landschaftsentwicklung wird als Prozess im Sozialgefüge des Hofes gesehen, indem verschiedenen Interessen zunächst untereinander respektiert und diskutiert werden müssen, bevor konkrete Gestaltungsmaßnahmen in Angriff genommen werden können. Dabei sollen außerdem die landschaftseigenen Gegebenheiten berücksichtigt und nicht von persönlichen Interessen überprägt werden. Als Herausforderung ergibt sich, an den aus Gestaltungsimpulsen früherer Generationen resultierenden individuellen Charakter der Landschaft des Gutes anzuknüpfen. Der Einbezug möglichst vieler Personen in den Wahrnehmungsprozess wird als Möglichkeit gesehen, sich ein umfassenderes Bild als Gestaltungsgrundlage zu erarbeiten.

Eine aktuelle Herausforderung für die Weiterentwicklung der Kulturlandschaft stellt die auf dem Gut ansässige sozialtherapeutische Einrichtung dar, deren Menschen mit Behinderung in die Landschaftsarbeit mit einbezogen werden. Die Heimleitung schätzt Landschaftsarbeit als sinnvolle Tätigkeit für die Betreuten, die sich durch einen strukturierten Lebensbereich ein Umfeld mit direkterem Bezug schaffen, in dem sie sich zu Hause fühlen und festigen können (vgl. van Elsen & Schuler 2008). Weitere Perspektiven ergeben sich durch direkten Einbezug von Schülern, Führungen und weitere Öffentlichkeitsarbeit zur Vermittlung von Naturerfahrungen. Durch die Beteiligung von Außenstehenden in die aktuelle Landschaftsentwicklung werden die Bewirtschafter durch einen erweiterten Personenkreis unterstützt: Eine gute Voraussetzung, weiterhin vorbildlich Ziele der Landschaftsentwicklung in die Bewirtschaftung zu integrieren.

## Literatur

- Kowal, S., O'Connell, D. C. (2000): Zur Transkription von Gesprächen. - In: Flick, U. (Hrsg.) (2000): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. – Rowohlt: 437-447, Reinbeck, 768 S.
- Strauss, A., Corbin, J. (1996): Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. – Psychologie Verlags Union, Weinheim, 227 S.
- van Elsen, T., Schuler, Y. (2008): Designing landscapes for different client groups. – In: Dessein, J. (Hrsg.): Farming for Health. Proceedings of the Community of Practice Farming for Health, 6 - 9 Nov. 2007, Ghent, Belgium. ILVO: 151-164. Merelbeke, Belgien.

## **Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs**

Frauenschuh, E. M.<sup>1</sup>, Kromp, B.<sup>1</sup>

*Keywords: organic farming, arable pests, wheat bugs, climate change, Eastern Austria*

### **Abstract**

*From the year 2000 onwards, organic farmers in Eastern Austria have been complaining about damages in arable crops by former inconspicuous or recently immigrated insect pests. In our project, the recent obvious changes in occurrence of arable pests were investigated with respect to climate change. The literature was evaluated focussing on Austria and the adjacent Eastern Middle European countries. Further on, conspicuously, weather-related pest outbreaks in Austria in the last years were documented by interrogating plant protection experts. For a number of species from cereals, root crops, oil-, protein- and fodder crops, in recent years an increasing pest pressure was stated, caused rather by changes in cultivation systems (crop rotation, reduced soil cultivation) than by climate change. Several other pests, mainly from cereals (including maize) showed pest outbreaks from 2000 onwards, with a maximum in the extremely warm and dry year 2003. In a case study, the weather and climate-related background for the distribution and abundance of wheat bugs (*Eurygaster* sp., *Aelia* sp.) was investigated. In comparing the "wheat bug years" 1953 and 2003, similarities in weather trends were detected which might have caused the bug outbreaks in both years. Concluding, the implementation of a long-term monitoring system for pest occurrence and climate change is recommended aiming at risk avoidance of climate-related pest calamities in the future.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

In den letzten Jahren ist es im österreichischen Bio-Ackerbau zu augenscheinlichen Veränderungen im Schädlingsspektrum gekommen: altbekannte, regelmäßig auftretende Schädlinge wie z.B. der Erbsen-Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*) und Drahtwürmer (*Elateridae*) nahmen an Häufigkeit und Schadwirkung zu. Bekannte, aber in den letzten Jahrzehnten unauffällig gebliebene Schädlinge wie z.B. Getreidewanzen (*Eurygaster* sp., *Aelia* sp.) und Getreideblattläuse (*Aphididae*) als Überträger des Gelbverzwergungsvirus und Rübenderbrüssler (*Bothynoderes punctiventris*) verursachten plötzlich regional bzw. lokal schwere Schäden. Auch neu zugewanderte Schädlinge wie z.B. der Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*) traten in Österreich erstmalig als Schädlinge im biologischen Anbau in Erscheinung. Im Projekt StartClim2005.C3a (Grünbacher et al. 2006) wurde untersucht, ob und inwieweit diese Veränderungen im ostösterreichischen Bio-Ackerbau auf die Klimaänderung zurückzuführen sind.

### **Methoden**

Mittels Literaturrecherche wurde der Status Quo von ausgewählten Schädlingen erhoben und Zusammenhänge zwischen Klimafaktoren und Biologie bzw. Auftreten von Schadinsekten mit Schwerpunkt auf Österreich und angrenzende Länder Ost-Mitteleuropas erhoben. Rezente Änderungen im Schädlingsspektrum der letzten Jahre (etwa ab 2000) sowie Änderungen in Häufigkeit und Verbreitung einzelner

---

1 Bio Forschung Austria, Rinnböckstr. 15, 1110 Wien, Austria, office@bioforschung.at



auffällig gewordener Arten wurden durch die Befragung von Pflanzenschutzexperten der Landwirtschaftskammern Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland und Steiermark ermittelt. Als Fallstudie wurde der Schädlingskomplex der Getreidewanzen bearbeitet, dessen Statusveränderungen am ehesten auf Klimaveränderungen zurückzuführen sein schienen. Die Klimadaten, die der Darstellung der Fallstudien-Ergebnisse und ihrer Interpretation dienen, wurden von H. Formayer vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien erstellt (Grünbacher et al. 2006). Weitere Auskünfte wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien eingeholt.

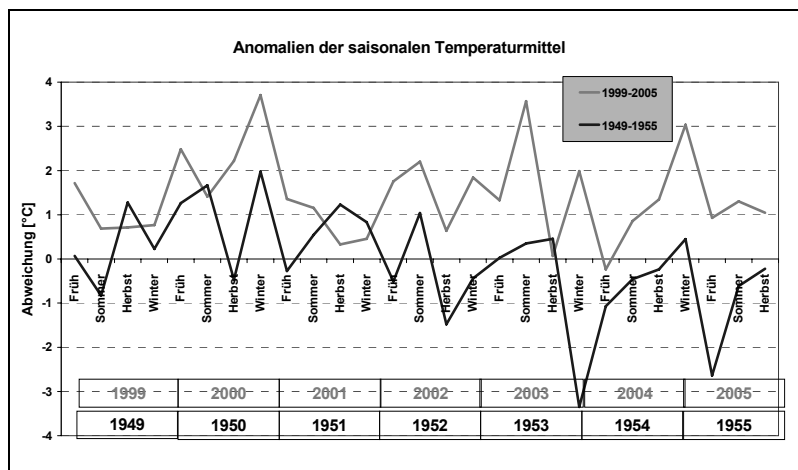
### Ergebnisse und Diskussion

Die Literaturrecherche nach dokumentierten Zusammenhängen zwischen Klimafaktoren und Biologie bzw. Auftreten von Schadinsekten zeigte, dass Angaben zur Klimaabhängigkeit der Biologie auffällig gewordener Schädlinge v.a. aus der älteren Literatur vor 1960 stammen. Zu rezenten, klimabedingten Statusveränderungen von Schädlingen wurde kaum publizierte Literatur gefunden.

Zu den bemerkenswerten, witterungsbedingten Schädlingsausbrüchen zählt die Massenvermehrung von Getreideblattläusen, die im Frühjahr 2002 als Vektoren eine noch nie da gewesene Epidemie der virösen Gelbverzwergung an Wintergetreide verursachten. Dadurch wurden die Wintergerstenbestände in Ostösterreich so schwer geschädigt, dass über 20.000 ha Wintergerste umgebrochen werden mussten (Besenhofer 2003). Ausgelöst wurde die Massenvermehrung durch den extrem warmen Oktober 2001. In den Jahren 2002 und 2003 verursachten Erbsenblattläuse (*Acyrtosiphon pisum*) schwere Ertragseinbrüche in biologisch angebauter Körnererbse im Burgenland und in Niederösterreich (Gröss, mündl.). Erstmals seit 1953 und 1954 kam es im Burgenland im Jahr 2003 zu einem Schadausbruch der Getreidewanze (Schöggel et al. 2005), die durch „Wanzenstich“ die Backqualität des Mhlweizens zerstört. Wie die Befragung der Pflanzenschutzexperten ergab (Tab. 1), wurde für eine Reihe von Schädlingen aus Getreidekulturen (z.B. Getreidehähnchen (*Oulema melanopus*), Drahtwurm, Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*), Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)), Hackfrüchten (z.B. Kartoffelblattläuse, Drahtwurm, Rübenderbrüssler), Körner- und Futterleguminosen (Erbsen-Blattrandkäfer, lokal: Kleespitzmäuschen (*Apion sp.*), Luzerneblattnager (*Hypera postica*)) und Ölfrüchten (Kohlerdfloh (*Phyllotreta nemorum*), Kohlflye (*Delia radicum*), Kohlschotenrüssler und -mücke (*Ceuthorrhynchus assimilis* und *Dasineura brassicae*)) ein in den letzten Jahren zunehmender Schadendruck festgestellt. Dessen Ursachen können aber nicht eindeutig der Klimaerwärmung zugeordnet werden, sondern sind auch in Änderungen im Bewirtschaftungssystem (z.B. Fruchtfolge, Wegfall von insektiziden Wirkstoffen) und in den Landnutzungsmustern (z.B. Stilllegungsflächen) zu suchen. Andere Schädlinge dagegen, v.a. aus dem Getreide- und Maisanbau (z.B. Getreidewanze, Getreidehalmwespe (*Cephus pygmaeus*), Getreideblattläuse, Getreidelaubkäfer (*Anisoplia austriaca*), Picknickkäfer (*Glischrochilus quadrisignatus*)) zeigten Schadausbrüche in einzelnen Jahren ab dem Jahr 2000, mit Höhepunkt im extrem warmen und trockenen Jahr 2003. Auch der aus Südungarn einfliegende Baumwollkapselwurm trat im Jahr 2003 sowohl im Mais als auch in Gemüsekulturen (Grüne Paprika, Tomaten, Grüne Bohnen) im Freiland wie unter geschlossenem Anbau als Schädling in Erscheinung (Kahrer 2003).

**Tab.1: Tendenz des Schadaufretens von Schadinsekten aus Acker- und Feldgemüsebau seit dem Jahr 2000 in Niederösterreich, Burgenland, Steiermark und Oberösterreich aus Befragungsergebnissen der Pflanzenschutzexperten**

Schädling	Niederösterreich	Burgenland	Steiermark	Oberösterreich
Getreideblattläuse/ BYDV-Virus	2002	2002, seither vorhanden	2002	2002
Getreidewanze	2003	2003		
Getreidehähnchen	gleichbleibend	zunehmend	gleichbleibend	zunehmend
Drahtwurm	zunehmend	zunehmend seit 2003	zunehmend	zunehmend
Maiszünsler	zunehmend	zunehmend	gleichbleibend	zunehmend
Maiswurzelbohrer	zunehmend	zunehmend	zunehmend	
Kartoffelblattläuse	zunehmend		zunehmend	gleichbleibend
Rübenderbrüssler	2003, 2004	2003, 2004	vorhanden	
Erbsen-Blattrandkäfer	zunehmend			zunehmend
Kleespitzmäuschen			zunehmend	zunehmend
Luzerneblattnager		zunehmend		
Kohlerdfloh				2003
Kohlflye				zunehmend seit 2004
Kohlschotenrüssler und -mücke				zunehmend
Getreidehalmwespe	2003			vorhanden seit 2004
Picknickkäfer				2003
Baumwollkapselwurm	2003	2003	2003	



**Abb. 1: Abweichungen vom 30-jährigen Temperaturmittel (0-Linie) in den Vor- und Nachlaufjahren der Jahre 1953 bzw. 2003 mit Schädlingsausbrüchen der Getreidewanzen in Ostösterreich; Klimadaten der Station Neusiedl/See, ZAMG.**

Fallstudie Getreidewanze: Eine mit Daten aus Bullmann & Faber (1958) erstellte Verbreitungskarte der Getreidewanze (Grünbacher et al. 2006, p.37) zeigt den

Schwerpunkt des Schadauftritts im vom pannonischen Klima beeinflussten Ostösterreich, v.a. im Burgenland. Ein ähnliches Verbreitungsbild lässt sich aus den Meldungen von Landwirten aus dem Jahr 2003 vermuten. Die Massenentwicklung der Getreidewanzen in den „Wanzenjahren“ 1953 und 2003 dürfte durch die extrem warme und trockene Witterung dieser Jahre ausgelöst worden sein. Die Jahre davor dürften bereits den sukzessiven Aufbau der Populationen begünstigt haben, da sie jeweils höhere Sommertemperaturen aufwiesen als im 30-jährigen Durchschnitt (Abb. 1). In den Jahren seit 2003 blieb die Getreidewanze unauffällig, was auf die wieder eher durchschnittlichen Witterungsverhältnisse mit kühlfeuchten Frühjahrs- bzw. Sommerperioden zurückzuführen ist.

### Schlussfolgerungen

Seit dem Jahr 2000 sind in Österreich Veränderungen im Schädlingsauftreten und im Schadendruck feststellbar. Vor allem in der Abfolge der klimatisch abweichenden Jahre kam es zur Massenvermehrung von Schädlingen. Die Änderungen im Schädlingsstatus seit 2000 mit einem Höhepunkt im Hitze- und Dürrejahr 2003 sind beim derzeitigen Wissensstand nur in wenigen Fällen kausal direkt auf Witterung und Klima zurückführbar, da ein Komplex von anderen Ursachen wie Veränderungen in der Fruchtfolge, Landschaftsstruktur, Bodenbearbeitung u.a. auslösend gewesen sein kann. Dennoch sollte derartigen Veränderungen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, indem bestehende Monitoring- und Beobachtungssysteme für Schädlinge erhalten bzw. ausgebaut werden und für die einzelnen Anbauregionen repräsentative, kulturrelevante Monitoring-Systeme neu aufgebaut werden, um weitere Veränderungen erkennen und rechtzeitig darauf reagieren zu können.

### Danksagung

Diese Studie war als Teilprojekt StartClim2005.C3 in die Projektreihe StartClim2005 "Klimawandel und Gesundheit" eingebettet (<http://www.austroclim.at/startclim/>), gefördert aus Mitteln des BMLFUW und des BMGF." Dank gilt den Pflanzenschutzexperten J. Schmiedl, W. Weigl, H. Köppl, H.J. Mader und P. Klug der Landwirtschaftskammern Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland und Steiermark für die wertvollen Informationen.

### Literatur

- Grünbacher E. M., Kromp B., Formayer H., Hann P. (2006): Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs. Endbericht zum Projekt StartClim2005.C3-a. In StartClim2005: Klimawandel und Gesundheit. BMLFUW, BMGF, Umweltbundesamt, Wien
- Besenhofer G. (2003): Pflanzenkrankheiten – ein zunehmendes Problem. In Tagungsband Wintertagung 2003: Neue Herausforderungen – neue Antworten des ökosozialen Forum Österreich, BAL Gumpenstein, S. 81-86.
- Schöggel G., Cate P., Krüpl C., Oberforster M., Werteker M. (2005): Gefährdung der Backqualität von Weizen durch Wanzenstich. Mühle + Mischfutter 142:430-432.
- Kahrer A. (2003): Probleme mit einem neuen Schädling: Wenn in Gemüse, Mais & Co der Wurm drinnen ist! Der Pflanzenarzt 11-12:4-6.
- Bullmann O., Faber W. (1958): Studien zum Getreidewanzenproblem. Pflanzenschutzberichte 20: 33-159.



# **Biolandbau international**

## Entwicklung von Strategien zur Ausdehnung des Ökologischen Landbaus in Luxemburg

Szerencsits, M., Ruppert, J., Dahlmann, C. und Heß, J.<sup>1</sup>

*Keywords: increase of organic farming, conversion, decision process, motives, barriers.*

### Abstract

*To develop strategies for the increase of organic production in Luxembourg, NGOs have initiated this empirical study. In total about 120 farmers will be interviewed to investigate motives and barriers for conversion and attitudes towards organic farming. Results are recommendations for political activities, information and advice. First results show surprising similarities with a study in Lower Saxony in 2003: Motives and barriers for conversion seem to be relatively independent of structural conditions and the development of the organic market. The differences are more obvious according to farmers interest, attitudes and knowledge about organic farming.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Nachfrage nach Ökoprodukten wächst in Luxemburg seit Jahren und der Verbrauch übersteigt die inländische Erzeugung. Deshalb können in Luxemburg die positiven Effekte des Ökologischen Landbaus für den Natur-, Umwelt- und Klimaschutz aber auch für die inländische Wirtschaft nicht in vollem Maße zur Geltung kommen. Vor diesem Hintergrund wird im Auftrag von Umweltorganisationen untersucht,

- weshalb luxemburgische Landwirte zögern, trotz der positiven Marktentwicklung und angesichts gestiegener Rohstoff- und Energiepreise ihre Betriebe auf Ökologischen Landbau umzustellen.
- Ein weiteres Ziel ist die Identifikation von Maßnahmen zur Stimulierung einer nachhaltigen Ausdehnung. Hierfür wird untersucht, inwieweit die ökonomischen Rahmenbedingungen für die Umstellung zu verbessern sind oder ob in erster Linie Maßnahmen zu ergreifen sind, die im sozialen Kontext ansetzen und individuelle Unterstützung gewährleisten.

Frühere Untersuchungen der Umstellung auf Ökologischen Landbau widmeten sich überwiegend der Analyse statistisch nachweisbarer Zusammenhänge zwischen den relevanten Faktoren und der Ermittlung der durchschnittlich bedeutsamsten Umstellungshemmnisse (z. B. Schramek & Schnaut 2004; Kirner 2001). Einzelne AutorInnen (z. B. Darnhofer et al. 2005; Bokelmann & König 2003) wählten hingegen einen qualitativen Ansatz und suchten nach Erklärungen für die individuellen Entscheidungsprozesse der Landwirte. Inwieweit bisherige Untersuchungen auf die aktuelle Situation der luxemburgischen Landwirte übertragbar sind, ist angesichts unterschiedlicher wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen jedoch fraglich. Insbesondere wegen der dynamischen Entwicklung des Ökomarktes sowie der Preise für landwirtschaftliche Produkte und Energie könnte die ungeprüfte Anwendung von Ergebnissen früherer Untersuchungen das Schnüren ineffektiver Maßnahmenbündel für die gezielte Ausdehnung zur Folge haben.

---

<sup>1</sup> Alle Autoren: Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, szerenc@uni-kassel.de, www.wiz.uni-kassel.de/foel.

## Methoden

Zur Beantwortung der Frage, weshalb Landwirte zögern, ihre Betriebe umzustellen, und zur Entwicklung einer Strategie für die Ausdehnung der ökologischen Erzeugung wurde ein zweistufiges Verfahren gewählt. Im ersten Teil wurden 19 Landwirte in den Sommermonaten 2008 vor Ort persönlich mit durchwegs offenen Fragen interviewt (Dauer ca. 50 Minuten). 12 der befragten Landwirte wirtschafteten zum Zeitpunkt der Befragung konventionell. Von diesen hatten sich sechs ausführlicher über den Ökologischen Landbau informiert oder eine Umstellung in Erwägung gezogen. Von den sieben ökologisch wirtschaftenden Landwirten, lag bei zweien der Einstieg in den Ökologischen Landbau weniger als fünf Jahre zurück. Die Landwirte wurden zu umstellungsrelevanten Faktoren und zur Entwicklung der Landwirtschaft, des Ökolandbaus und des eigenen Betriebes befragt. Die verwendeten Interviewleitfäden enthielten einige Fragen, die in Niedersachsen bereits von 2002 bis 2004 für eine Untersuchung benutzt wurden (Szerencsits 2007). Dies ermöglichte direkte Vergleiche mit den Aussagen von Landwirten, die sich unter sehr unterschiedlichen Bedingungen mit einer Umstellung befasst bzw. den Ökolandbau bewertet haben. Die Interviewprotokolle wurden in einem mehrstufigen Auswertungsverfahren zunächst mit einem induktiven Vorgehen inhaltsanalytisch ausgewertet (Mayring 2000). Die ermittelten Faktoren wurden entsprechend ihrer systemischen Wirkungsebenen und ihrer Spezifik für die Umstellungsentscheidung geordnet. Durch systematische Vergleiche wurde anschließend ihre Bedeutung für den Umstellungsprozess unter Berücksichtigung theoretischer Ansätze (z. B. Aronson et al. 2004; Greve 2002; Lantermann 1999; Dörner 1998) untersucht. Ergänzend werden die betriebswirtschaftlichen Bedingungen für die ökologische Betriebsführung jenen der konventionellen gegenüber gestellt und Vergleiche mit Regionen in Österreich und Deutschland, die ähnliche Strukturen aber einen höheren Anteil Ökologischer Landwirtschaft aufweisen, durchgeführt. Auf dieser Basis wird gemeinsam mit Akteuren der luxemburgischen Landwirtschaft und des Umweltschutzes ein Maßnahmenpaket für die Ausdehnung des Ökolandbaus erarbeitet. Die Ergebnisse der ersten Phase bilden die Grundlage für die Erarbeitung eines standardisierten Fragebogens, mit dem im Herbst 2008 ca. 100 Landwirte telefonisch zu den zentralen Faktoren und Maßnahmen interviewt werden. Die repräsentativen Ergebnisse des zweiten Projektteils liegen deshalb erst gegen Ende 2008 vor.

## Vorläufige Ergebnisse und Diskussion

In Übereinstimmung mit Knoepfel und Zimmermann (1993) legen die vorläufigen Ergebnisse die Schlussfolgerung nahe, dass das Verhalten von Landwirten nicht eindeutig auf einzelne Faktoren zurückgeführt werden kann. Für die Beschreibung eignet sich eher ein interaktiv vernetztes Faktorgewebe, in dem die Faktoren in vielfältiger Weise miteinander in Wechselwirkung stehen. Aus systemischer Sicht kann dieses Gewebe in drei Wirkungsebenen gegliedert werden:

Generelle Bedingungen: Trotz der positiven Marktentwicklung der vergangenen Jahre wurde von fast allen befragten konventionell wirtschaftenden Landwirten bezweifelt, dass diese positive Entwicklung anhalten würde. Sie gehen davon aus, dass die Marktanteile und Preise für Ökoprodukte wieder sinken werden, weil sich die Konjunktur abschwächt und Konsumenten künftig nicht in der Lage sein würden, sich teurere Lebensmittel zu leisten. Im Falle einer stärkeren Ausdehnung befürchten sie sogar eine Gefährdung der Nahrungsmittelversorgungssicherheit. Ihrer Ansicht nach reichen die aktuellen Ausgleichszahlungen für den Ökolandbau in Luxemburg (für Ackerland und Grünland in den ersten drei Jahren 200 €/ha und in den Folgejahren 150 €/ha) nicht aus, um Mindereinnahmen auszugleichen. Die politische Unterstützung ist nach Ansicht einiger Landwirte nicht ausreichend und es bestehen Zweifel an deren Vertrauenswürdigkeit. Darüber hinaus werden nationale Qualitätsprogramme

für konventionelle Produkte positiver bewertet und als ausreichend empfunden. Ökolandwirte bewerten die Entwicklung des Ökolandbaus hingegen durchwegs positiv und bedauern, dass die konventionellen Kollegen zögern, umzustellen.

Betriebliche und soziale Faktoren: Haupthemmnisse für eine Umstellung sind nach Ansicht einiger konventionell wirtschaftender Landwirte ackerbauliche und arbeitswirtschaftliche Probleme. Die Anforderungen an die Betriebsführung und Lohnkosten seien höher und die Fruchtfolgegestaltung aufwändiger. Einzelne befürchten eine negative Entwicklung des Betriebseinkommens und Absatzprobleme sowie mangelnde Unterstützung durch Berater. Die meisten konventionellen Betriebsleiter sahen zudem keinen Bedarf, Grundlegendes an ihrem Betrieb zu verändern. Von einigen Landwirten wurde betont, dass Kollegen nicht viel vom Biolandbau halten oder dass ihnen selbst eher negative Beispiele von Ökolandwirten bekannt sind. Die Ökolandwirte waren bis auf eine Ausnahme mit ihrer Arbeit weitgehend zufrieden. Belastend wurde in einem Fall die hohe Arbeitsbelastung empfunden und in einem anderen Fall führte die Änderung der Hygiene- und Tierhaltungsbestimmungen zur Aufgabe der Milchviehhaltung und der Aufnahme eines außerlandwirtschaftlichen Erwerbs.

Persönlichkeitsbezogene Faktoren: Von konventionell wirtschaftenden Landwirten mit geringem Interesse oder eher ablehnender Haltung gegenüber dem Ökologischen Landbau wurden in der Regel grundlegende Zweifel an der Machbarkeit und Sinnhaftigkeit der ökologischen Betriebsführung geäußert. Landwirte, die eine Umstellung bereits in Erwägung gezogen hatten, wiesen auf die hohen Anforderungen und entsprechenden Weiterbildungsbedarf hin. Ein Haupthemmnis für die Umstellung war in der Regel das mit der Umstellung verbundene Risiko bzw. die Ungewissheit, anstehende Veränderungen erfolgreich bewältigen zu können. Die befragten Ökolandwirte benannten eine Vielzahl persönlicher Motive (z. B. Forscherdrang, Umweltschutz, Anthroposophie) und betonten, dass es für sie undenkbar wäre, ihren Betrieb konventionell zu führen, auch wenn dies mit wirtschaftlichen Vorteilen verbunden wäre. Für einen Ökolandwirt war die geringere Abhängigkeit von der Agroindustrie eines der bedeutendsten Umstellungsmotive.

Vergleich mit anderen Ergebnissen: Dieses Bild deckt sich weitgehend mit den Untersuchungsergebnissen in Niedersachsen. Insbesondere zum Konsumentenverhalten und der Marktentwicklung waren einzelne Aussagen konventioneller Landwirte trotz der höchst unterschiedlichen Bedingungen nahezu identisch. Deutlich ausgeprägt waren auch die Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betriebsleitern. Dies legt die Schlussfolgerung nahe, dass die Einschätzung der generellen Bedingungen stark von der aktuellen Wirtschaftsweise beeinflusst wird. Dies könnte einerseits durch unterschiedliche Informationsgrade bestimmt sein. Andererseits könnte es auch im Bestreben nach Vermeidung kognitiver Dissonanz und dem Bestreben, aktuelles Handeln zu rechtfertigen, begründet sein (vgl. Aronson et al. 2004). Die empirischen Befunde bestätigen zudem die Anwendbarkeit von Phasenmodellen für die Umstellung (Szerencsits 2007; Padel 2001; Rogers 1995). Landwirte können einerseits hinsichtlich ihres Kenntnisstandes bzw. ihrer Erfahrungen in Phasen gegliedert werden. Sinnvoll ist zudem die Unterscheidung hinsichtlich ihres Interesses am Ökologischen Landbau, da dieses für Aktivitäten zur Informationsbeschaffung und die Intensität der Auseinandersetzung den zentralen Antrieb darstellt. Phasenmodelle verdeutlichen zudem, dass sich die Bedeutung einzelner Faktoren sowie die Zusammensetzung der relevanten Motive und Hemmnisse im Verlaufe des Entscheidungsprozesses, der mehrere Jahre dauern kann, verändert. Von Padel (2008) wurde zudem betont, dass die Veränderung von Motiven auch nach Durchführung der Umstellung anhält.

Die Umstellung eines landwirtschaftlichen Betriebs setzt voraus, dass ein(e) Betriebsleiter(in) zu weitreichenden Veränderungen von betrieblichen Abläufen bereit ist und sich umfangreiches Wissen aneignet, um diese mit Erfolg bewältigen zu können. Wobei die Anforderungen höher sind, je intensiver ein Betrieb geführt wird und je



größer der Veränderungsbedarf ist. In der Regel ist eine Umstellung deshalb auch bei bester Vorbereitung mit unvorhersehbaren Risiken und vielfältigen sozialen und persönlichen Veränderungen verbunden. Um sich der Summe dieser Anforderungen zu stellen, bedarf es aus Sicht der Landwirte triftiger Gründe, die in der Regel erst durch Veränderungen individueller Einstellungen und Werte sowie betrieblicher Merkmale ihre volle Überzeugungskraft entfalten. Für das Vorankommen in den einzelnen Phasen des Entscheidungsprozesses ist das jeweilige Ergebnis eines internen Abwägungsprozesses ausschlaggebend, der nur teilweise bewusst und rational abläuft – die Ermittlung der individuellen relativen Vorzüglichkeit. Da bei der Abwägung Faktoren zu berücksichtigen sind, deren künftige Ausprägung kaum vorhersehbar ist, steigt mit der Höhe der Unbestimmtheit die Bedeutung emotionaler Prozesse (Lantermann et al. 1992).

## Literatur

- Aronson E., Wilson T. D. Und Akert R. M. (2004): Sozialpsychologie. München: Pearson Studium.
- Bokelmann W. und König B. (2003): Hinderungsgründe für die Umstellung von Wein-, Obst- und Gartenbaubetrieben (Gemüsebaubetrieben) auf ökologische Wirtschaftsweisen in verschiedenen Regionen Deutschlands und Möglichkeiten ihrer Minderung. Bericht. Bonn: BLE. (Zitierdatum: 29-9-2006) Abrufbar unter: <http://www.orgprints.org/4784>
- Darnhofer I., Schneeberger W. Und Freyer B. (2005): Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale. *Agriculture and Human Values* 22 (1): 39-52. [http://www.boku.ac.at/fileadmin/\\_H933-oekolandbau/Personen/Freyer/publikationen/AgHumVal\\_367\\_revised.pdf](http://www.boku.ac.at/fileadmin/_H933-oekolandbau/Personen/Freyer/publikationen/AgHumVal_367_revised.pdf)
- Dörner D. (1998): Bauplan für eine Seele. Reinbek: Rowohlt.
- Greve W. (2002): Handlungstheorien. In: Theorien der Sozialpsychologie. Band 2: Gruppen-, Interaktions- und Lerntheorien. S. 300-326. Hg.: Frey D. und Irie M.; Bern, Göttingen: Huber.
- Kirner L. (2001): Die Umstellung auf Biologischen Landbau in Österreich. Potential - Hemmnisse – Mehrkosten in der biologischen Milchproduktion. Schriftenreihe 92. Wien: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.
- Knoepfel P. Und Zimmermann, W. (1993): Gewässerschutz in der Landwirtschaft - Evaluation und Analyse des föderalen Vollzugs. Ökologie und Gesellschaft, Band 7. Basel: Verlag Helbing & Lichtenhahn.
- Lantermann E.-D., Döring-Seipel E. Und Schima P. (1992): Ravenhorst - Gefühle, Werte und Unbestimmtheit im Umgang mit einem ökologischen Scenario. München: Quintessenz.
- Lantermann E.-D. (1999): Zur Polytelie umweltschonenden Handelns. In: Umweltgerechtes Handeln: Barrieren und Brücken. S. 7-19. Hg.: Linneweber V. und Kahls E.; Berlin: Springer.
- Mayring P. (2000): Qualitative Inhaltsanalyse - Grundlagen u. Techniken. Weinheim: Beltz.
- Padel S. (2001): Conversion to organic farming: A typical example of the diffusion of an innovation? *Sociologia Ruralis* 41 (1): 40-61.
- Padel S. (2008): Values of organic producers converting at different times: Results of a focus group study in five European countries. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology (IJARGE)* 7 (1/2): 63-77. [http://orgprints.org/9258/01/Padel\\_Values\\_IJARGE\\_08.pdf](http://orgprints.org/9258/01/Padel_Values_IJARGE_08.pdf)
- Rogers E. M. (1995): Diffusion of innovations. 4. ed. New York: Free Press.
- Schramek J. und Schnaut G. (2004): Hemmende und fördernde Faktoren einer Umstellung auf ökologischen Landbau aus Sicht landwirtschaftlicher Unternehmer/innen in verschiedenen Regionen Deutschlands. Bericht. Bonn: BLE. (Zitierdatum: 15-9-2006) Abrufbar unter: <http://www.orgprints.org/8035>
- Szerencsits M. (2007): Grundlagen für den Wasserschutz durch Ökologischen Landbau - Ableitung einer Ad-hoc-Theorie der Umstellung und Diskussion der Rahmenbedingungen für die gezielte Ausdehnung. Dissertation Universität Kassel. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

## Ausstieg aus der zertifiziert ökologischen Landwirtschaft in Norwegen – Motivation und anschließende Wirtschaftsweise

Koesling, M.<sup>1</sup> und Løes, A.-K.<sup>2</sup>

*Keywords: Opting out, motivation, regulations, Norway, certification*

### Abstract

*From 2002 to 2006, 7 % of the certified organic farmers in Norway opted out. A combination of a qualitative and quantitative approach was used to explore how many farmers consider to opt out, their reasons for this, and how close to or far from the organic principles they plan to manage the farm afterwards. 24 % of the certified organic farms consider to opt out in the next 5 to 10 years. The main reasons were frustration about certification, too low subsidies and premium prices, and unpredictable political frame conditions. Most plan to change to conventional farming, but more than 25 % plan to practice close to organic standards, with no or little use of pesticides and artificial fertilizers. These farmers sell about 25 % of their produce directly to consumers. Farmers opting out seem to be influenced by the organic principles, and it would be misleading to call the process "re-conversion", which implies a transition to conventional farming.*

### Einleitung und Zielsetzung

In vielen Ländern Europas hat die Zahl der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in den letzten Jahren nicht mehr zugenommen oder ist sogar rückläufig gewesen. In den Statistiken wird die Zahl der zertifizierten ökologisch wirtschaftenden Betriebe und Flächen angegeben. Dies ist sinnvoll, da die Vermarktung von Produkten als „ökologisch“ normalerweise eine Zertifizierung voraussetzt. Im Januar 2008 gab es 2611 zertifizierte Öko-Betriebe in Norwegen, und der Anteil ökologisch bewirtschafteter Fläche betrug 3,9 % (Anonym 2008). Die Regierung strebt einen Anteil von 15 % ökologischer Produktion bis 2015 an. Es ist deshalb problematisch, dass sich von 2002 bis 2006 jährlich gut 7 % der Betriebe nicht mehr als Öko-Betriebe zertifizieren ließen. In diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie viele LandwirtInnen überlegen, sich zukünftig abzumelden, was die wichtigsten Gründe dafür sind und wie sie planen, danach zu wirtschaften. Es zeigte sich, dass eine bedeutsame Gruppe auch weiterhin inspiriert von den ökologischen Richtlinien wirtschaften will, allerdings ohne sich zertifizieren zu lassen. Diese Gruppe ist bislang wenig beschrieben und wurde deshalb genauer untersucht.

### Methoden

In dem norwegischen Forschungsprojekt, das diesen Ergebnissen zu Grunde liegt, ergänzen sich eine quantitative und qualitative Untersuchung. Im November 2007 wurde ein achtseitiger Fragebogen an alle 523 LandwirtInnen verschickt, die zwischen Januar 2004 und Juli 2007 aus der Debio-Zertifizierung für ökologische Produktion ausgestiegen sind und im Register der landwirtschaftlichen Betriebe eingetragen waren. Als Kontrollgruppe wurde der Fragebogen 621 LandwirtInnen mit Debio-

---

<sup>1</sup> Bioforsk Organic Food and Farming Division, 6630, Tingvoll, Norwegen, matthias.koesling@bioforsk.no, www.bioforsk.no/organic

<sup>2</sup> Bioforsk Organic Food and Farming Division, 6630, Tingvoll, Norwegen, anne-kristin.loes@bioforsk.no, www.bioforsk.no/organic

zertifizierter Produktion geschickt. Mehr als 50 % aller LandwirtInnen antworteten und viele haben umfassende persönliche Kommentare geschrieben.

Alle Befragten sollten angeben, ob sie a) zertifiziert ökologisch (Öko-Zert), b) in Anlehnung an die Richtlinien für ökologische Produktion/Ideologie, aber ohne Zertifizierung (Öko-Inspiziert), c) konventionell (Konv) wirtschaften, oder ob sie d) den landwirtschaftlichen Betrieb nicht mehr (selber) bewirtschaften (Ende). Dies sollte einmal für den Zeitpunkt der Umfrage, und einmal für die Zukunft (in 5 bis 10 Jahren) angegeben werden.

**Ergebnisse und Diskussion**

Von den heutigen Öko-Zert-Betrieben überlegten fast 24 % in 5 bis 10 Jahren aus der Zertifizierung auszusteigen. Von diesen vermuten 41 %, dass sie weiterhin Öko-Inspiziert wirtschaften werden. Von den heutigen Öko-Inspiziert-Betrieben überlegen 20 % sich erneut zertifizieren zu lassen, 33 % vermuten, dass sie auch weiterhin Öko-Inspiziert wirtschaften werden.

Von den Ende-Betrieben hatten, als sie noch ökologisch zertifiziert waren, 93 % die Tierhaltung (hauptsächlich Milchkühe und Schafe) zertifiziert (Tabelle 1), während es nur 51 % bei den Konv-Betrieben waren. Es wechseln also weniger tierhaltende Öko-Zert-Betriebe, die auch die Tierhaltung umgestellt haben, zu einer Öko-Inspiziert- oder Konv-Produktion. Dies kann aber auch bedeuten, dass die Tierhaltung nur umgestellt wird, wenn die Rahmenbedingungen für eine (zukünftige) ökologische Produktion auf dem Betrieb als befriedigend eingeschätzt werden. Die Ende- und Öko-Inspiziert-Betriebe sind im Durchschnitt kleiner als die Öko-Zert- und Konv-Betriebe.

**Tabelle 1: Kennzahlen der befragten Betriebe (2007), gruppiert in Abhängigkeit der zukünftigen Produktion**

	Öko-Zert	Nach Abmeldung von der Öko-Zertifizierung			Signifikanz
		Öko-Inspiziert	Konv	Ende	
Anzahl der Betriebe	350	109	150	34	
Tierhaltung ökologisch zertifiziert	75 %	67 % <sup>1)</sup>	51 % <sup>1)</sup>	93 % <sup>1)</sup>	***
Nutzfläche	28,5 ha	19,8 ha	25,6 ha	16,6 ha	***

Unterschiede zwischen den Gruppen sind signifikant für \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$

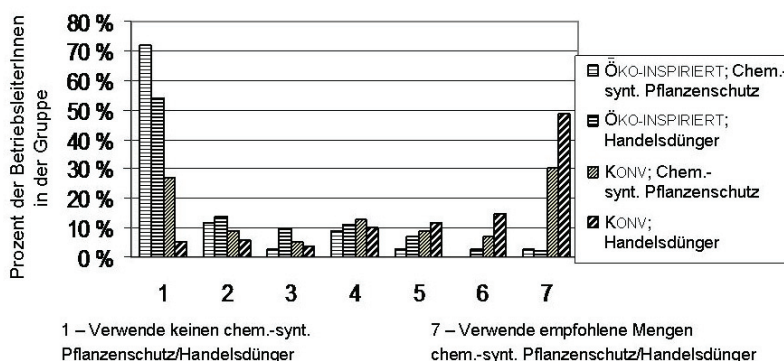
<sup>1)</sup> Zur Zeit der Zertifizierung

Direktvermarktung ist in der norwegischen Landwirtschaft selten. Zur Zeit der Umfrage verkauften mehr Öko-Zert-LandwirtInnen (15 %) als Konv (9 %) ihre eigenen Produkte. Besonders aktiv sind die Öko-Inspiziert-LandwirtInnen. Sie vermarkteten 25 % ihrer eigenen Produkte direkt. Bei der Direktvermarktung können sie auf die Verwendung eines Öko-Labels verzichten. Zum Kunden kann ein Vertrauensverhältnis aufgebaut werden und ihm genau erklärt werden, wie produziert wird. Diese LandwirtInnen müssen sich dann nicht den Richtlinien, der Kontrolle und Zertifizierung unterordnen, verzichten dadurch aber auch auf Zuschüsse, die für zertifiziert ökologische Produktion gezahlt werden.

Die Kombination von starkem Interesse für die Prinzipien des ökologischen Landbaues und hohem Anteil an Direktvermarktung macht die Öko-Inspiziert Gruppe zu wichtigen Mitspielern der ökologischen Landwirtschaft. Weit über 50 % verwenden keinen Handelsdünger und gut 70 % keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel (bewertet mit einer 7-stufigen Likert Skala; Abb. 1). Auch die Konv-Land-

wirtInnen scheinen von den Prinzipien für ökologische Landwirtschaft beeinflusst zu sein. Nur wenige verwenden keinen Handelsdünger, doch über 25 % geben an, keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel zu verwenden.

Die wichtigsten Gründe, auf die Zertifizierung zu verzichten, waren eine zu bürokratische Kontrolle und Zertifizierung, zu geringe Zuschüsse für die ökologische Produktion, unvorhersehbare politische Rahmenbedingungen und zu geringe Mehrpreise für ökologische Produkte. Die Öko-Inspirierte Gruppe beurteilte die Öko-Zertifizierung negativer, als die anderen drei Gruppen. Besonders wurde kritisiert, dass Kontrolle und Zertifizierung zu bürokratisch durchgeführt werden und mit zu hohen Kosten verbunden sind. Außerdem wurde erwähnt, dass die Richtlinien zu kompliziert sind und häufig verändert (und verschärft) werden. Die LandwirtInnen hatten vor der Umstellung nicht erwartet, dass die Richtlinien ihr größtes Problem werden würden. Sie vermuteten, dass das größte Problem die Verunkrautung und Ertragseinbußen, sein würden. Von den heutigen Öko-LandwirtInnen, die sich aus der Öko-Zertifizierung ausmelden wollen, wollen sich 37 % weiterhin von den Richtlinien inspirieren lassen.



**Abbildung 1: Verwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel und Handelsdünger von Öko-Inspirierte- und Konv-LandwirtInnen**

Auch die Öko-Zert-LandwirtInnen hatten erwartet, dass die größten Herausforderungen in Folge der Umstellung Verunkrautung und Ertragseinbußen werden würden. Beides erwies sich aber nach der Umstellung als nicht so entscheidend. Als unterschätzte, aber bedeutende Herausforderungen wird im Nachhinein angegeben, dass die Preise für ökologische Produkte zu gering waren, die Behörden zu wenig unterstützend wirkten und die Richtlinien für ökologische Landwirtschaft (sich verschärften und dadurch) schwierig einzuhalten oder diese mit hohen Investitionskosten verbunden waren. Diese Befunde decken sich also mit denen von Kirner et al. (2006) in Österreich.

Die persönlichen Kommentare und Interviews mit LandwirtInnen, die sich abgemeldet haben, unterstützen die Aussagen, dass die Richtlinien von dieser Gruppe als unnötig bürokratisch und kompliziert empfunden wurden. Außerdem zeigte sich bei den persönlichen Kommentaren, dass soziale Kontakte wichtiger waren, als die Resultate aus der Umfrage erscheinen lassen. Die Ergebnisse des Projektes wurden seit Juli 2008 in der Presse diskutiert, und Debio informiert LandwirtInnen jetzt besser über die Richtlinien und hilft mehr bei Fragen zur Zertifizierung. In der landesweiten landwirtschaftlichen Wochenzeitschrift führten die Ergebnisse zu einem doppelseitigen Artikel mit der Überschrift: „Knallharte Kritik an der Öko-Bürokratie – Bürokratie erstickt die Öko-Landwirtschaft“ (Sunde 2008). Zudem hat die Befragung gezeigt, dass Betriebe

mit Parallelproduktion große Probleme mit der Kontrolle haben. Dazu trägt sicherlich bei, dass diese Betriebe genauer kontrolliert werden, da auf ihnen zum Beispiel auch chemisch-synthetische Pflanzenbehandlungsmittel gelagert und verwendet werden. Auf der anderen Seite unterstrichen mehrere Öko-Zert-LandwirtInnen in Zeitschriften, dass die Kontrolle für sie unkompliziert ist.

### Schlussfolgerungen

Viele Betriebe, die zuvor ökologisch zertifiziert waren, wirtschaften nach der Abmeldung weiterhin in Anlehnung an die Prinzipien des ökologischen Landbaus. Viele verwenden auch weiterhin keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel und Handelsdünger. Es wird vorgeschlagen, diesen Prozess neutral als „Abmeldung von der Zertifizierung“ und nicht als „Rückumstellung“ (Kaltoft et al. 2006) zu bezeichnen, wenn nicht klar ist, wie nach der Abmeldung gewirtschaftet wird.

Klare Richtlinien für ökologische Landwirtschaft sind wichtig, besonders, um den Verbrauchern zu zeigen, unter welchen Bedingungen ökologische Nahrungsmittel produziert wurden. Auch wenn klare Richtlinien notwendig sind, sollte darauf geachtet werden, dass sie nicht unnötig streng und bürokratisch gehandhabt werden. Zudem ist für kleine Betriebe wichtig, dass die Kosten der Zertifizierung im Verhältnis zum Umsatz stehen.

Von den Öko-Inspirierte-Betrieben vermarkten 25 % ihre Produkte direkt und haben guten Kontakt zu ihren Kunden. Für viele dürfte es keine zu großen Veränderungen bedeuten, sich erneut zertifizieren zu lassen.

### Danksagung

Die Autoren danken dem Research Council of Norway (RCN) für die Finanzierung und unseren ProjektmitarbeiterInnen Ola Flaten und Gudbrand Lien im Norwegian Agricultural Economics Research Institute (NILF), sowie Niels H. Kristensen und Mette W. Hansen an der Technical University of Denmark (DTU).

### Literatur

- Anonym (2008): 2007 Statistikk. Virksomheter, arealer, produksjoner / produkter. Debio, Bjørkelangen, 21 S.
- Kaltoft P., Risgaard M.-L. (2006): Has organic farming modernized itself out of business? - Reverting to conventional methods in Denmark. In Holt G., Reed M. (Hrsg): Sociological Perspectives of Organic Agriculture: From Pioneer to Policy, CABI Publishing, Wallingford, S. 233-249.
- Kirner L., Vogel S., Schneeberger, W. (2006): Intended and actual behavior of organic farmers in Austria after a five-year commitment period. *Renew Agr Food Syst*, Vol. 21, Nr. 2: 95-105.
- Sunde L. (2008): Knallhard kritikk av økobyråkratiet - Byråkratiet kveler øko-landbruket. *Bondebladet* Vol. 35, Nr. 34: 4-5.

## Langzeit-Systemvergleiche in Kenia und Indien: Konventionelle und biologische Erträge aus dem ersten Umstellungsjahr

Zundel, C.<sup>1</sup>, Musyoka, M.<sup>2</sup>, Baruah, R.<sup>3</sup>, Kilcher, L.<sup>1</sup>, Muriuki, A.<sup>4</sup>, Vanlauwe, B.<sup>5</sup>, Chabi-Olaye, A.<sup>2</sup>, Mucheru, M.<sup>6</sup> und Mäder, P.<sup>1</sup>

*Keywords: long-term experiments, conventional and organic agriculture, tropics, crop farming.*

### Abstract

*Organic agriculture is more and more perceived as a promising approach to increase food security in developing countries. However, only few attempts have been made so far to assess agronomic and economic performance of organic agriculture in these regions in a systematic way. This article reports the first year's results of two long-term farming systems comparison field trials in Kenya and India. In sub-humid Central Kenya, on a high potential site in Meru South District (Chuka), there were no differences between yields of conventional and organic systems for the first maize and brassica crops. In contrast, organic yields were 14 to 60% lower than conventional yields on a trial site in a medium potential zone in Maragua District (Thika). It is assumed that the organic crops in Chuka could benefit from N and P mobilisation from the soil. In Thika, where N and P were less available, the crop depended on the easily soluble nutrients applied in the conventional treatments. In the semi-arid cotton belt of Central India, biodynamic, organic, conventional and genetically modified (GM) cotton are compared. Soya and wheat are also part of the crop rotation under study. Biodynamic and organic cotton and wheat yields were 30% lower than conventional and GM yields. Soya yields did not differ between the treatments. It is suggested that yield in organic farming systems in conversion depends on initial inherent soil fertility and crop.*

### Einleitung und Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der steigenden Erdöl- und Lebensmittelpreise wird immer deutlicher ein Paradigmenwechsel in der Landwirtschaft gefordert. Auf dem Weg von der industriellen Landwirtschaft mit einem hohen Einsatz an synthetisch hergestellten Düngern und Pflanzenschutzmitteln zu einer nachhaltigeren Bewirtschaftungsweise wird dem biologischen Landbau eine entscheidende Rolle eingeräumt (IAASTD 2008). Dieser Schluss stützt sich auf zahlreiche Erfahrungen mit Biolandbau-Projekten in südlichen Ländern (Kilcher 2007, Pretty et al. 2006). Im Gegensatz zum Norden

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL – Research Institute of Organic Agriculture), Ackerstrasse, CH-5070 Frick, Switzerland, christine.zundel@fibl.org, paul.maeder@fibl.org, lukas.kilcher@fibl.org, www.fibl.org

<sup>2</sup> International Centre of Insect Physiology and Ecology (*icipe*), P.O. Box 30772-00100, Nairobi, Kenya, mmusyoka@icipe.org, www.icipe.org

<sup>3</sup> bioRe Association India, 5th km Milestone, Kasravad Mandleshwar Road, Tehsil Kasravad, IN-451228 Khargone, Madhya Pradesh, India, rajeev.baruah@gmail.com

<sup>4</sup> Kenya Agricultural Research Institute (KARI), P.O. Box 220-01000, Thika, Kenya, karithika@africaonline.co.ke, www.kari.org

<sup>5</sup> Tropical Soil Biology and Fertility Institute of International Center for Tropical Agriculture (TSBF-CIAT), United Nations Avenue, Gigiri, P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya, b.vanlauwe@cgiar.org, www.ciat.cgiar.org/tsbf\_institute/index\_tsbf.htm

<sup>6</sup> Department of Environmental Sciences, Kenyatta University, P. O. Box 43844-00100, Nairobi, Kenya, moniquechiku@yahoo.com, www.ku.ac.ke

(Mäder et al. 2002, Offermann und Nieberg 2000, Stolze et al. 2000) sind die wirtschaftlichen und ökologischen Leistungen des biologischen Landbaus im Süden allerdings kaum systematisch untersucht und dokumentiert (Eyhorn et al. 2007, Blaise 2006). Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und seine Partner untersuchen nun den langfristigen Beitrag des biologischen Landbaus zur Ernährungssicherung, Armutsbekämpfung und zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen. Dieser Artikel dokumentiert die Erträge aus dem ersten Versuchsjahr von Langzeit-Feldversuchen in Kenia und Indien, in welchen praxisübliche biologische und konventionelle Anbausysteme in wiederholten Parzellenversuchen verglichen werden.

## Methoden

**Kenia:** Die zwei Versuchsfelder in Kenia liegen in der sub-humiden Central Province mit zwei Regenzeiten pro Jahr auf einer Höhe von 1500 Metern über Meer (Standort in Chuka: durchschnittlicher Jahresniederschlag 2000 mm; durchschnittliche Jahrestemperatur: 20°C; Bodentyp: humic Nitisol; Tongehalt (0-20cm): 34%; pH (H<sub>2</sub>O) (0-20cm): 5.9; C<sub>org</sub> (0-20cm): 1.5%; verfügbarer P (Olsen) (0-20cm): 29 mg/kg; Standort in Thika: durchschnittlicher Jahresniederschlag 1000 mm; durchschnittliche Jahrestemperatur: 20°C; Bodentyp (0-20cm): adystric Nitisol; Tongehalt (0-20cm): 39%; pH (H<sub>2</sub>O) (0-20cm): 5.5; C<sub>org</sub> (0-20cm): 1.5%; verfügbarer P (Olsen) (0-20cm): 7 mg/kg). Die dreijährige Fruchtfolge des Versuchs besteht zu 50% aus Mais, sowie aus diversen Gemüsekulturen und Kartoffeln. Die konventionellen und die biologischen Verfahren werden auf zwei Input-Stufen geführt: Die Low-Input Verfahren bilden die Situation der vorwiegend für den eigenen Bedarf produzierenden Bäuerinnen ab, welche sich nur wenige externe Inputs leisten können. Die High-Input Verfahren richten sich an der Praxis von kommerziellen Produzenten aus, welche die urbanen Märkte und Exportmärkte beliefern. Hier wird angenommen, dass die Bauern die offiziell empfohlene Anbaupraxis befolgen und die entsprechende Menge externer Inputs einsetzen. Auf dem jeweiligen Input-Level wird die Zufuhr an Gesamtstickstoff (N<sub>tot</sub>) und Phosphor (P) für das konventionelle und das biologische Verfahren konstant gehalten. In den High-Input Verfahren wird ca. viermal mehr N und P gedüngt als in den Low-Input Verfahren. Der Versuch wurde im März 2007 als „completely randomised block design“ mit vier (Chuka) und fünf (Thika) Wiederholungen angelegt. Die Ertragsunterschiede wurden mit einer Varianzanalyse getestet.

**Indien:** Dieser Versuch ist im zentralindischen Staat Madhya Pradesh auf 200 Metern über Meer angesiedelt (durchschnittlicher Jahresniederschlag 800 mm; Bodentyp: Vertisol; Tongehalt: 66%; pH (H<sub>2</sub>O): 8.5; C<sub>org</sub>: 0.5%; verfügbarer P (Olsen): 6 mg/kg). Die Gegend gehört zum Baumwoll-Gürtel Indiens und ist von einem semi-ariden Klima geprägt. Im Versuch wird der Anbau von biodynamischer, biologischer, konventioneller und genetisch veränderter (GV) Baumwolle miteinander verglichen. Alle vier Systeme werden in der Gegend praktiziert. Neben der Baumwolle umfasst die zweijährige Fruchtfolge auch Sojabohnen und Weizen. Die Anbaumethoden richten sich im Fall des konventionellen und des GV-Verfahrens nach den offiziellen Empfehlungen. Das biodynamische und das biologische Verfahren stützen sich auf die Anbauempfehlungen der Bauernorganisation bioRe Association India. Die zugeführten N<sub>tot</sub> und P Mengen betragen im biodynamischen und biologischen Verfahren ca. 50% der Mengen, die im konventionellen und GV-Verfahren eingesetzt werden. Der Versuch wurde im März 2007 als „completely randomised block design“ mit vier Wiederholungen angelegt. Die Ertragsunterschiede wurden mit einer Varianzanalyse getestet.

## Ergebnisse

Kenia: Auf dem Standort in Chuka unterschieden sich die Maiserträge der biologischen Verfahren auf keinem der beiden Input-Levels von denjenigen der konventionellen Verfahren. Auch in der zweiten Anbausaison wiesen die Erträge der biologischen und der konventionellen Brassica-Gemüsekulturen der Low-input Verfahren keine Unterschiede auf. In den High-Input Verfahren erzielte der biologische Anbau hingegen 61% tiefere Erträge als der konventionelle Anbau.

Auf dem Standort in Thika waren die Maiserträge aus den biologischen Verfahren auf beiden Input-Levels im Schnitt 60% tiefer als die Erträge aus den konventionellen Verfahren. Der Ertrag der biologischen Brassica-Gemüsekultur der zweiten Anbausaison war auf dem Low-Input Level 14% tiefer als die konventionelle Kultur. Auf dem High-Input Level war jedoch kein Unterschied zwischen der biologischen und der konventionellen Kultur erkennbar.

Indien: In Indien waren die Baumwoll- und Weizenerträge aus dem biodynamischen und biologischen Verfahren im Schnitt 32% und 31% tiefer als die Erträge aus dem konventionellen und GV-Verfahren. Die Erträge zwischen dem biodynamischen und dem biologischen Verfahren unterschieden sich nicht. Auch zwischen dem konventionellen und dem GV-Verfahren gab es keine Unterschiede. Die Sojabohnenerträge der verschiedenen Verfahren unterschieden sich nicht.

## Diskussion

Kenia: Am Standort mit dem höheren Ertragspotenzial (Chuka) schnitten die biologischen Verfahren mehrheitlich gleich gut ab wie die konventionellen. Eine Ausnahme bildet die biologische Brassica-Gemüsekultur auf dem High-Input Level, welche tiefere Erträge aufwies als die entsprechende konventionelle Kultur. Wir vermuten, dass die biologischen Mais-Systeme in Chuka meist von N und P profitieren konnten, der durch frühere mineralische und organische Düngung zugeführt oder aus der Bodenreserve mobilisiert worden war. Die Wachstumsperiode der High-Input Brassicas war für die Kultur möglicherweise zu kurz, um von den Mobilisierungsprozessen profitieren zu können. Am Standort mit dem tieferen Ertragspotenzial (Thika) erzielten die biologischen Verfahren im Allgemeinen tiefere Erträge als die konventionellen. Die vergleichbaren Erträge der biologischen und der konventionellen Brassica-Gemüsekultur auf dem High-Input Level fällt etwas aus diesem Rahmen. Wir nehmen an, dass die biologischen Kulturen stärker unter der tiefen Verfügbarkeit von N und P gelitten haben als die konventionellen: Während Letztere die leicht löslichen Nährstoffe aus dem Mineraldünger für ihr Wachstum nutzen konnten, waren N und P aus den organischen Düngern und dem Rohphosphat für die biologischen Kulturen wahrscheinlich noch nicht verfügbar. Eine ausgeprägte Trockenperiode hat die Verfügbarkeit dieser beiden Nährstoffe in diesen Verfahren möglicherweise weiter verringert.

Indien: Die tieferen Erträge der biodynamischen und biologischen Baumwoll- und Weizenkulturen führen wir vor allem auf das tiefere Düngungsniveau in diesen Verfahren zurück. Da der Schädlings- und Krankheitsdruck in diesem Jahr tief war, können diesbezügliche Ertragsverluste ausgeschlossen werden. Die höheren Ertragserwartungen an die GV-Baumwolle im Vergleich zur konventionellen Baumwolle haben sich nicht erfüllt. Dies kann mit den starken Monsun-Regenfällen erklärt werden, welche eine Wiederholung des Versuchs für einige Zeit unter Wasser gesetzt haben. Die GV-Baumwolle hat deutlich mehr unter diesem Wasserstau gelitten als die anderen Verfahren. Dass sich die biodynamischen und biologischen Sojabohnenerträge nicht vom konventionellen Ertrag unterscheiden, führen wir auf die N-Fixierungsleistung der Sojabohnen zurück.



## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse des ersten Umstellungsjahres reflektieren, dass die Ertragsleistung unter Biobedingungen stark von den Standort- und Bodeneigenschaften, sowie von der Kultur geprägt ist. Am Standort in Chuka stellt sich die Frage, ob die Erträge aus den biologischen Systemen auch in Zukunft auf dem gleichen Niveau wie die konventionellen Erträge bleiben: Erfahrungsgemäss können die ersten Jahre nach der Umstellung vom konventionellen auf den biologischen Landbau von deutlichen Ertragsverlusten gekennzeichnet sein. In Thika ist von Interesse, ob die biologischen Düngungsmethoden die Bodenfruchtbarkeit und damit die Erträge mit der Zeit verbessern können, und wenn ja, bis auf welches Niveau. Auch in Indien gilt das Interesse in den nächsten Jahren den Umstellungsprozessen im Boden und inwiefern sich diese positiv auf den Ertrag auswirken.

## Danksagung

Die Autorinnen und Autoren bedanken sich beim Liechtensteinischen Entwicklungsdienst (LED), bei der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA), dem Coop Fonds für Nachhaltigkeit und der Stiftung Biovision für ihr langfristiges finanzielles und ideelles Engagement.

## Literatur

- Blaise D. (2006): Yield, boll distribution and fibre quality of hybrid cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by organic and modern methods of cultivation. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192:248-256.
- Eyhorn F., Ramakrishnan M., Mäder P. (2007): The viability of cotton-based organic farming systems in India. *International Journal of Agricultural Sustainability* 5:25-38.
- IAASTD (2008): Executive Summary of the Synthesis Report of the International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development. <http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=IAASTD%20Reports&ItemID=2713> (Abruf 16. April 2008).
- Kilcher L. (2007): How organic agriculture contributes to sustainable development. In: Hülsebusch C., Wichern F., Hemann H., Wolff P. (Hrsg.): *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, Supplement* 89:31-49.
- Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried, P., Niggli U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296:1694-1697.
- Offermann F., Nieberg H. (2000): Economic performance of organic farms in Europe. In: *Organic farming in Europe: Economics and Policy*, Vol. 5, University of Hohenheim, Stuttgart, 198 p.
- Pretty J.N., Noble A.D., Bossio D., Dixon J., Hine R.E., Penning De Vries F.W.T., Morison J.I.L. (2006): Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology* 40:1114-1119.
- Stolze M., Piorr A., Häring A., Dabbert S. (2000): The environmental impacts of organic farming in Europe. In: *Organic farming in Europe: Economics and Policy*, Vol. 6, University of Hohenheim, Stuttgart, 127 p.

## ENOAT – European Network of Organic Agriculture Teachers

Fragstein und Niemsdorff, P. von<sup>1</sup>

*Keywords: Organic agriculture, higher education, EU-network.*

### Abstract

*Curriculum development for organic agriculture was the initial point of an Erasmus group of 7 universities from 1995 till 1998. The expansion of EU member states coincided with the growing interest of further member states to become part of this informal group of university teachers. Since some years the group of meanwhile 23 countries is named ENOAT and seeks to improve the inter university exchange of students and staff members, to encourage the dissemination and implementation of organic agriculture courses, to organize annual meeting including workshops on teaching methodology, and to organize summer courses on specific topics relevant for organic agriculture.*

### Einleitung

Curriculares Zusammenarbeiten zu Ökologischer Landwirtschaft begann Mitte der 90er Jahre im Rahmen der Erasmus-Gruppe *Plant Science*, in der sieben Hochschulpartner ein englischsprachiges Curriculum für das dritte Studienjahr einer Bachelor-Ausbildung gemeinsam kreierten. Von 1998 an wurde dieses an den Hochschulen University of Wales, Aberystwyth, und Royal University of Agriculture, Copenhagen, implementiert; Kurse des Wintersemesters bei ersterer, des Sommersemesters bei letzterer. Ein zweiwöchiger Summer course, jährlich an einem anderen Ort veranstaltet, bot die Möglichkeit, andere Partner der Gruppe ebenso in das komplette Modulprogramm mit einzubeziehen. Während der letzten 5 Jahre waren dies die Universitäten Turin, Wageningen, Kopenhagen, Maribor und Budweis. Vier der fünf genannten Hochschulen schlossen sich in der ‚Nach-Erasmus-Phase‘ der Gruppe an, die mittlerweile Partner aus 24 verschiedenen Ländern verbindet. Von der Initiative eines studentischen Sommerkurs-Jahrgangs ausgehend, der sich zu einem europäischen Netzwerk von Ökolandbau Studenten zusammenschloss (ENOAS), benannte sich die Gruppe der Hochschullehrer in Analogie ENOAT, European network of organic agriculture teachers.

### Methoden

Die Aufgaben dieser Gruppe bestand in erster Linie darin, den inter universitären Austausch von Studierenden und Hochschulpersonal zwischen europäischen Hochschulen zu unterstützen, Kurse zu Ökologischer Landwirtschaft, Verarbeitung und Vermarktung zu koordinieren und zu ermöglichen, jährliche Treffen zu organisieren sowie Workshops zu Lehrmethoden zu veranstalten. Im Zuge der EU-Erweiterung war und ist es besonderes Anliegen der Gruppe, Ökologische Landwirtschaft als Lehrstoff und Forschungsgegenstand in die neuen Mitgliedstaaten hineinzutragen, wie etwa durch Jahrestreffen in den jeweiligen Ländern, Abhalten von Summer courses wie auch gemeinsames Durchführen von EU-Projekten mit Mitgliedern der ENOAT-Gruppe.

---

<sup>1</sup> Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213, Witzenhausen, Deutschland, pvf@mail.wiz.uni-kassel.de, www.uni-kassel.de/agrar/

## Ergebnisse und Diskussion

Die Gruppe ENOAT blickt mit Genugtuung auf die eigene Vergangenheit zurück, deren erfolgreiches Wirken als Curriculum Development Group das Einrichten des gemeinsamen Curriculums für das dritte Studienjahr an zwei Mitgliedshochschulen miterleben durfte, an weiteren Hochschulen in der Einführung von Ökolandbau-Programmen die Umrisse vorangegangener gemeinsamer Arbeiten erkennen konnte, und in den Jahren fehlender Finanzierung dennoch als Gruppe fortbestehen, sich fortentwickeln und neue Mitglieder rekrutieren konnte. So gesehen wirkt sich das gemeinsame Bemühen um überzeugende und schlüssige Vermittlung von Ökologischer Landwirtschaft und Agrarökologie als feste Klammer einer ansonsten lose strukturierten Gruppe aus. Seit dem letztjährigen Treffen in Pieve Tesino wird die Gruppe von einem Chairman sowie Sekretariat geleitet. Peter von Fragstein und Niemsdorff von der Universität Kassel sowie Ewa Rembialkowska von der Warschau Universität für Life Sciences sind in die Funktionen gewählt worden. Darüber hinaus begann die Gruppe mit der Dokumentation ihrer Arbeit anlässlich dieser Treffen (Caporali et al. 2007). Neben den anfänglichen Bemühungen um die Ausbildung im BSc Bereich fanden die Ausarbeitungen von MSc äquivalenten Modulen für Agroecology Eingang in das gleichnamige MSc Programm der University of As, welches mittlerweile von vier Partnern der ENOAT-Gruppe als transdisziplinäres Studienprogramm angeboten wird.

Eine gemeinsame Webseite (<http://eco.wiz.uni-kassel.de/foeg/enoat/>) soll insbesondere Studierende bei der Suche nach möglichen Studienorten mit Ökolandbau- bzw. Agrarökologie-Angebot unterstützen. Was bislang als ENOAT-interne Plattform gestaltet ist, ist zukünftig – bei entsprechendem Interesse weiterer Hochschulen – auch als breitere, studien-orientierte und ökolandbau-spezifische Datenbank vorstellbar.

## Literatur

Caporali F., Lieblein G., von Fragstein P., Francis, C. (2007): Teaching and Research in Agroecology and Organic Farming: Challenges and Perspectives. Proceedings of the European Network of Organic Agriculture Teachers (ENOAT), Pieve Tesino (TN), Italy, August 29 – September 2, 132 pp

## Ökologische Landwirtschaft in der Russischen Föderation: Entwicklung und aktuelle Situation

Bryzinski, T.<sup>1</sup>, Brock, C.<sup>1</sup> und Leithold, G.<sup>1</sup>

*Keywords: Organic agriculture, Russia, development, practice, national regulations.*

### Abstract

*The development and the actual situation of organic agriculture in the Russian Federation since 1989 are described in the context of a bachelor's thesis. An important advance in developing organic agriculture was the implementation of a legal basis for organic products since the 1<sup>st</sup> July 2008.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Entwicklung und aktuelle Situation des Ökologischen Landbaus in der Russischen Föderation mit Fokus auf die privatwirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

### Methoden

Basis der Untersuchungen bildete die Auswertung aktueller deutsch-, englisch- sowie russisch-sprachiger Literatur. Zur besseren Erfassung der aktuellen Situation wurden während eines Russland-Aufenthalts im Sommer 2008 drei Landwirte in den Gebieten von Kaliningrad und Tula, sowie zwei Experten persönlich und ein Experte schriftlich befragt.

### Ergebnisse und Schlussfolgerung

1989 wurde bei der Allunionsakademie der Landwirtschaftswissenschaften der UdSSR (VАСhNIL) ein Verband für Alternative Landwirtschaft in der UdSSR namens ALTAGRO gegründet. 1990 wurde damit begonnen, in einem gemeinsamen Projekt zwischen der VАСhNIL und der IFOAM sechs Sowchosen und Kolchosen bei der Umstellung auf die ökologische Wirtschaftsweise wissenschaftlich zu begleiten. Seit 1992 förderte die BOLOTOV-Stiftung neben der Forschung auf dem Gebiet des ökologischen Landbaus in Russland u.a., den Aufbau eines Beratungsdienstes und einer Schule für den ökologischen Landbau, ebenso die Ausarbeitung von Anbau- und Verarbeitungsrichtlinien für ökologisch erzeugte Lebensmittel auf der Basis der IFOAM-Richtlinien und der EG-Verordnung. Für Fragen der Zertifizierung wurde im Jahre 1993 EKONIVA als Tochterorganisation der Stiftung gegründet. Die fachliche Betreuung der Arbeit dieser Stiftung wurde durch APOLLO e.V. und EKOSEM GmbH, jeweils in Weidenberg (Deutschland), geleistet (Dürr 1993).

Von den genannten Akteuren existiert heute in Russland nur noch EKONIVA, die sich jedoch auf den Handel mit Landtechnik konzentriert und folglich die Bio-Branche in Russland gänzlich verlassen hat.

Seit 2003 existiert die sog. „Gemeinnützige Partnerschaft“ AGROSOFIJA, die die Funktion eines Anbauverbandes in Russland wahrnimmt (Khodus 2003). In Zusammenarbeit mit russischen Behörden und weiteren Organisationen in Europa,

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Professur für Organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner-Str. 21C, 35394, Gießen, Deutschland, b.taras@web.de

hat A. Khodus, als Leiter von AGROSOFIJA, die EU-Verordnung für den ökologischen Landbau 2092/91 ins Russische übersetzt. Die Übersetzung wurde an Russland angepasst und als private, verbandseigene Richtlinie am 01.08.2005 staatlich registriert. 2008 gehörten dieser Partnerschaft 48 Mitglieder, Vertreter verschiedener Organisationen und landwirtschaftlicher Betriebe, sowie Einzelpersonen, an (Khodus 2003).

Mit Hilfe von AGROSOFIJA wurde 2003 eine einheimische Zertifizierungs- und Kontroll-GmbH mit dem Namen EKOKONTROL gegründet. Aufgrund einer noch kleinen Anzahl zertifizierter Betriebe hat diese Zertifizierungsstelle sich noch nicht um eine Akkreditierung bemüht.

Die größten Schwierigkeiten für eine weitere Ausbreitung des ökologischen Landbaus in Russland sind u.a. in der Abwesenheit von russischen, gesetzlichen Regelungen, sowie der Abwesenheit qualifizierter Spezialisten und der Absatzmöglichkeiten ökologischer Erzeugnisse in Russland, begründet (Nikitina 2007).

Allerdings sind in Russland seit dem 01.07.2008 „die sanitär-epidemiologischen Forderungen an organische Lebensmittel“ bzw. „SanPiN 2.3.2.2354-08“, in Kraft getreten, welche vom russischen Verbraucherschutz am 14.05.2008 erlassen wurden (Rosspotrebnadzor 2008). Dadurch wurde eine russ. „Lebensmittel-Verordnung“ (SanPiN 2.3.2.1078-01) mit der Beschreibung, was „organische“ Lebensmittel sind, ergänzt. Dabei wurden klare Anforderungen an die Herstellung solcher Lebensmittel aufgestellt. U.a. wird die Anwendung synthetischer Düngemittel, Pestizide und GMO im gesamten Produktionsprozess ausgeschlossen. Seit 2007 verpflichtet diese Verordnung zum Hinweis auf GMO bei allen in Russland gehandelten Lebensmitteln, die einen höheren GMO-Gehalt als 0,9% aufweisen. Alle Tabellen aus dem Anhang 2 des Codex Alimentarius (GL 32) sind darin vollständig berücksichtigt worden (Bryzinski in Vorb.). Wie der erwähnte Produktionsprozess oder seine Kontrolle zu erfolgen hat, ging aus dieser Ergänzung noch nicht hervor.

Es lässt sich schlussfolgern, dass auch in Russland ökologische Landwirtschaft, sowie der Konsum ökologischer Produkte, angestrebt wird. Durch die Anlehnung des „SanPiN“ an die „GL 32“ ist erkennbar, dass neben dem Verbraucherschutz, die Exportorientierung zur Etablierung gesetzlicher Regelungen motiviert. Die privatwirtschaftlichen Aktivitäten werden durch die „SanPiN-Verordnung“ nicht gehemmt. Die „StO Agrosofija“ und die „SanPiN-Verordnung“ widersprechen sich nicht. Aufgrund der Finanzkrise ist die weitere Entwicklung schwer einzuschätzen.

## Literatur

- Bryzinski, T. (in Vorb.): Ökologischen Landbau in der Russischen Föderation - Entwicklung und aktuelle Situation. Bachelor-Arbeit, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- Dürr, S. (1993): Ökologischer Landbau in Russland – Aktivitäten 1990 bis 1993. Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.), Köln, 91 S.
- Khodus, A. (2008): mündliche Auskunft am 02.06.2008. Solnechnogorsk (Russische Föderation).
- Nikitina, Z. (2007): Organisation ökologischer landwirtschaftlicher Produktion unter regionalen Bedingungen (Theorie, Methodik, Praxis). SPbGUEF, St. Petersburg, 159 S.
- Rosspotrebnadzor - Russischer Verbraucherschutz (2008): Die sanitär-epidemiologischen Forderungen an organische Lebensmittel. <http://rospotrebnadzor.ru/files/docs/other/1972.zip> (Abruf 05.06.2008).

## Sales on organic farms in Poland

Łuczka-Bakuła, W.<sup>1</sup> and Smoluk-Sikorska, J.<sup>2</sup>

*Keywords: organic farm, sales forms, direct sales, indirect sales, Poland.*

### Abstract

*This paper gives information on sales of organic products at a farm level in Poland. It presents the results of the investigation conducted in 188 organic farms in 2006. The results show that the most significant distribution form is direct sales, both in crop and livestock production. The access to other distribution forms (e.g. specialist channels, conventional retail chains) is very limited for farmers. Moreover, low development of wholesales and scattering of organic farms cause that farmers often have to take the relatively high transportation cost over, which lowers the production profitability. Therefore, in this situation the only efficient option is direct sales.*

### Introduction

Organic farming development in Poland meets many obstacles, in particular associated to the market. Polish organic market is in the initial phase of growth and its value approximates to 50 million euro. This growth is mainly hampered by small demand, which is a result of low environmental awareness and purchasing power of consumers. The main problem on the supply side is scattering of organic farms, which impacts possibility of cooperation and exchange of market information.

The positive is that since 1999 (government starts to support organic farming) the number of organic farms has been increasing (from more than 550 in 1999 to almost 9200 farms in 2006), but it has not been accompanied by development of market and processing structures. In 2006 the number of specialist shops was estimated at about 230 and the number of wholesalers at 20 (Łuczka-Bakuła 2007). Only a few conventional retail chains offered very limited range of organic products. In addition, in 2006 there were just 170 certified processors on the Polish market. The next disadvantage is that the level of cooperation between farmers, processors and distributors is very small as well. Therefore farmers meet difficulties with selling their produce.

### Methods

In order to define the relations between organic farms and distribution channels in 2006 an interview basing on a standardised questionnaire with 188 fully converted organic farmers was conducted. This sample constituted 2% share of all organic holdings in Poland. The investigated farms had been selected in order to correspond with the farm size groups of general population of organic holdings. The other criterion was productive character of enterprises (there are many organic farms in Poland consisting of grassland only, not producing anything). The interviewed farmers represented a wide range of production (livestock, arable crops, fruit and vegetables), which allowed to recognise the sales forms of different product groups.

---

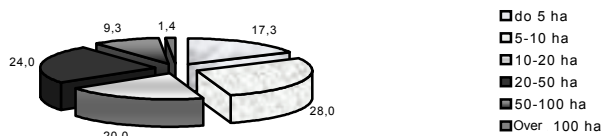
<sup>1</sup> The Poznan University of Life Sciences, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznan, Poland  
luczka@up.poznan.pl.

<sup>2</sup>The Poznan University of Life Sciences, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznan, Poland  
smoluk@up.poznan.pl.

The interview questionnaire consisted of 65 questions mainly concerning: general information on farm, production structure, crops and especially sales forms. This enabled to define the main product groups sold on farms and the applied distribution forms.

**Results and discussion**

The average area of an organic farm amounted 21.6 ha. There are 48% of the farms occupying an area between 5 and 20 ha and only 1.4% of the farms over 100 ha (figure 1).



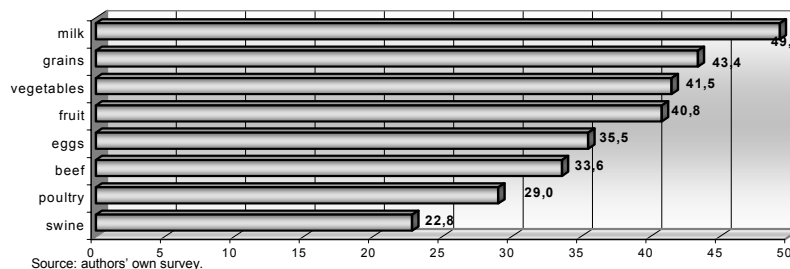
Source: authors' own survey.

**Figure 1. The size of the investigated holdings (%)**

Arable land occupied the largest share of the organic farms land area (48%). About 28% area was used for grasslands, over 11% for orchards and only 2.3% for vegetables. It is a negative occurrence, because there is relatively high demand for this product group, both in Poland and abroad (Wier et al. 2005, Łuczka-Bakuła 2007).

Most farmers produced rye (48%), wheat (44.7%) and oats (33.6%). Beetroots (21.7%), carrots (21.7%) and white cabbage (13.2%) dominated in vegetables, and apples (23.7%), strawberries (19.1%) and black currants (13.7%) in fruit. Producers of dairy cattle (51%) and poultry (47%) had the largest share in livestock. Production of slaughter cattle and/or swine was held in one third of inquired farms.

A large share of the production was directed for self-consumption and self-supply of holdings, and only part for sales. Therefore the investigated farmers offered very narrow range of products. Most of the interviewed farmers sold milk and/or food plant products (over 40%) and only 22.8% - swine (figure 2).



Source: authors' own survey.

**Figure 2. Product groups offered by investigated farmers (%)**

In Poland the demand for organic food concentrates mainly in cities, where distributors usually operate. In regard to the scattering of organic farms, the access to specialist distribution chains is limited. Moreover, an individual farmer does not have sufficient funds for effective marketing initiatives. Therefore organic farms mainly base on direct sales (table 1). It is gainful both for consumers and producers provided that the offer is wide and producers assure required storing possibilities. The other advantages of direct sales are product safety and possibility to recognise the place and method of production (Hamm, Michelsen 2000).

The results of the investigation showed that sales to consumers dominated in sales of organic plant products. It mainly occurred in vegetables (77.8%) and fruits (61.3%). Quite often farmers sold their products at local fairs, to processing plants, agents and specialist shops. Direct sales also dominated in organic farms specialising in livestock. Over 93% poultry and 85% eggs producers sold organics to consumers. Also processing plants and agents were quite significant in this area. Very few organic farmers sold their products to wholesalers, conventional shops or restaurants.

**Table 1. Forms of sales in organic farms (%)**

Specification	Grains	Vegetables	Fruit	Milk	Swine	Beef	Poultry	Eggs
Consumers	42.4	77.8	61.3	62.7	52.9	35.3	93.2	85.2
Processing plants	34.8	9.5	21.0	40.0	35.3	33.3	2.3	7.4
Framers' Fairs	22.7	17.5	19.4	4.0	2.9	2.0	4.5	3.7
Agents	19.7	11.1	21.0	8.0	17.6	33.3	2.3	0.0
Specialists shops	3.0	15.9	11.3	2.7	0.0	0.0	4.5	7.4
Wholesalers	3.0	4.8	9.7	1.3	0.0	2.0	0.0	1.9
Farm shop	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0
Restaurants	0.0	3.2	1.6	0.0	0.0	0.0	4.5	3.7
Supermarkets	0.0	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Conventional shops	0.0	6.3	6.5	0.0	2.9	2.0	0.0	1.9
Other	6.1	0.0	1.6	1.3	0.0	0.0	2.3	1.9

Source: authors' own survey.

According to the half of the investigated farmers, sales to consumers was characterised by the best sales conditions, because it was associated with high price, which was believed to be one of the most important factors of organic farms profitability (Nieberg, Offerman 2008). The next advantage was that purchasers took the transportation cost over. This form also gave market information on consumers' expectations and preferences.

In farmers' opinion one could obtain higher price at a farm gate than at a farmers' fair. The additional weaknesses of this form of sales were fairground charges. On the other hand, farmers' fairs took place in the neighbourhood of farms, which reduced transportation cost.

Farmers preferred shorter distributions channels, especially specialist shops. Large distance to marketplace and low production made regular deliveries difficult. Although the transportation cost was mainly taken over by farmers, in their opinion it assured relatively high prices. Often individual farmers supplied with their produce several shops in one city, which was a method of reducing the average distribution cost. The negative is that most specialist shops were not adjusted to store organic milk and meat.

Sales to agents had also good opinion, because purchasers took the transportation cost over, although they did not offer the highest prices. Organics were also sold to processing plants (mostly conventional) on a basis of a contract. However farmer had to comply with quality requirements concerning size and shape of products, which was quite difficult to achieve in organic farming.

The results of Zysnarska's research (1997) showed that at the beginning of the 90's of the last century, organic farms offering low production did not have problems with sales. Together with the increase of number of organic farms the problems started to appear, which was proven by the research of Żakowska-Biemans and Gutkowska carried out in 1997 (2003). At that time direct sales, specialist shops and conventional processors dominated on Polish organic market. Only sales of cereals was in better



condition, because of the development of organic processing in this area. No farm sold their products to wholesalers, which distributed only processed products.

Currently, only a few wholesalers deal with fresh organic food. The number of organic processors also increased, but this growth is not sufficient compared to the number of organic farms. It is worth to mention that agents are relatively significant, but their activity is not high enough. In these terms the only options are still direct sales and conventional processors.

### Conclusions

Lately any significant changes have not occurred in organization of product sales in organic farms, which should be expected in order to assure the sales from the growing number of organic farms. Although the amount of processing plants, wholesalers and specialist shops grew, it is still not sufficient to assure sales from organic farms on good terms. The most important distribution form is still direct sales, which allows to gain relatively high sales revenues. Only farmers, who have been applying organic methods for a long time, have worked out efficient sales strategies basing on good relations with organic food distributors.

In this situation the solution may be farmers' cooperation. Organised groups of producers create an opportunity to work out a common sales strategy. It also has larger market power and is able to assure regular deliveries of high quality products when supplying retail chains. Therefore the government should emphasise support of producers' groups, as well as the increase of cooperation in the whole distribution channel.

### References

- Hamm U., Michelsen J. (2000): Die Vermarktung von Ökolebensmittel in Europa, *Ökologie und Landbau* 113 (1).
- Łuczka-Bakula W. (2007): Rynek żywności ekologicznej. Wyznaczniki i uwarunkowania rozwoju, PWE, Warszawa.
- Nieberg H., Offerman F. (2008): Financial success of organic farms in Germany. In: *Cultivation the Future Based on Science. 2<sup>nd</sup> Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR on the 18-20 of June 2008 in Modena Italy.*
- Wier M., O'Doherty Jensen K., Andersen L.M., Millcock K., (2008): The character of demand in mature organic food markets: Great Britain and Denmark compared. *Food Policy* 33.
- Zysnarska E (1997): Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcji żywności wytwarzanej metodami ekologicznymi. Wyd. UMK, Toruń, S.78-79.
- Żakowska-Biemans S., Gutkowska K. (2003): Rynek żywności ekologicznej w Polsce i w krajach Unii Europejskiej. Wyd. SGGW, Warszawa, S. 104-105.

## Ökolandbau in Bulgarien–vor allem Arznei- und Aromapflanzen sowie Waldfrüchte, Obst und Bio-Honig für den Export

Todorova, R.<sup>1</sup>, Stanev, St.<sup>2</sup>, Staneva Zh.<sup>2</sup>, Stoyanov, G.<sup>3</sup>

*Keywords: medicinal and aromatic plants, herbs, Bulgaria*

### Abstract

*The statistical data of the Bulgarian Ministry of Agriculture show an certified growing area of 9 370 ha in near 80 farm holdings for organic plant production, 2 in mixed plant and animal production and 5 organic livestock breeding farms. Much bigger area of ca. 155 793 ha is certified grassland and protected areas for wild collection of herbs and wild berries. The average agricultural holdings cover 0,5 ha. Two hubs in South and North Bulgaria launched the pilot Organic Herbs initiative in an UNDP JOBS project at the end of 2002. Now 8 support centers have nurseries for organic seeds and seedlings, trail plots, demonstration and production fields, driers and primary processing facilities. The main products are sage, lemon balm, peppermint, valerian, mountain tea, savory, chamomile, dog-rose, lavender, thyme, hyssop and marigold.*

### Einleitung, Ergebnisse und Diskussion

Bulgarien ist ein fruchtbares Agrarland mit 5 Klimazonen, 31 Bodentypen samt 21 floristischen Regionen und einer der höchsten Biodiversitäten in Europa. Nach den zu hinterfragenden Angaben des bulgarischen Agrarministeriums sind ca. 80 % der Agrarflächen mit ihren ca. 5,5 Mio. ha für den Ökolandbau geeignet. Davon sind zurzeit 9 370 ha als zertifizierte Ökolandbaufläche registriert. Für weitere 6 300 ha sind Agrarsubventionen beantragt worden. EkoConnect e.V. (das Internationale Zentrum für den Ökologischen Landbau Mittel- und Osteuropas) gibt die ökologisch bewirtschaftete Fläche Bulgariens mit 166.741 ha also ca. 3,1 % der landwirtschaftlichen Gesamtfläche an. Davon sind ca. 93 % (155.793 ha) Grünland und für die Wildsammlung zertifizierte Flächen der 8 Nationalparks. Die Zertifizierung erfolgt durch zwei bulgarische und 6 ausländische Kontrollstellen.

Die Struktur der bulgarischen Ökobetriebe ist zugunsten der Pflanzenproduktion verschoben mit ca. 80 Agrarbetrieben gegenüber von 2 gemischten für Tierzucht und Pflanzenbau. Fünf reine Rinder- und Schafsproduzenten sowie ca. 270 Imker sind auch zertifiziert. Außerdem existieren 4 zertifizierte Saat- und Pflanzgutvermehrter, die z.B. in 2005 110 000 Erdbeer-, 100 000 Lavendel- und 85 000 Rosen-Jungpflanzen sowie 20,7 Tonnen Dillsaatgut produziert haben. Dazu sind noch 15 zertifizierte Gewächshäuser für Obst- und Gemüseproduktion aktiv. Die Hauptregionen des Ökolandbaus liegen in Zentralbulgarien nördlich und südlich des Balkengebirges bei Pleven-Gabrovo und Plovdiv. Die Fruchtfolgen werden bestimmt von mehrjährigen bulgarischen und ausländischen Sorten von Sonderkulturen, die nach Vertragsanbau mit ausländischen Abnehmern produziert werden. Die Vermarktung im Inland spielt angesichts der Mentalität der bulgarischen Verbraucher und der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Bulgarien nur eine Nischenrolle. Die Prioritäten liegen in der exportorientierten ökologischen Produktion von Gurken, Tomaten, Pfirsichen,

---

<sup>1</sup> Bulgarischer Krauterverband, Dondukov-Str. 28, 1000 Sofia, Bulgarien, R.Todorova@gmx.net

<sup>2</sup> Institut für Rosen-, Aroma- und Arzneipflanzenforschung, 6300Kazanlak, Bulgarien, sdstanev@abv.bg

<sup>3</sup> Agrobusinesszentrum Elhovo, Targovska-Str. 63, 8700 Elhovo, Bulgarien, bilki21@abv.bg

Waldfrüchten, Honig, Arznei- und Aromapflanzen sowie Kräutertees, ätherischen Ölen, Kosmetika usw. Hemmend auf die Effizienzsteigerung und Großvermarktung wirken sich gegenwärtig die geringen Agrarbetriebsgrößen aus (im Durchschnitt ca. 0,5 ha).

Ein Ausweg ist die Bildung von Erzeuger- und Absatzgemeinschaften, die in Bulgarien schon seit 2002 erfolgreich auf dem Gebiet des ökologischen Anbaus von Arznei-, Aroma- und Gewürzpflanzen praktiziert wird. Den höchsten Grad der Organisation stellt das UNDP (United Nations Development Programme) JOBS Projekt dar. In diesem Rahmen wurde ein landesweites Netz von 8 so genannten Businesszentren mit jeweils 15 Bio-Betrieben und insgesamt 627 Produzenten aufgebaut. Auf diese Weise wurden 3 845 neue Arbeitsplätze geschaffen. Unter der Anleitung von Fachleuten aus der ehemaligen staatlichen Phytopharmazentrale, dem Forschungsinstitut für Rosen, Aroma- und Arzneipflanzen und der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften wurden unter anderem Demonstrationsfelder angelegt, die Jungpflanzenproduktion ausgebaut und Anbaukurse über die gute fachliche Praxis im ganzen Land organisiert. Biologisch angebaut werden vor allem bulgarische und einige ausländische Sorten von Zitronenmelisse, Pfefferminze, Bohnenkraut, Thymian, Salbei, Muskateller-Salbei, Kamille, Lavendel, Hagebutte, Baldrian, Ringelblume, Kornblume, Ysop, Basilikum, Bergtee, Eibisch und Sonnenhut. Außerdem wird die Wildsammlung von verschiedenen Waldfrüchten zertifiziert. Die Zertifizierung nach der EU-Öko-Verordnung 2092/91 erfolgt durch das IMO-Institut, die Soil Association und die nationale Zertifizierungsstelle Balkanbiocert. Im Laufe des JOBS Projektes wurden von den Beteiligten moderne Trocknungs-, und Verpackungsanlagen entwickelt. Da der größte Anteil der Produktion zum Export bestimmt ist, orientiert man sich auch beim Bau von weiteren Aufbereitungs- und Destillationsanlagen an den in den Absatzländern üblichen Qualitätsstandards.

#### **Literatur:**

- Todorova R. (2006): Aktueller Überblick über Anbau und Wildsammlung von Arznei-, Aroma- und Gewürzpflanzen in Bulgarien. Vortrag 16. Bernburger Winterseminar zu Fragen der Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion, SALUPLANTA, S.11-12
- Stoyanov G., Stanev S., Lambev H, Kovatscheva N., Todorova R. (2008): Qualitätssicherung und Rentabilität der Produktion von Arznei-, Aroma- und Gewürzpflanzen in Bulgarien. Poster 18. Bernburger Winterseminar, S.36-37
- National Plan for Development of Organic Farming in Bulgaria 2007-2013  
[http://www.mzh.government.bg/Articles/582/Files/NOFAP-FINAL\\_bg633483521587812500.pdf](http://www.mzh.government.bg/Articles/582/Files/NOFAP-FINAL_bg633483521587812500.pdf)



# Wissensmanagement

## Weiterbildung von Managern und Führungskräften auf ökologisch wirtschaftenden Bauernhöfen

May, C.<sup>1</sup> und van Elsen, T.<sup>2</sup>

*Keywords: social farming, educational training, managers and executives*

### Abstract

*Are organic farms suited to offer educational training for managers and stakeholders working in leading positions in companies or institutions? Eight interviews with experts were carried out in 2007 and analysed by methods of qualitative social research. Substantial deficiencies of managers and executives lie in the field of soft skills and have their origin in the school system among other reasons. The basic precondition for a successful course/training is the transfer of items that were perceived and learned in daily life. The experts are convinced that organic farms are well suited to offer educational courses and seminars for managers and executives especially because of some characteristics of organic farming: holistic and systemic perception, ethical values, farm diversity, sustainability, exposure to time und bounds, coherences on different farm levels etc. The ways of performance can be different (conceptual design, participants, target group, topic, methodology, marketing, etc.). To assure sustainable success three parameters are essential: professionalism, reliability and exclusiveness.*

### Einleitung und Zielsetzung

Ökologisch wirtschaftende Betriebe zeichnen sich oft durch eine hohe Diversität in der Form ihres Wirtschaftens aus. Gerade im Umgang mit Menschen bieten sich Betätigungsfelder an, die von Höfen zunehmend angeboten und genutzt werden: Schul- und Erlebnisbauernhöfe für Kinder und Jugendliche, Integration von behinderten und alten Menschen, Resozialisierung von Suchtkranken oder Straffälligen. Besonders durch Forschungs- und Vernetzungsaktivitäten auf europäischer Ebene wie dem Projekt „SoFar“ (Social Farming) (van Elsen 2008) wird deutlich, dass der eigentliche Wert naturgemäßer Landwirtschaft weit über die rein wirtschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln hinaus geht und zunehmend politische Unterstützung erfährt. Im Rahmen dieser Arbeit wird untersucht, inwieweit sich ein ökologisch wirtschaftender Bauernhof dazu eignet, Weiterbildungen für Manager und Führungskräfte durchzuführen. Da deren ethisches und soziales Verhalten in den Medien zunehmend diskutiert wird, viele Unternehmen um ein „ökologisches“ Erscheinungsbild bemüht sind und in Seminarkonzepten für Manager immer häufiger Tiere (Pferde, Wölfe, etc.) eingesetzt werden (Lipkowski et al. 2007), wird eruiert, ob gerade Biobetriebe mit vielfältiger Struktur geeignet sind, sinnhafte Erfahrungen und „wert“-volle Kompetenzen zu vermitteln.

### Methoden

Basierend auf Methoden der qualitativen Sozialforschung wurden im Zeitraum vom 30. August bis 08. Oktober 2007 acht offene Experteninterviews geführt. Die Auswahl der Experten erfolgte nach persönlicher Einschätzung (Meuser & Nagel 2005a), wobei

---

<sup>1</sup> Biohof-May, Wülfershauserstr. 8, 97618 Junkershausen, Deutschland, estabien@gmx.de

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL Deutschland e.V.), Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, Thomas.vanElsen@fibl.org

die Kriterien Kontaktherstellung, Qualifikation und Interesse maßgeblich waren. Um Sichtweisen und Meinungen aus verschiedenen Richtungen zu erhalten, wurde das Aufgabengebiet in mehrere Arbeitsfelder (z.B. Manager, Personalwesen, Pädagogik, Ökologische Landwirtschaft, etc.) unterteilt und den Experten zugeordnet.

Im Vorfeld wurde den Experten ein Interview-Briefing zugesandt, in dem Rahmen und Inhalt des Interviews erläutert wurden. Der in Anlehnung an Mayring (2002) entworfene Interviewleitfaden gliederte sich in die Themenbereiche „Manager und Führungskräfte“, „alternative Trainingsprogramme und Seminare“ sowie „Umsetzung auf einem ökologischen Bauernhof“. Die einzelnen Interviews wurden am Arbeitsort des jeweiligen Experten geführt, nahmen jeweils im Durchschnitt 1,5 Stunden in Anspruch und wurden mit Hilfe eines digitalen Aufnahmegepärs aufgezeichnet. Um eine entspannte und alltägliche Gesprächssituation zu schaffen, erfolgte die Anwendung des Interviewleitfadens so flexibel und unbürokratisch wie möglich (Pfadenhauer 2005).

Die Auswertung der Interviews erfolgte mithilfe einer von Meuser & Nagel (2005b) erarbeiteten Modellstrategie, die sich in die Arbeitsschritte Transkription, Überschriften und Thematischer Vergleich unterteilen lässt. Für die Transkription wurde das PC-Programm „f4“ in der Version 3.0.2. verwendet. Zuletzt wurden alle Transkriptionen den beteiligten Experten mit der Bitte um Überprüfung auf korrektes Verständnis zugeschickt.

## Ergebnisse

Um die Zielgruppe eindeutig zu bestimmen, ist zunächst eine hinreichende Formulierung von Definitionen der Begriffe „Manager“, „Führungskraft“, „Unternehmer“ innerhalb einer Organisation (unteres, mittleres, oberes Management) wie auch zwischen Organisationen (Kleinunternehmen bis Konzern) notwendig. Sowohl im Bereich der „soft skills“ (soziale Kompetenzen: z.B. Kommunikationsfähigkeit, Konfliktmanagement, Führungsqualität) als auch auf dem Gebiet der „hard facts“ (Fachwissen: z.B. betriebswirtschaftliche Kenntnisse) werden sehr hohe Anforderungen an Manager und Führungskräfte gestellt. Wesentliche Defizite in deren Persönlichkeitsstruktur liegen nach Aussage der befragten Experten im Bereich der „soft skills“ und können u.a. auf das Bildungssystem zurückgeführt werden. Weiterbildungen für Manager und Führungskräfte, in denen an der Überwindung dieser Schwächen gearbeitet wird, finden häufig im Rahmen sogenannter Trainings oder Coachings statt.

In den Augen der Interviewpartner ist ein erfolgreicher Transfer (Übertragung von gemachten Erfahrungen in den Arbeitsalltag) grundlegende Voraussetzung für ein gelungenes Coaching/Training. Aus ihrer Sicht ist ein ökologisch wirtschaftender Bauernhof grundsätzlich gut geeignet, Weiterbildungen in Form von Coachings oder Trainings anzubieten. Die Möglichkeiten der Umsetzung werden dabei als äußerst vielfältig erachtet (Konzeptaufbau, Beteiligte, Zielgruppe, Inhalte, Methodik, Vermarktung, etc.).

Verschiedene Gründe sprechen nach Meinung der Interviewpartner dafür, dass ökologisch Bauernhöfe, in mancher Hinsicht auch im Unterschied zu konventionell wirtschaftenden Betrieben, für Managerseminare prädestiniert sind:

- Landwirtschaft ist näher an der Realität als viele andere Outdoor-Trainings (wie z.B. Tauchen mit Haien);
- Landwirtschaft stellt neben Haus- und Gastwirtschaft eine der drei Urformen von Wirtschaft dar;
- Urproduktion bildet die Lebensgrundlage und begegnet täglich jedem Menschen;

- Zusammenhänge sind auf unterschiedlichen Ebenen gegeben und leicht sichtbar;
- Es bestehen viele Übertragungsmöglichkeiten auf Prozesse in Unternehmen;
- Es ist eine Möglichkeit, den Menschen über alle Sinne anzusprechen;
- Der Biobetrieb weist meist die größere Vielfalt und Geschlossenheit auf als ein konventioneller Betrieb;
- Das Wirtschaften findet mit der Natur, mit den Menschen, mit der Umgebung statt;
- Das Betreten von Ställen ist erlaubt, wenn nicht gar erwünscht!

Fragen nach dem Inhalt oder den Aspekten, die auf einem ökologisch wirtschaftenden Bauernhof vermittelt werden können bzw. welche Aufgabe ein Seminar für Manager und Führungskräfte erfüllen sollte, werden von den befragten Experten unterschiedlich beantwortet. Ganz pragmatisch und ohne konkrete pädagogische Ziele muss es in den Augen einiger Interviewpartner darum gehen, Manager aus ihren „Elfenbeintürmen“ herauszuholen, sie mit anderen Menschen unterschiedlichster Profession und Herkunft in einem völlig neuen Umfeld („Soziotop“) zusammenzubringen und für eine „Ent- und Umspannung“ zu sorgen. Die möglichen Angebote eines ökologischen Bauernhofs können aber weit darüber hinaus gehen:

- Willensschulung,
- „Führkräfte für Führungskräfte“,
- Haushaltsdenken,
- Aktivierung von Lernprozessen,
- Wahrnehmung und Sensibilisierung,
- Umgang mit Zeit und Grenzen,
- Ganzheitliche Sichtweise.

Auf Grundlage der Befragung der Experten kann ein erster Ansatz für ein Gesamtkonzept entworfen werden, da die meisten Vorschläge miteinander vereinbar sind. Ein Grundgerüst für das Konzept eines Managerseminars auf einem ökologisch wirtschaftenden Bauernhof könnte folgendermaßen gestaltet sein: Als Zielgruppe sollten Manager und Führungskräfte aus kleineren und mittelständischen Unternehmen angesprochen werden. Im Vorfeld ist mit dem Auftragsgeber eine gemeinsame Situationsanalyse und eine genaue Auftragsklärung durchzuführen. Das Seminar sollte in mehreren Blöcken zu verschiedenen Jahreszeiten angeboten, durch einen professionellen Coach/Trainer geleitet werden und auf eine max. Teilnehmerzahl von zwölf Personen beschränkt sein. Zur Qualitätssicherung ist ein erneutes Treffen längere Zeit nach dem Seminar und die Korrespondenz mit den Vorgesetzten (Reporting) wichtig. Um den Erfolg einer Weiterbildung für Manager und Führungskräfte zu garantieren, sind seitens der Interviewpartner drei Parameter entscheidend: Professionalität, Seriosität und Exklusivität. Allerdings sollte man darüber im Klaren sein, dass nicht jeder Teilnehmer im gleichen Ausmaß erreichbar sein wird.

## Diskussion

Die Möglichkeiten eines Angebots von Weiterbildungsseminaren für Manager und Führungskräfte auf einem ökologisch wirtschaftenden Bauernhof sind sehr vielfältig. Wesentliche, offene Fragen und Problemstellungen sind dabei mit den Akteuren zu klären: Was soll das primäre Ziel eines solchen Seminars sein? Mit welchen Personen geht man an die Konzipierung? Für welche Betriebe kommt ein solches Vorhaben überhaupt in Frage? Welche Voraussetzungen und Ressourcen (finanziell, zeitlich, räumlich, etc.) sind tatsächlich notwendig? Zudem ergeben sich diskussionswürdige Punkte, wenn es um die Planungssicherheit eines Seminars (v.a. Witterung) oder die Integration desselben in den Betriebsalltag des Landwirts (besonders bei



Arbeitsspitzen) geht. Der Erfolg eines Managerseminars kann auch davon abhängen, ob die Teilnehmer freiwillig oder verpflichtend daran partizipieren. Ferner kann erwartet werden, dass es Teilnehmer gibt, die aufgrund von Behinderung oder Allergien nur eingeschränkt teilhaben können.

### Schlussfolgerungen

Erfahrungen und Erlebnisse von Prozessen auf einem landwirtschaftlichen Betrieb lassen sich auf vielerlei Ebenen übertragen. Seminarteilnehmer können elementare Erfahrungen in der Natur vermittelt werden; durch die Begegnung mit unterschiedlichen Tierarten oder Übungen, die den Menschen über alle Sinne ansprechen, kann das Blickfeld und die Wahrnehmungsfähigkeit erweitert werden. Der Bezug zum täglichen Leben besteht über die hier produzierten Nahrungsmittel. Somit eignen sich ökologisch wirtschaftende Bauernhöfe prinzipiell dazu, Weiterbildungen für Manager und Führungskräfte anzubieten. Die Realisierung solcher Seminare könnte eine zusätzliche Einkommensquelle für Bio-Betriebe darstellen und würde die Bestrebungen nach Multifunktionalität in der Ökologischen Landwirtschaft um einen weiteren Baustein bereichern. Grundlegende Voraussetzungen (Interessen Betriebsleiter, Verhältnis Betriebsleiter/Trainer, Einbindung in Betriebsabläufe, finanzieller Rahmen, Art der Durchführung, etc.) erscheinen maßgebend für eine erfolgreiche Umsetzung. Weitere Recherchen sind erforderlich, um v.a. folgende Aspekte näher zu untersuchen: Welche Leistung kann ein Seminar auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb für Manager erbringen? Welches Interesse zeigen Unternehmen und Manager daran? Auf welchem Wege müsste das Seminar vermarktet und multipliziert werden? Letztendlich geht es darum, dass ein Seminar in der Lage sein muss, einen Mehrwert für das Unternehmen resp. die Institution zu schaffen.

### Literatur

- Lipkowski S., Gloger S. (2007): Was lernen Manager von Hund, Vogel, Wolf? Tieren als Co-Trainer. – managerSeminare, Heft 113: 40-47, Bonn.
- Mayring, P. (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung, Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 170 S.
- Meuser, M., Nagel, U. (2005a): ExpertInneninterviews in der Sozialberichterstattung. In Bogner, A., Littig, B., Menz, W. (Hrsg.): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 257-272
- Meuser, M., Nagel, U. (2005b): ExpertInneninterviews. Vielfach erprobt, wenig bedacht. In In Bogner, A., Littig, B., Menz, W. (Hrsg.): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 71-93
- Pfadenhauer, M. (2005): Auf gleicher Augenhöhe reden. Das Experteninterview - ein Gespräch zwischen Experte und Quasi-Experte. In Bogner, A., Littig, B., Menz, W. (Hrsg.): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 113-130
- van Elsen T. (2008): Social Farming in Europa. Soziale Landwirtschaft zwischen Marktsegment und gesellschaftlichem Wandel. – Lebendige Erde 2: 20-23, Darmstadt.

## Gestaltung einer partizipativen Forschung und Beratung innerhalb eines Projektes in der ökologischen Milchviehhaltung

Baars, T.<sup>1</sup>, Van Eekeren, N.<sup>2</sup> und Pinxterhuis, I.<sup>3</sup>

*Keywords: participatory network, dairy farming, experiential knowledge.*

### Abstract

*In The Netherlands a participatory project was established, called BIOVEEM (Management for organic dairy farming) ([www.bioveem.nl](http://www.bioveem.nl)). The central idea was an integration of science and practice and the renewal of experiential methods. Advisors and researchers were trained how to be a coach and to stimulate active learning within a pioneering group of farmers. Three different approaches were used in the project to achieve the project aim: on-farm experimental and observational research, (process)-monitoring plus comparison, evaluation and systematic inclusion of farmers' experiences in the research & development process. Much emphasis was put on describing 'the systems that work', pinning down and distributing the novelties that were developed by the group of pioneers.*

### Einleitung und Zielsetzung

Durch Niederländische Forschungsinstitute (Institute der Wageningen Universität und das Louis Bolk Institut) und den landwirtschaftlichen Beratungsdienst (DLV) wurde im Jahr 2000 ein Programm entwickelt mit dem Ziel die Zusammenarbeit der Forschung und Praxis in der ökologischen Landwirtschaft neu zu gestalten. Das praxisorientierte Forschungsprojektes ‚BIOVEEM‘ resultierte einerseits in neuen methodischen Ansätzen für die partizipative Forschung und andererseits einer Reihe neuer, inhaltlicher Erkenntnisse und Theorien, vor allem auf dem Gebiet der ökologischen Milchviehhaltung. In diesem Artikel wird über die methodischen Ergebnisse berichtet (Baars et al. 2005).

### Ergebnisse und Diskussion

Das Projekt wurde in zwei Phasen durchgeführt: In Phase 1 wurden auf 11 Öko-Milchviehbetrieben über den Zeitraum von drei Jahren Daten u.a. zur Betriebswirtschaft, Grünlandnutzung, Futterqualität, Betriebsstickstoffkreislauf und Eutergesundheit gesammelt. Die Erfassung und Auswertung der Daten fand im direkten Gespräch mit den Landwirten statt und resultierte in neuen Entwicklungszielen für die ökologische Landwirtschaft und in einer Reihe Forschungsfragen. Das direkte Gespräch mit den Landwirten über die Betriebsdaten förderte den Kontakt zwischen Landwirten, Beratern und der landwirtschaftlichen Forschung. In der 2. Phase wurde ein Netzwerk von 17 ökologischen Vorzeigebetrieben im Milchviehbereich, mit unterschiedlicher geografischer Lage, Größe (Milchquoten von 150.000-2.500.000 kg) und Betriebskultur eingerichtet. Die teilnehmenden Betriebe waren so selektiert, dass sie jeweils charakteristische

---

<sup>1</sup> Uni-Kassel, FG biodyn Landwirtschaft, Nordbahnhofstrasse 1A, 37213 Witzenhausen, Deutschland, [baars@uni-kassel.de](mailto:baars@uni-kassel.de), <http://www.agrar.uni-kassel.de/bdl/>

<sup>2</sup> Louis Bolk Institut, Hoofdstraat 24, 3972LA Driebergen, Niederlande, [n.vaneekeren@louisbolk.nl](mailto:n.vaneekeren@louisbolk.nl), [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

<sup>3</sup> Wageningen University and Research Centre, Animal Sciences Group, Edelhertweg 15, 8219PH Lelystad, [Ina.Pinxterhuis@wur.nl](mailto:Ina.Pinxterhuis@wur.nl), [www.wur.nl](http://www.wur.nl)

Kernfragen, Entwicklungsziele und / oder Neuerungen ins Gespräch zwischen Landwirten, Forschern und der Beratung einbringen konnten.

Mit Hilfe strukturierter Interviews wurde mit allen 17 Betriebsleiter/Innen über ihre Motive, Erfahrungen als Landwirt und (persönliche) Entwicklungsziele gesprochen: Wie sehen die Unternehmer ihre soziale und wirtschaftliche Umgebung, wie beurteilen sie die Umgebung, welche Schwächen und Stärken sehen sie in ihrem Betrieb und wie sehen ihre Pläne für die nächsten Jahre aus? Die Ergebnisse aus diesen Gesprächen wurden systematisch in ‚Strategischen Managementberichten‘ (Van Elzen et al. 2003) dokumentiert. Anhand der individuellen Pläne wurden anschließend thematische Gruppen eingerichtet, die mit disziplinären Forschungsbereichen in der Landwirtschaft korrespondierten. Landwirte, Berater und Forscher trafen einander im Laufe des Projektes auf zwei Ebenen: (1) während eines zentralen, jährlichen Treffens aller Unternehmer und Coache: hier wurden die Vorgehensweise im Projekt miteinander evaluiert, abgestimmt und methodische Aspekte des Projektes besprochen. (2) In kleineren Themengruppen: hier fanden, je nach persönlichem Interesse, regelmäßige Treffen zu Fragen zum Beispiel auf dem Gebiet der Wirtschaftlichkeit der Betriebe, der Betriebskultur individueller Unternehmerstrategien (siehe unten), zum Thema Stallbau, Grünlandmanagement, Unkrautregulierung, Futtermaisbau oder Eutergesundheit statt. Die thematischen Gruppen arbeiteten dabei auf unterschiedliche Weise. Zentrales Motto war jedoch, dass sowohl Landwirten untereinander als auch Landwirten, Beratern und Forschern die Möglichkeit geboten wurde voneinander zu lernen und sich auszutauschen. Um neue Ideen und Wege zu finden oder entscheidende Expertise zu sammeln wurden, je nach Bedarf, externe Experten eingeladen. Der Austausch in den Teilgruppen wurde nicht nur genutzt um die individuelle Betriebsplanung zu optimieren, sondern auch um ab zu klären in welchen Bereichen der ökologischen Milchviehhaltung neuer Forschungsbedarf besteht (Baars et al. 2005).

Um Entwicklungsfragen der Landwirte zu beantworten, wurden im Wesentlichen drei Forschungsmethoden kombiniert: (1) On-Farm Experimente, (2) Erfassung und kritische Analyse von allerhand Betriebsdaten, (3) Erfassung und Einarbeitung von Erfahrungswissen durch reflexive (Coaching-)gespräche und Teamzusammenkünfte. Die Zusammenführung dieser drei Basiselemente der Forschung resultierte in interessanten Neuerungen (Iepema et al. 2006) und erwies sich insgesamt als relativ erfolgreich (siehe auch Baars et al. 2004).

(1) On-farm Experiment: Die persönliche Forschungsfrage des Vorzeigebetriebes wurde durch experimentelle Forschung innerhalb seines eigenen Kontextes gelöst. Die Experimente wurden unterschiedlich gestaltet, z.B. im Grünlandbereich: Kleinparzellen in Wiederholungen; Vergleich von Parzellen, wiederholt oder nicht wiederholt. Der Vorteil der on-farm Forschung war, dass der Landwirt auch wirklich inhaltlich an den angelegten Varianten beteiligt war. So entsteht die Möglichkeit des Austausches, wenn der Forscher seine gemessenen Ergebnisse vorstellt und der Landwirt seine qualitativen Beobachtungen und Erfahrungen mit einbringt. Zielführender ist es, wenn Landwirt und Forscher sich die Zeit nehmen, sich auch weitere Grünlandschläge gemeinsam anzuschauen (siehe dazu auch Punkt 3) (Baars et al. 2004). Vor allem im Pflanzenbereich konnte eine experimentelle Forschung durchgeführt werden. Im Tierbereich war es oft schwieriger, weil der Stall von dem Landwirt als Einheit behandelt wurde und eine wissenschaftliche Aufteilung der Tiere in Versuchsgruppen mit der täglichen Arbeit kollidierte.

(2) Die Betriebsdatenerfassung und deren Vergleich innerhalb der Wirtschaftsjahre und zwischen den Betrieben: Diese Methode wurde vor allem im Bereich der Betriebswirtschaft angewandt. Es herrschte eine große Offenheit unter den Landwirten, so dass alle Hintergründe wie Gewinn und Verlustrechnung

angesprochen werden konnten. Wichtig war dabei eine Unterteilung in Wirtschaftsstile (unterschiedliche Ziele der Betriebsleiter und unterschiedliche Märkte, die sie bedienten). Deutlich wurde, dass nicht jeder Landwirt gleich orientiert war und deshalb auch unterschiedliche Chancen für ihre Betriebsentwicklung bestanden. Durch die Teilnahme der beteiligten Landwirte an den Themengruppen wurde klar, wie die unterschiedlichen individuellen Betriebsumstände zu den einzelnen Betriebsergebnissen führten.

(3) Evaluierung bäuerlicher Einzelerfahrungen durch Reflektion des Coaches (Forscher und/oder Berater). Innerhalb des Projektes fand eine Schulung statt, um die Coachfähigkeiten anhand der Erfahrungswissenschaft zu lernen (Baars und Baars 2007). Ein wichtiger Lernprozess der Berater und Forscher war eine Umorientierung ihres Betriebsfokusses. Normalerweise haben sie einen eher ‚negativen Blick‘ auf die Betriebe: es wird angeschaut und kritisiert was alles (noch) nicht funktioniert und nicht stimmt oder zur Gewinnminderung führt. Die traditionelle Rolle der Beratung war es, dem Betriebsleiter zu ‚raten‘, wie er mit Hilfe der allgemeingültigen neuesten Erkenntnisse aus der Forschung seine Betriebssituation verbessern kann. In BIOVEEM hatten wir es mit Vorzeigebetrieben zu tun, auf denen die Betriebsleiter ihren Betrieb innovativ gestalteten. Der Blickwinkel änderte sich, statt eines rein negativen Problemfokusses, wurde auch alles was ‚richtig‘ war, gut funktionierte und wo der Landwirt auf seinem Betrieb ein Experte war, erkannt und benannt. Der Coach analysierte z.B. durch teilnehmende Beobachtung, wie und warum der Landwirt so erfolgreich war, wie das jeweilige Hof-System funktionierte und wie die Erfahrungen des Landwirtes mit dem jeweiligen System an andere Landwirte vermittelt werden könnte. Dabei wurde über längere Zeit die Frage diskutiert: „welche Erfahrungen, die von Landwirte gemacht wurden, kann man vermitteln“ und auf „welchen Erfahrungen des Landwirts kann man vertrauen?“ In diesem Bereich wurde klar, dass anhand einer Mustererkennung (Kiene 2005), die von den Landwirten erstellt wurde, Klarheit über die Frage der Kausalität entstand (Baars und Baars 2007).

Die Fokussierung solch erfolgreicher Betriebsleiter ist in der agrarsoziologischen Literatur unter dem Titel beschrieben: ‚System that works‘ (Röling 2000). Dieser wissenschaftliche Fokus ist nicht nur ein ganzheitliches (Betriebs(teil)system zentral), aber auch ein positiver Blick (Chance- statt problemorientiert). Dazu werden auch die Umstände und Bedingungen, die notwendig sind, um solch erfolgreiche Ergebnisse zu erreichen, thematisiert. Der Betriebsorganismus funktioniert dadurch, dass Landwirte die Fähigkeit besitzen zur harmonischen Gestaltung und Abstimmung der Systemteile. Im Gegensatz zu einem disziplinorientierten Forscher behält ein Landwirt immer die Ganzheit des Systems, z.B. der Herde, der Fruchtfolge oder seines ganzen Hofes im Blick. Ein Landwirt muss immer unter sub-optimalen Bedingungen arbeiten, weil ihm die Möglichkeit und das Interesse fehlen alle Betriebsumstände zu optimieren, wie Forscher es in Kleinversuchen gewohnt sind. So gehören zu Systembeschreibungen dieser Art auch die kulturellen Bedingungen, die Beschränkungen und die Gewohnheiten, die von Region zu Region unterschiedlich sein können. Röling (1997) spricht dazu von der „soft side of landsystems“, welches die kulturellen und spirituellen Bedingungen und Prozesse, wodurch ein System als Ganzes funktioniert, beschreibt.

Swagemaker (2002) hat zusätzlich den Begriff „Novelty“ angewandt. Damit sind die Teillösungen gemeint, die zueinander gehören, aber oft erst nach und nach von den Landwirten entdeckt werden. Mehrere solcher Neuigkeiten bilden letztendlich das neue System, welches durch aufeinander abgestimmte Handlungen unter den jeweiligen Betriebsbedingungen funktionsfähig ist. Der Begriff „Novelty“ war ein wichtiges Ergebnis für den Bewusstseinsprozess der Beteiligten. Durch den Begriff wurde verständlich, was die Ergebnisse der Erfahrungsgespräche mit den Landwirten sein könnten: Vorzeigebetriebe entwickeln „Novelties“ und die Kombination dieser zeichnet das funktionsfähige System aus. Neue Begleitprozesse mussten

durchgeführt werden, um zu analysieren und zu klären, warum etwas auf einem Hof richtig funktionierte. Die Coache mussten sich daher die Mühe machen, in den alltäglichen Arbeitsablauf des Landwirtes einzusteigen. Der Coach beobachtete was der Landwirt tat, welche konkreten Maßnahmen er vornahm und ob sich durch geänderte Umstände auch sein Handeln anpasste. Landwirte konnten nur schwer alleine ihre eigene Arbeit reflektieren. Durch die Anwesenheit des Coaches konnte die Vorgehensweise des Landwirtes festgehalten, besprochen und widergespiegelt werden. Aufgabe des Coachs war es, sich in die Denkweise des Landwirtes zu versetzen und diese nachzuvollziehen. Dadurch fand ein eigenes Umdenken statt.

### Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes sind: eine methodische Aufbereitung von Erfahrungserkenntnissen, die von anderen Landwirten übernommen und angewandt werden konnten; der Aufbau eines methodischen Netzwerkes, in dem Landwirte voneinander gelernt haben; eine Beschreibung der Ergebnisse, die durch Forschung und Erfahrungsreflexion zustande kam (Iepema 2006). Die Erkenntnisse aus dem Projekt zeigen, dass eine die Erfahrung reflektierende Methode erfolgreich sein kann, wenn Berater und Forscher sich als Coach verstehen. Wichtig dabei war, dass die Landwirte der Vorzeigebetriebe ihre eigenen Ziele hatten, die von den Coaches respektiert wurden. Zusätzlich kann experimentelle on-farm Forschung eingesetzt werden, um dem Landwirt dabei zu helfen, bessere Betriebsentscheidungen zu treffen.

### Literatur

- Baars T., Baars E. (2007): Erfahrungswissenschaft und Expertenblick. In: Zikeli S. et al (Hrsg.) Zwischen Tradition und Globalisierung, 9. Wissenschaftstagung Öko-Landbau, 2, 791-794.
- Baars T., Iepema G., Van Eekeren N., Baars E. (2005): De Bioveemaanpak, werkwijze en methodiek. Bioveem rapport 11, Lelystad (NL), 43S.
- Baars T., Veltman L., Van Eekeren N. (2004): Farmer's experiences and scientific on-farm experimentation integrated in an experiential science approach. In: Proceedings of the 20th General Meeting of the EGF, Luzern (CH).
- Iepema G. (red) (2006): Inspirerend boeren! Tien systemen die werken in de praktijk. Bioveem, Alphen aan de Rijn (NL).
- Kiene H. (2005): What is cognition-based medicine? Z. ärztl. Fortbild. Qual. Gesundh.wes. 99, 301-306. (<http://www.anthroposophischeaerzte.de/Kiene2005.pdf>)
- Röling N.G. (1997): The Soft Side of Land. Socio-economic Sustainability of Land Use Systems. ITC Journal, 3-4: 248-262.
- Röling N.G. (2000): Gateway to the global garden – beta/gamma science for dealing with ecological rationality. Eight annual Hopper Lecture. University of Guelph, Canada.
- Swagemaker P. (2002): Verschil maken. Novelty-productie en de contouren van een streekcoöperatie. Studies van Landbouw en Platteland, 33. WUR, Wageningen (NL).
- Van Elzen D., Baars T., Beldman A., Wagenaar J.P., Water K. (2003): De ondernemers in Bioveem: drijfveren, doelstellingen en strategie bij de start van het project. Bioveem rapport 2, Lelystad (NL), 54S.

## Was die Praxis von der Forschung will: Ausgewählte Ergebnisse aus 600 Wissenstransferveranstaltungen für Öko-Praktiker in Deutschland

Röhrig, P.<sup>1</sup>

*Keywords: knowledge transfer, science, practice, organic farming*

### Abstract

*From September 2006 to April 2008 associations of organic food producers and traders in Germany organised 600 events for 13.000 farmers and entrepreneurs to improve the transfer of knowledge between science and practice. Besides communicating current research results, the project aimed at capturing the need for further scientific studies. Producers, processors and traders have a very high interest in further and profound research into the organic food business. Core questions are not only on soil fertility or the quality of food but also on specific aspects of plant protection, market development and welfare oriented animal husbandry.*

### Einleitung und Zielsetzung

Mit dem Bundesprogramm Öko-Landbau (BÖL) wurde seit 2002 in Deutschland die Forschung zur Öko-Lebensmittelwirtschaft erheblich intensiviert.

Da das Wissenssystem „Öko-Landbau“ in erheblichem Maße von einem hervorragenden Austausch zwischen Forschung und Praxis lebt (Gerber 2001, Altner, 2002, Lindenthal 1996), ist bei sich ausweitender Forschung ein Ausbau des Wissenstransfers von besonderer Bedeutung, um eine nachhaltige Entwicklung der Ökologischen Lebensmittelwirtschaft zu befördern und um die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Branche auf einem hohen Niveau zu halten.

Daher initiieren die Öko-Verbände mit ihren regionalen Untergliederungen seit 2004 in Deutschland Veranstaltungen zum Wissenstransfer. In diesem Rahmen werden jährlich, auch 2009, ca. 8000 Landwirte, Verarbeiter und Händler auf etwa 400 Veranstaltungen mit überwiegend regionaler Ausrichtung erreicht. Die aktuellen und relevanten Forschungsergebnisse werden zeitnah an die Praktiker weitergegeben, um eine zügige Umsetzung in der Praxis zu ermöglichen.

Um das Bemühen der Wissenschaft nach praxismgerechter Forschung stärker zu stützen, wurde im Rahmen der Veranstaltungsreihe eine Befragung der Praktiker zu ihren Anliegen an die Forschung durchgeführt. Die Ergebnisse sind unter <http://www.boelw.de/wissenstransfer.html> veröffentlicht und können dort nach Themengebieten recherchiert werden.

Die Veranstaltungen werden kofinanziert im Rahmen des BÖL. Die Veranstalterübergreifende bundesweite Koordination und Auswertung liegt beim BÖLW. Die Verbände Bioland, Biopark, Bundesverband Naturkost Naturwaren Herstellung und Handel, Demeter, Gäa, Naturland sowie die Stiftung Ökologie und Landbau sind Träger der Veranstaltungen.

---

<sup>1</sup> Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V (BÖLW), Marienstr. 19-20, 10117 Berlin, Deutschland, [roehrig@boelw.de](mailto:roehrig@boelw.de), [www.boelw.de](http://www.boelw.de)

## Methoden

Die Veranstaltungen zum Wissenstransfer werden von den Fachleuten in den Verbänden, zumeist Beratern, geplant und durchgeführt. Bedingung dabei ist, dass Forschungsergebnisse aus dem BÖL sowie anderen wissenschaftlichen Quellen vermittelt werden. Die Vermittlung der Forschungsergebnisse erfolgt überwiegend durch Berater, aber auch durch die Forschenden selbst.

Am Ende der Veranstaltungen werden die Teilnehmer zu im Rahmen einer Ex-Post Evaluation bewertet. Dazu werden Fragebögen verwandt. Mit ihnen wird neben Fragen zur Qualität der Veranstaltung auch folgende offene Frage gestellt: „Welche Fragen sollten verstärkt von der Forschung bearbeitet werden?“

Der Rücklauf der Fragebögen von den Veranstaltungsteilnehmern liegt bei 95 %. Nur eine geringere Zahl der Teilnehmer beantwortete die offen formulierte oben genannte Frage zur Forschung schriftlich.

Die Veranstaltungsleiter trugen die Ergebnisse der Einzelbögen zusammen. Sie waren angehalten, auch forschungsrelevante Aspekte aus den Diskussionen auf der Veranstaltung für einen Bericht zusammenzustellen. Die oben genannte Frage zur Forschung wurde von ihnen mit jeweils ca. 100 bis 600 Zeichen für jede Veranstaltung zusammenfassend beantwortet

Die Texte der Veranstaltungsleiter sind Grundlage der hier vorgestellten Zusammenstellung. Wo nötig, wurden die Texte und Stichpunkte sprachlich überarbeitet, wortgleiche oder unverständliche Beiträge wurden herausgenommen. Die Antworten wurden Kategorien zugeordnet. Die vier Hauptkategorien: Pflanze, Tier, Lebensmittelverarbeitung und -qualität sowie Ökonomie wurden aus der Projektsystematik des BÖL übernommen. Die etwa 20 Nebenkategorien wurden aus der Kodierung der Antworten heraus erarbeitet.

Bei der hier vorliegenden Auswertung wurden 416 Rückmeldungen aus insgesamt 669 Veranstaltungen mit ca. 13.000 Teilnehmern im Zeitraum von September 2006 bis April 2008 berücksichtigt. Etwa 80 % der Veranstaltungen fanden für Landwirte und Gärtner statt, die übrigen für Händler, Verarbeiter und sonstige Zielgruppen wie bspw. Berater. Die Veranstaltungen wurden in ganz Deutschland durchgeführt. Ihre Verteilung folgte der der Öko-Landwirte, somit war ein stärkeres Angebot im Süden und ein geringeres im Norden zu verzeichnen.

## Ergebnisse

Im Mittelpunkt der formulierten Anliegen der 416 berücksichtigten Rückmeldungen an die Forschung standen pflanzenbauliche Themen (44 %), gefolgt von Fragen der Tierhaltung (24 %), der Ökonomie und Marktentwicklung (12 %) sowie der Lebensmittelverarbeitung und -qualität (12 %). Unter Sonstiges (8 %) wurden Themen wie bspw. Biogasnutzung oder die Optimierung der Gewächshausbeheizung erfasst.

Beispielhaft sind im Folgenden Themen aufgeführt, die aus Sicht der Praktiker und Berater von Relevanz für die Forschung zur Öko-Lebensmittelwirtschaft sind.

### Pflanzenbau

- Die Verbesserung und dauerhafte Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
- Gestaltung von Fruchtfolgen, besonders der Einsatz von Leguminosen und die Entwicklung und Beurteilung neuer Anbausysteme
- Die Verbesserung der Pflanzengesundheit mit teils sehr spezifischen Fragestellungen

- Längerfristige Versuchsanstellungen, um aussagekräftige Ergebnisse zu erlangen
- Züchtung, Mischung und optimale Nutzung von Öko- und regionalen Sorten
- Zusammenstellung regionaler Grünlandsaatgutmischungen
- Optimierung der Naturschutzleistungen von Öko-Betrieben

#### **Tierhaltung**

- Verbesserung der Fütterung, Gesundheit, Zucht, Aufzucht und Haltung besonders von Rindern, aber auch von Schweinen, Schafen und Ziegen.
- Effizienz von Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierkomforts.
- Realisierung saisonaler Abkalbungen

#### **Ökonomie**

- Gestaltung des Sozialen auf Höfen; Mitarbeiterführung, Motivation etc.
- Gestaltung von Betriebs-Kooperationen
- Verbesserung der Datenbasis zu spezifischen Kennzahlen für die Bewertung von Öko-Produktionszweigen
- Schaffung von mehr Transparenz am Öko-Markt; segmentspezifische Marktentwicklungsprognosen
- Bei betriebswirtschaftlichen Themen mit einzelbetrieblicher Relevanz wurde angemerkt, dass vor allem mehr direkte Beratung große Fortschritte für die Betriebe bringen würde

#### **Lebensmittelverarbeitung und -qualität:**

- Weiterentwicklung alternativer bzw. ganzheitlicher Qualitätsbeurteilungsverfahren
- Vergleichsstudien zur unterschiedlichen Sensorik von Öko- und konventionellen Produkten
- Lösung öko-spezifischer Probleme bei der Verarbeitung: insbesondere Alternativen zu Nitritpökelsalz bei der Wurstherstellung; Teigführung von Öko-Backwaren, auch bei schlechteren Getreidequalitäten
- Verarbeitung von Sortenmischungen in Brauereien und Bäckereien

#### **Diskussion**

Die Ergebnisse der Befragung sind rein qualitativer Natur. An ihrer Entstehung sind sowohl die Praktiker als auch Berater bzw. Veranstalter beteiligt.

Im Jahr 2007 unterlagen ca. 18.703 landwirtschaftliche Betriebe und 6.117 verarbeitende Unternehmen der Öko-Kontrolle (BMELV 2008). Aus der Zahl der mit den Veranstaltungen erreichten 13.000 Teilnehmer kann geschlossen werden, dass ein bedeutender Teil der Öko-Betriebe erreicht wurde, insbesondere diejenigen, die in den Verbänden der Öko-Lebensmittelwirtschaft organisiert sind.

Es kann davon ausgegangen werden, dass bei den Veranstaltungen vor allem drängende und aktuelle Probleme angesprochen wurden, da die Veranstalter bei der Konzeption der Seminare darauf bedacht waren, die Interessen der Praktiker zu treffen.

Daher ist zu erwarten, dass langfristig strategische Fragestellungen möglicherweise weniger im Focus standen. Gleichwohl werden auch Fragen wie bspw. die zur Züchtung, die nur mit großem zeitlichen Aufwand bearbeitet werden können, von den Praktikern angesprochen.



Die Antworten der Praktiker auf die Frage nach Forschungsthemen zeigen auch den Bedarf an stärkerer Beratung und weiterem Wissenstransfer auf. Auch ist anzunehmend, dass die Praktiker nicht die gesamte Breite der Forschung zum jeweiligen Thema kennen. Die Antworten spiegeln somit auch den Stand des Wissens der Erzeuger, Verarbeiter und Händler von Öko-Produkten über die Forschungsergebnisse wider.

Vor dem Hintergrund der Konzeption des BÖL im Jahr 2002, in die die Praxis stark einbezogen war, ist anzunehmen, dass mit den vorliegenden Forschungsergebnissen eine Basis vorhanden ist, die die Themenwahl für die Praktikerveranstaltungen nicht wesentlich einschränkt.

Neben den hier ausgewerteten Rückmeldungen der Praktiker an die Forschung fand im Rahmen der Veranstaltungsreihe auch ein breiter direkter Austausch statt, da zahlreiche Forschende ihre Studien direkt vorstellten und diskutierten.

### **Schlussfolgerungen**

Der Forschungsbedarf zur Öko-Lebensmittelwirtschaft ist aus Sicht der Erzeuger, Verarbeiter und Händler weiterhin sehr hoch. Bei der Befragung wurde deutlich, dass sowohl für Fragen zu Themenkomplexen wie bspw. Bodenfruchtbarkeit oder Qualitätsbeurteilung ganzheitliche, interdisziplinäre und umfassende Antworten gesucht werden. Aber auch zahlreiche spezifische Fragestellungen bspw. zum Pflanzenschutz, zur Marktentwicklung oder Herdenmanagement wurden kundgetan. Die Antworten zeigen aber auch den weiteren Bedarf an Beratung und Wissenstransfer im Bereich der ökologischen Lebensmittelwirtschaft auf.

Die aufbereiteten Antworten der Praktiker können aber ein wichtiger Bestandteil der Debatte um die Zukunft der angewandten Öko-Forschung sein. Greift die Forschung die Anregungen auf, kommt dies der Weiterentwicklung des Wissenssystems Öko-Landbau zugute.

### **Literatur**

- Altner, G. et al (2002): Denkschrift: Forschung für eine naturgerechte Landwirtschaft. In Ökologie und Landbau H 123: 22-25
- BMELV (2008): Wachstum des ökologischen Landbaus in Deutschland. [http://www.bmelv.de/cln\\_045/nn\\_750590/DE/04-Landwirtschaft/OekologischerLandbau/OekologischerLandbau.html\\_\\_nnn=true](http://www.bmelv.de/cln_045/nn_750590/DE/04-Landwirtschaft/OekologischerLandbau/OekologischerLandbau.html__nnn=true) (Abruf 10.09.2008).
- Gerber, A. (2001): Reduktionismus zur Transdisziplinarität: Leitbilder für eine zukunftsweisende Forschung im Ökologischen Landbau. In Reents, H.J. (Hrsg.): Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, S.31-34.
- Lindenthal, T., Vogl C. R., Heß, J. (1996): Forschung im Ökologischen Landbau- Integrale Schwerpunktthemen und Methodikkriterien. Forschungsendbericht, Der Förderungsdienst, 2c, 92 S.

## Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau Bisherige Entwicklung und Perspektiven

Saggau, E.<sup>1</sup> und Baranek, E.<sup>1</sup>

*Keywords: Federal Organic Farming Scheme, research and development projects*

### Abstract

*The aim of the Federal Organic Farming Scheme (BÖL) is to strengthen and to enhance the area of organic food and farming. An important part of this is the support of research and development and the dissemination of the results. Since the beginning of the Federal Organic Scheme in 2001 more than 500 praxis oriented research and development projects have been funded. The BÖL will be continued until 2010 with an option until 2015.*

### Einleitung

Das Gesamtziel des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) ist auf die Stärkung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus und der ökologischen Lebensmittelwirtschaft ausgerichtet. Das bedeutet, quantitatives Wachstum bei gleichzeitiger Wahrung und Weiterentwicklung hoher Qualitätsstandards zu fördern. Diese Ziele entlang der Wertschöpfungskette umzusetzen, erfordert ein großes Engagement von Wissenschaft, Beratung und Praxis. Dabei besteht die Aufgabe des Forschungsmanagements der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), diesen Prozess durch Forschungsförderung und Wissenstransfer zu unterstützen.

### Ziele und Projekte des BÖL von 2001 bis 2006

Nach dem Start des BÖL Ende 2001 wurden rund 700 Projektvorschläge im Bereich Forschung und Entwicklung (FuE) eingereicht. In dieser ersten Phase des BÖL konnten knapp 180 Projekte umgesetzt werden. Durch die anfangs auf zwei Jahre begrenzte Laufzeit des Bundesprogramms war es zunächst nur möglich, Projekte mit einer ein- bis zweijährigen Laufzeit zu konzipieren. Der Schwerpunkt lag deshalb auf Status-Quo-Analysen und Voruntersuchungen, um daraus weiteren Forschungs- und Handlungsbedarf ableiten zu können.

In der zweiten Phase ab Anfang 2004 wurden gemeinsam mit maßgeblichen Akteuren aus Forschung, Praxis und Beratung neue Forschungsschwerpunkte erarbeitet. Dabei erfolgte zunächst eine schriftliche Befragung von Wissenschaftlern, Praktikern und Beratern zu potentiellen Forschungsfragen und relevanten Themenschwerpunkten. Die Ergebnisse der Fragebögen wurden in der Geschäftsstelle des BÖL, im BMELV und mit ausgewählten Experten diskutiert. Die Entscheidung über die Forschungsschwerpunkte erfolgte somit auf qualitativer Basis entsprechend der identifizierten Erfordernisse.

Es konnten rund 670 Projektvorschläge eingeworben werden, aus denen 130 neue, stark praxisorientierte Projekte hervorgingen. Diese hatten in der Regel eine Laufzeit von drei Jahren, so dass statistisch belastbare Ergebnisse zu erwarten waren. Bei der

---

<sup>1</sup> Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Deichmannsaue 29, 53179 Bonn, elke.saggau@ble.de, elke.baranek@ble.de, www.ble.de und www.bundesprogramm.de

Projektauswahl wurde neben der notwendigen Prioritätensetzung nach thematischer Relevanz, ein besonderer Wert auf eine ausgewogene Einbindung von Experten und Expertinnen aus Wissenschaft, Beratung, und Praxis gelegt. So konnte eine Vielzahl von Verbundvorhaben unter Beteiligung mehrerer Forschungseinrichtungen und themenbezogene Netzwerkprojekte, in denen viele Akteure des Ökolandbaus aktiv mitarbeiteten, realisiert werden (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1: Überblick über die Phasen im „BÖL“ (eigene Darstellung)**

Förderphase und Zeitraum	Anzahl eingereicherter Projekte	Anzahl realisierter Projekte	Schwerpunkte
<b>Phase 1:</b> Ende 2001 bis 2003	700	180	Status-Quo-Analysen Voruntersuchungen zur Ableitung weiteren Forschungs- und Handlungsbedarfs
<b>Phase 2:</b> Anfang 2004 bis Ende 2006	670	130	Themenbezogene Projekte 3 Jahres Projekte Verbundvorhaben Themenbezogene Netzwerkprojekte unter Einbindung von Wissenschaft, Beratung und Praxis
<b>Phase 3:</b> Anfang 2007 bis Ende 2010 <sup>1</sup>	340	100	Thematische und interdisziplinäre FuE-Projekte Projekte mit Modellcharakter

### Ziele und Perspektiven des BÖL ab 2007

Die in den ersten beiden Förderphasen erarbeiteten Forschungsergebnisse und die Fortsetzung des BÖL eröffneten neue Möglichkeiten, weitere Fragen zu formulieren, um Forschungslücken zu schließen und den Wissensbedarf der landwirtschaftlichen Praxis im Ökolandbau zielgerichteter abdecken zu können. Basierend auf den bisher erzielten Ergebnissen und einer breit angelegten Themenfindung zu künftigen Erfordernissen für Forschung und Entwicklung (FuE) wurden im August 2006 Interessenten aufgerufen, Projektskizzen zur Durchführung von thematischen und interdisziplinären Forschungsprojekten sowie FuE-Projekten zur Forcierung des Wissenstransfers im Ökolandbau einzureichen. Insgesamt wurden zu den Forschungsschwerpunkten „Ökologische Lebensmittel und Ernährung“, „Tierische Erzeugnisse“, „Pflanzliche Erzeugnisse“, „Ökonomie und Sozialwissenschaften“ und

<sup>1</sup> Stand nach 5 Bekanntmachungen. Weitere Bekanntmachungen folgten in 2008.

„Wissenstransfer und Kommunikation“ rund 340 Projektskizzen vorgelegt. Nach wissenschaftlicher Begutachtung und qualitativer Bewertung wurden die Forschungsprioritäten im Rahmen eines diskursiven Prozesses entsprechend identifizierter Erfordernisse festgelegt. Danach konnten die potenziellen Vorhaben mit dem zur Verfügung stehenden Budget abgeglichen werden. Insgesamt können so ca. 100 neue Forschungs- und Entwicklungsvorhaben realisiert werden.

Im Rahmen der Bekanntmachung im August 2006 wurden neben thematischen Förderschwerpunkten auch drei interdisziplinäre Schwerpunkte benannt. Für jeden Förderschwerpunkt wurde eine Fördersumme zwischen 1,2 und 1,6 Mio. Euro eingestellt. Der Ausgangspunkt für die Wahl interdisziplinärer Forschungsansätze war, dass die Landwirtschaft, und insbesondere der Ökologische Landbau, mit multikausalen Ursache-Folge-Beziehungen darauf angewiesen ist, nicht nur aus disziplinärer Sichtweise betrachtet zu werden. Interdisziplinarität wird hier als eine integrationsorientierte Zusammenarbeit von Personen aus verschiedenen Disziplinen verstanden. Dieses setzt bereits eine Zusammenarbeit bei der Projektplanung, d.h. bei der Formulierung von Zielen und Fragestellungen voraus. Insgesamt wurden drei interdisziplinäre Verbundprojekte zu den Themen „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Milchviehhaltung“, „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Haltung von Sauen“ und zum Thema „Bodenfruchtbarkeit“ ausgewählt und realisiert.

Die Wiedererhöhung des BÖL-Budgets von 10 Mio. Euro/Jahr auf insgesamt 16 Mio. Euro/Jahr und die Budgetverschiebung zugunsten der Forschung ermöglichte es, auch im Jahr 2008 neue Bekanntmachung zu formulieren mit dem Ziel, weitere Forschungslücken zu schließen und neue Forschungsfelder abzudecken. Ab dem Haushaltsjahr 2008 stehen nun jährlich 8,3 Mio. Euro zur Verfügung. 2008 wurden fünf Bekanntmachungen veröffentlicht und zwar zu den Themenbereichen „Ökologische Lebensmittel“, „Ökonomie“, „Wissenstransfer“, „Ökologische Aquakultur“ und „Tiergesundheit“. Für Anfang 2009 sind weitere Bekanntmachungen in den Bereichen „Pflanzenzüchtung“ und „Pflanzenschutz“ geplant. In Abhängigkeit von Ergebnissen aus Workshops und Fachgesprächen sollen Bekanntmachungen zu Beschäftigungseffekten und Klimarelevanz folgen. Zudem soll 2009 mit der Evaluierung des BÖL begonnen werden.

### **Internationale Ausrichtung des BÖL**

Im Bereich transnationaler Ökolandbau-Forschung beteiligt sich Deutschland an dem ERA-NET CORE Organic (Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming), welches innerhalb des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU realisiert wurde. ERA-NET steht für European Research Area Network, einer Initiative der EU mit dem Ziel, Forschungsfördereinrichtungen (Projekträger) der einzelnen EU-Staaten miteinander zu vernetzen. Dabei sollen die Ressourcen der Nationalstaaten besser genutzt und somit die Wettbewerbsfähigkeit der EU als Ganzes gesteigert werden.

In der ersten Phase des EU-Projektes CORE Organic (von 2004 bis 2007) arbeitete Deutschland mit weiteren 10 europäischen Ländern zusammen, um Forschungsdefizite im Ökolandbau europaweit zu identifizieren und Forschungsschwerpunkte zu formulieren. Zur Realisierung transnationaler Forschung war es gelungen, einen Förderpool in Höhe von 9 Mio. Euro für drei Jahre zu schaffen. Der deutsche Anteil beträgt 300.000,- Euro jährlich und wird aus dem FuE-Budget des BÖL finanziert. Auf Basis der gesicherten Finanzierung war es möglich, im September 2006 die ersten länderübergreifenden Ausschreibungen zu realisieren. Diese umfasste drei Forschungsschwerpunkte: „Qualität ökologischer Lebensmittel – Gesundheit und Sicherheit“, „Vorbeugendes Krankheits- und Parasitenmanagement und verbesserte Therapie zur Vermeidung des Einsatzes von Antibiotika“ und

Innovative Marketingstrategien". Zur Verbesserung des Wissenstransfers auf europäischer Ebene wurde das Literaturarchiv Organic Eprints ([www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)) zur internationalen Forschungsdatenbank für den ökologischen Landbau aufgebaut. Da die transnationale Zusammenarbeit in dieser ersten Phase sehr positiv verlaufen war, einigten sich die Beteiligten EU-Staaten darauf, ihre Arbeit fortzusetzen mit dem Ziel, ein Procedere für die weitere Zusammenarbeit zu entwickeln. Es ist auch gelungen, weitere EU-Staaten zu gewinnen. Aktuell sind fast 20 Staaten daran beteiligt, einen Folgeantrag für CORE organic II zu erarbeiten.

### **Forschungsförderung und Wissenstransfer**

Forschungsförderung und Vernetzung von Akteuren allein genügen nicht, um die Ausdehnung des ökologischen Landbaus voran zu treiben und die Branche nachhaltig zu stärken. Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Aktivitäten im BÖL ist, die weite Verbreitung der Forschungsergebnisse zu sichern, Hier werden Wissenschaft und Beratung genauso zielgerichtet angesprochen wie Akteure aus den Bereichen Landwirte, Verarbeitung und Handel.

Der Wissenstransfer ist daher bereits ein integrativer Bestandteil jedes Forschungsprojektes und wird mit Artikeln, Veranstaltungen und/oder Broschüren sowie Leitfäden forciert. Nach Abschluss der Projekte werden die Berichte über die Wissenschaftsplattform [www.forschung.oekolandbau.de](http://www.forschung.oekolandbau.de) und [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org) veröffentlicht und ins Internetportal [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) eingestellt. Neben einer kompletten Übersicht aller im BÖL bisher realisierten Projekte sind Links zu den jeweiligen Kurzportraits und Kontaktadressen geschaltet.

Wünschenswert wäre künftig, den Wissenstransfer in die Praxis noch weiter zu intensivieren und zugleich, kontinuierlich Anregungen aus der Praxis in die Forschung zu implementieren. Hier sind alle Akteure des Ökolandbaus gefragt, insbesondere aber die Projektnehmer und –nehmerinnen sowie die Geschäftsstelle des BÖL.

Generell eröffnet die Option, das Bundesprogramm Ökologischer Landbau bis 2015 fortzuführen, allen Akteuren im ökologischen Landbau große Chancen sowohl in der weiteren Forschung und Ergebnisumsetzung, als auch im Hinblick auf eine europäische und internationale Ausrichtung der Zusammenarbeit. Wichtige Impulse für die künftige Gestaltung des Programms sind aus der Evaluierung in 2009 zu erwarten.

Das Bundesprogramm ökologischer Landbau wird durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert. Weitere Informationen unter: [www.bundesprogramm-oekolandbau.de](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de), [www.forschung-oekolandbau.de](http://www.forschung-oekolandbau.de).

## Lehr- und Lernformen in der Hochschulbildung für das Berufsfeld Ökolandbau

Mayer, E.<sup>1</sup>, Häring, A.<sup>1</sup>, Bloch, R.<sup>1</sup>

*Keywords: knowledge transfer, Competences, Interdisciplinary studies*

### Abstract

*Organic farming requires specific skills and competences such as systems thinking or action competence. Academic education should guide students in their development of these skills. Problem based learning or learning in reality seem appropriate. An innovative teaching module developed by the University of Applied Sciences Eberswalde in close collaboration with a network of regional organic agribusinesses for its Bachelor Programme "Organic Farming and Marketing" is discussed.*

### Einleitung

Fast alle agrarischen Hochschulen in Deutschland bieten inzwischen ein Lehrangebot zum Ökologischen Landbau an (Armann und Hill 2005). Lediglich an den Hochschulstandorten Hohenheim, Kassel-Witzenhausen und Eberswalde sind vollständige Studiengänge zum Ökologischen Landbau etabliert worden. Diese Studienprogramme qualifizieren gezielt für das Berufsfeld des Ökologischen Landbaus. Deshalb sollten Fähigkeiten, die insbesondere der Ökologische Landbau erfordert, in den Studienmodellen durch geeignete Lehr- und Lernformen gefördert werden. Die Aufforderung neue Lehr- und Lernarrangements in die Hochschullehre zu integrieren, wird zudem durch allgemeine bildungspolitische Forderungen untermauert: Neben der Entwicklung von fachlichem Wissen gilt es insbesondere die berufliche Handlungskompetenz zu fördern, damit Studierende in einer Zeit des stetigen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Wandels agieren können und Verantwortung für ihr Handeln übernehmen (Bräuer 2008). Ziel dieses Konferenzbeitrages ist es deshalb, aufzuzeigen, welche spezifischen Fähigkeiten für das Berufsfeld des Ökologischen Landbaus wichtig sind und wie diesen Fähigkeiten sowie den erweiterten bildungspolitischen Anforderungen mit geeigneten didaktischen Großformaten begegnet werden kann. Anhand eines neuartigen Lehrmoduls, dem Projektmodul „Studienpartner Ökobetrieb“ der Fachhochschule Eberswalde, wird ein Beispiel der praktischen Umsetzung vorgestellt.

### Das Berufsfeld Ökolandbau und seine Anforderungen

In der Literatur werden als spezifische Fähigkeiten für das Berufsfeld Ökolandbau Fähigkeiten, wie das vernetzende Denken, das bewusste und vorausschauende Wahrnehmen, ein hohes Wertebewusstsein, die Fähigkeit vorhandenes Wissen im Hinblick auf neue Situationen zu transformieren und auch Kreativität genannt (Schaumann 2002, Vogt 2000, Gerber 1997, Hill und Armann 2005, Lebendige Erde (Hrsg.) 2008). Diese Einschätzungen gründen überwiegend auf den spezifischen Charakteristika des Ökologischen Landbaus, beispielsweise die Hofindividualität, die hohe Bedeutung des Systemgedankens und ethischer Wertehaltungen sowie die

---

<sup>1</sup> FH Eberswalde, Studiengang Ökolandbau und Vermarktung/ ESF-Projekt Partnernetzwerk Ökolandbau und Vermarktung, Friedrich-Ebert-Str. 28, D-16225 Eberswalde, emayer@fh-eberswalde.de, www.fh-eberswalde.de

hohe Eigendynamik des Ökologischen Landbaus. Die spezifischen Fähigkeiten können dabei als Bausteine der beruflichen Handlungskompetenz im Berufsfeld Ökolandbau angesehen werden.

Der Begriff der beruflichen Handlungskompetenz umfasst unterschiedliche Dimensionen von Kompetenzen. Oftmals findet eine Einteilung in Fach-, Methoden-, Sozial- und Lernkompetenz statt, die mit dem Ausdruck der Schlüsselqualifikationen umschrieben werden (Pätzold und Wortmann 2006). Wer in allen Bereichen ausgewogene Kenntnisse und Fertigkeiten besitzt, wird als handlungskompetent bezeichnet. Eine einheitliche Untergliederung der genannten Schlüsselqualifikationen oder eine Systematisierung liegt jedoch nicht vor. Für die Landwirtschaft, in der die Natur die Wirtschaftsgrundlage darstellt, erachten Gerber (1997) und Hill und Armann (2005) die Umweltkompetenz (Erkennen von Folgen des eigenen Handelns auf die Umwelt und Vermeidung negativer Auswirkungen) als eine weitere wichtige Schlüsselqualifikation für berufliche Handlungskompetenz.

### **Konsequenzen für die agrarische Hochschuldidaktik**

Die berufliche Handlungskompetenz für den Ökolandbau, inklusive der spezifischen Fähigkeiten für dieses Berufsfeld, gilt es durch geeignete Lehr- und Lernarrangements in der Hochschullehre zu fördern. Dabei geben die grundlegenden Annahmen neuerer Lerntheorien über die Gesetzmäßigkeiten des Lernens wichtige Hinweise für eine didaktische Ausgestaltung (vgl. Bauer et al. 2006):

- Lernen ist ein aktiver und konstruktiver Prozess, der von der individuellen Wissensbasis abhängig ist. Die Aktivität umfasst dabei verschiedene Dimensionen, beispielsweise die Aktivität durch Zusammenarbeit, durch Handlungsorientierung oder durch Ganzheitlichkeit in der Ansprache.
- Das Erlernte kann in der Praxis besser angewandt werden, wenn es unter Bedingungen erlernt wurde, die lebensnah sind. Deshalb ist ein Lernen an und in realen Situationen insbesondere in der beruflichen Bildung vorteilhaft, da nicht künstlich versucht wird, wichtige Kompetenzbereiche zu identifizieren, sondern notwendige Kompetenzen - entsprechend ihrer aktuellen Zusammensetzung und Verbindung in der realen Wirklichkeit - abverlangt werden. Dem selbstgesteuerten Lernen (Eigenverantwortung im Lernprozess) wird eine besonders wichtige Funktion für einen langfristig und flexibel nutzbaren Lernertrag zugeschrieben.
- Kooperatives Lernen in Kleingruppen fördert die sozialen Beziehungen zwischen den Lernenden. Durch eine entsprechende Rollenverteilung oder eine gute Betreuung können sowohl Begabte als auch weniger Begabte leistungsmäßig überwiegend gleichermaßen profitieren. Dabei ist der Vorbereitung, Unterstützung und Nachbereitung des kooperativen Lernens durch die Lehrpersonen eine Schlüsselfunktion zuzuschreiben.

Für die Förderung der Handlungskompetenz im Ökologischen Landbau erachtet Gerber (1997) insbesondere das integrative Aneignen von fachlichen Kenntnissen und spezifischen Fähigkeiten als wichtig. Hierfür sind Lernarrangements, die interdisziplinär aufgebaut sind, eine Verknüpfung von Theorie und Praxis erfordern, Selbststeuerung fördern und als Erkenntnisprozess konzipiert sind, besonders geeignet. Einen Erkenntnisprozess zu konzipieren, bedeutet drei wesentliche didaktische Merkmale zu berücksichtigen: Die Prozessorientierung (der Prozess wird als notwendiger Bestandteil der Wissensvermittlung betrachtet), die Problemorientierung (Wissensvermittlung als problemorientierter Auseinandersetzungsprozess, die Selbsterkenntnis fördert), die Subjektorientierung (der subjektive Verarbeitungsprozess und das subjektive Wissen bilden den zentralen Bezugspunkt der Wissensvermittlung) (Pätzold und Wortmann 2006). Projektarbeiten, Gruppenarbeiten scheinen hierfür förderlich zu sein (Gerber 1997). Für die Schulung

der eigenen Wahrnehmung verweist Gerber auf die phänomenologische Methode als eine Methode der Erkenntnisgewinnung (vgl. hierzu Gerber 1999). Zur Entwicklung eines Werteverständnisses für die Natur (als Voraussetzung der Umweltkompetenz) ist nach Pongratz das persönliche Erfahren von Natur notwendig, das sowohl eine zweckgebundene Arbeit als auch eine zweckfreie Betätigung in der Natur beinhalten sollte (Pongratz 1992).

### **Ein Praxisbeispiel aus der Fachhochschule Eberswalde**

Die Fachhochschule Eberswalde vermittelt in ihrem Bachelorstudiengang Ökolandbau und Vermarktung Kenntnisse über die gesamte Wertschöpfungskette im Ökologischen Landbau. Ein wesentliches Merkmal im Eberswalder Studienmodell ist die enge Verzahnung mit der Praxis, die durch den Aufbau eines regionalen Partnernetzwerkes sichergestellt wurde. Akteure der regionalen ökologischen Lebensmittelwirtschaft treten in ihrer Funktion als „Studienpartner Ökobetrieb“ nicht nur als Forschungspartner, sondern insbesondere auch als Ausbildungsdienstleister innerhalb der Hochschullehre auf. Das regionale Partnernetzwerk ermöglichte der Fachhochschule die Konzeption eines innovativen Lehr- und Lernmoduls: Das Projektmodul „Studienpartner Ökobetrieb“. Anforderungen, die der Ökologische Landbau und die Bildungspolitik an die Berufsbildung stellen, finden darin in besonderer Weise Berücksichtigung.

Das Modul sieht vor, dass Studierende im zweiten Fachsemester in Kleingruppen konkrete Fragestellungen und Probleme aus den regionalen Partnerbetrieben bearbeiten. Das didaktische Großformat gleicht einer Projektarbeit, in der Studierende eigenverantwortlich, jedoch in Begleitung der Praxisanleiter (Betriebsleiter) und Dozenten, ein komplexes Thema interdisziplinär bearbeiten. Dabei ist der Arbeits- und Lernprozess durch die Projektidee ausgelöst und ebenso wichtig wie das Handlungsergebnis oder Produkt, das am Ende des Projektes steht. Ein besonderes Merkmal des Betriebspraktikums ist das Lernen in und an der Realität: Über ein Semester hinweg bearbeiten die Kleingruppen in der Regel einen Tag pro Woche auf den Betrieben die jeweilige Fragestellung. Die Komplexität der Fragestellungen führt häufig dazu, dass auf eine anfängliche Phase der Euphorie, in der die Studierenden unbefangen anhand ihrer Erfahrungen und Ideen zu handeln probieren, die Ernüchterung folgt und die Studierenden ihre Problemstellung für nicht lösbar halten. Daraus ergibt sich die Anforderung, dass sich die Studierenden ein neues Bild von der Handlungssituation machen, ihre bisherige eigene Herangehensweise überprüfen und gegebenenfalls eine Neuorientierung vornehmen. Hierin besteht ein wichtiger didaktischer Aspekt: Durch Herausforderung, Wahrnehmung und Erkenntnis ein Handeln für zukünftige Situationen zu lernen. Das Erarbeiten von Lösungen in der Kleingruppe erfordert immer wieder ein hohes Maß an Kommunikations- und Kooperationsbereitschaft sowie Konfliktfähigkeit. Dabei wird all das, was unter dem Begriff der Sozialkompetenz gefasst wird, konkret mit Leben gefüllt.

Die Dozenten treten im Betriebspraktikum verstärkt in der Rolle eines Lernprozessbegleiters auf, der den Lernprozess moderiert und durch Expertenwissen ergänzt. Dies hat zur Konsequenz, dass die Studierenden in ihrem Lernprozess ein hohes Maß an Eigenverantwortlichkeit in inhaltlicher und organisatorischer Hinsicht übernehmen müssen. Am Ende des Semesters stellen die Studierenden ihre Projektergebnisse im Rahmen einer Sommerakademie vor und diskutieren diese gemeinsam mit Kommilitonen, Partnerbetrieben sowie der interessierten Öffentlichkeit. Dabei erhalten die Studierenden Einblicke, welche Fragestellungen die regionalen Akteure beschäftigen und wie ihre Kommilitonen unterschiedliche Problemstellungen auf den Praxisbetrieben gelöst haben. Neben der eigentlichen Projektbearbeitung sind die Studierenden in anfallende Tätigkeiten auf den Betrieben involviert. Ziel ist es, unterschiedliche Betriebszweige, betriebliche Abläufe in einem



ökologisch wirtschaftenden Betrieb und die Vielseitigkeit an Lebensentwürfen innerhalb des Ökologischen Landbaus kennenzulernen. Nicht zuletzt können praktische Fertigkeiten und Fähigkeiten durch die Mitarbeit erlernt werden und ein Wertebewusstsein durch die zweckgebundene Arbeit in der Natur gefördert werden.

Das vorgestellte Lehr- und Lernmodul stellt eine Möglichkeit dar, den Ansprüchen des Ökologischen Landbaus und der Bildungspolitik an die Berufsausbildung gerecht zu werden. Neben der Vielzahl an Vorteilen, die sich aus einer hochschuldidaktischen Perspektive ergeben, kann die Fachhochschule Eberswalde mit ihrer Lehr- und Lernform erweiterten Ansprüchen auf diese Weise begegnen. Beispielsweise können sich die Studierenden und Akteure der regionalen ökologischen Lebensmittelwirtschaft als potentielle Arbeitgeber oder -nehmer frühzeitig persönlich kennenlernen. Erweiterte Fragestellungen, die sich aus den Projektarbeiten heraus ergeben, können im Rahmen von Bachelorarbeiten aufgegriffen werden und praxisrelevante Lösungen erarbeitet werden - eine grundlegende Erwartung der regionalen Akteure an die Fachhochschule!

### Literatur

- Bauer, H., Brater, M., Büchele, U., Düfter-Weis, A., Maurus, A., Munz, C. (2006): Lern(prozess)begleitung in der Ausbildung. In: Beiträge zu Arbeit - Lernen - Persönlichkeitsentwicklung, Band 3. Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 288 S.
- Bräuer, M. (2008): Innovation und Wissensmanagement in der Ausbildung von Agrarlehrern. In: B&B Agrar 4: 133 - 136.
- Gerber, A., (1999): Berufsbildung im Ökologischen Landbau - Situationsanalyse und Perspektivenentwicklung. In: Köpke, U., Eisele J. (Hrsg): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau 3. - 4. März 1997. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 544 - 556.
- Gerber, A. (1997): Umweltgerechte Landbewirtschaftung in der landwirtschaftlichen Berufsausbildung. In: Kommunikation und Beratung - Sozialwissenschaftliche Schriften zur Landnutzung und zur ländlichen Entwicklung, 25; Magraf Verlag, Weikersheim, 386 S.
- Hill, C., Armann, B. (2005): Ausbildung im Ökologischen Landbau. In: Kommunikation und Beratung- Sozialwissenschaftliche Schriften zur Landnutzung und zur ländlichen Entwicklung, 64, Magraf Verlag, Weikersheim, 261 S.
- Lebendige Erde (Hrsg.) (2008): Bildung, biodynamisch - Ein Rundgespräch zum Lernen in und an der Praxis, zu Ausbildung und Weiterlernen 3: 20 - 23.
- Pätzold, G., Wortmann E. (2006): Didaktische Handlungsmöglichkeiten zur Ausbildung von Schlüsselqualifikationen. In Arnold, R. (Hrsg): Kompetenzentwicklung durch Schlüsselqualifikations-Förderung. Schneider-Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 217 S.
- Pongratz, H. (1992): Die Bauern und der ökologische Diskurs: Befunde und Thesen zum Umweltbewusstsein in der bundesdeutschen Landwirtschaft. Profil Verlag GmbH München Wien, Rieden, 301 S.
- Schaumann, W., Siebeneicher, G., Lünzer, I. (2002): Geschichte des ökologischen Landbaus. In: SÖL-Sonderausgabe Nr. 65, Bad Dürkheim: Stiftung Ökologie und Landbau, 200 S.
- Vogt, G. (2000): Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum. In: Ökologische Konzepte, 99, Bad Dürkheim: Stiftung Ökologie und Landbau, 399 S.

## Bestehende und mögliche denkbare Ansätze für eine Faire Preisgestaltung im Domestic Fair Trade

Eichert, C.<sup>1</sup> und Mayer, E.<sup>2</sup>

*Keywords: Domestic fair trade, Organic values, Value shift*

### Abstract

*Aspects of fair trade gain a growing relevance in the current debate on the further development and reorientation of the domestic (mid-European) organic sector. Fair trade aspects were part of the implicit self-conception since the organic movement was established. The authors would like to show up ways how these implicit ideals can be carried over into explicit standards comprehensible to the consumer. This request can be reached via liberal, restrictive or transparent fair pricing schemes.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Ökomarkt boomt nachhaltig. Damit einher geht eine Debatte um den „Mehr-Wert“ ökologisch erzeugter und gehandelter Produkte. So hinterfragt der Verbraucher den höheren Preis bzw. knüpft diesen an konkrete Erwartungen. Es stellt sich die Frage, ob „Öko“ diesen impliziten Verbrauchererwartungen auch explizit entspricht bzw. wie der Sektor mit einer Diskrepanz zwischen Erwartungen und Erfüllung umgeht. Rippin (2008) kommt bei einer Querschnittuntersuchung zur Ökomarkt-Entwicklung zu dem Schluss, dass Glaubwürdigkeit das Fundament aller Marketinginitiativen im Ökosektor darstellt und folglich geweckte Erwartungen mit tatsächlich erbrachten Leistungen in Einklang gebracht werden müssen. Ein Aspekt, den die Verbraucher mit dem Kauf von Ökoprodukten verbinden, ist die Einhaltung fairer Herstellungs- und Handelsbedingungen. Mehrere aktuelle Studien (u.a. Padel und Gössinger 2008), als auch mehrere Anbauverbände des Ökolandbaus beschäftigen sich mit Fragen des Domestic Fair Trades. Wie sich eine faire Preisgestaltung festlegen und praktisch umsetzen lässt, ist aus Wissenschaftssicht jedoch noch nicht hinreichend untersucht und diskutiert worden. Im vorliegenden Paper soll das Konzept des Fairen Handels in Europa ökonomisch durchleuchtet werden. Darüber hinaus sollen bestehende und denkbare Ansätze zur Festlegung und Steuerung eines Fairen Preises für den mitteleuropäischen Markt zusammengetragen und diskutiert werden. Methodisch erfolgt in der vorliegenden Arbeit eine Einordnung des *Fair-Handels*-Modells in die Neoklassik, sowie in die Spieltheorie. Nachfolgend erfolgt die Ableitung möglicher Umsetzungs- und Ausgestaltungsformen im Markt.

### Theoretischer Hintergrund

Die Diskussion um *Domestic Fair Trade* und *Faire Preise* wird im europäischen Raum schon seit einigen Jahren geführt und findet nicht nur innerhalb des Ökosektors, sondern beispielsweise auch im konventionellen Milchsektor statt. Die Akteure innerhalb des Ökosektors sollten diese gesellschaftliche Debatte aufgreifen und zu ihren Gunsten nutzen, da diese ursprünglichen, immanenten und immateriellen Grundwerte des Ökolandbaus die Möglichkeit bieten, eine Leitbild-Funktion des Sektors herauszustellen. Das erarbeitete Wissen um faire Handelsbeziehungen und ein anderes Wirtschaften innerhalb des Ökosektors gilt es zu analysieren und über

---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, eichert@uni-hohenheim.de

<sup>2</sup> FH Eberswalde, FG Ökonomie und Vermarktung im Ökolandbau, emayer@fh-eberswalde.de

den Sektor hinaus zu präsentieren. Warum Fairness im Bereich des Ökologischen Landbaus lange Zeit keiner Regulierung bedurfte, sozusagen implizit funktionierte, lässt sich theoretisch erklären. Nach Camerer (2003) wird ein faires Verhalten durch Information und einen überschaubaren Markt (im Idealfall zwei Marktpartner unter vollständiger Information) positiv beeinflusst. Bei wachsender Größe eines Marktes und sinkender Information treten vermehrt selbstbezogene Gesichtspunkte in den Vordergrund. Als Gründe für die sinkende Bereitschaft, sich fair zu verhalten, gilt demnach fehlende Information über das Verhalten der Marktpartner, sowie die Schwierigkeit einer Bestrafung von free riders in großen und unübersichtlichen Strukturen. Für die vorliegende Untersuchung lässt sich hieraus schlussfolgern, dass die direkten Handelsbeziehungen und „Nachbarschaftsverhältnisse“ zwischen Erzeugern und Konsumenten aus der Anfangszeit der Ökobewegung dem skizzierten Idealbild einer direkten und transparenten Handelsbeziehung nahe kamen und keines Regulatorisch bedurften. Im vermehrt durch anonyme Handelsbeziehungen und lange Wertschöpfungsketten geprägten heutigen Ökomarkt ist eine örtliche Nähe zwischen Erzeugung und Konsum nicht mehr der Standard. Für die Umsetzung eines funktionsfähigen Fair-Preis-Modells innerhalb dieser Strukturen sind eine räumliche Nähe und Kooperation der handelnden Akteure (z.B. Zusammenschluss zu einem Aktionsbündnis, Verein), sowie die Möglichkeit eines punishment (z.B. Implementierung eines Strafenkatalogs) förderlich. Der mitteleuropäische Ansatz zu fairen Herstellungs- und Handelsbedingungen unterscheidet sich strukturell grundlegend vom bisher bekannten Ansatz des Fairen Handels im Süden: So besteht ein fundamentaler Unterschied, ob einem in einer Kooperative organisierten Subsistenzlandwirt in Nicaragua für seine Kaffeebohnen ein an Auflagen geknüpftes ökonomisches „top-up“ gewährt, oder ob man dieses Prinzip bei einem mitteleuropäischen Landwirt anwendet. Alleine die Tatsache, dass ein moderner Milchviehbetrieb enorme Finanzmittel in Form technischer und baulicher Werte bindet, lässt die gesellschaftliche Diskussion um eine faire Preisgestaltung in einem anderen Licht erscheinen, als dies im Falle von Subsistenzlandwirtschaft der Fall ist. Nicht nur aufgrund dieser ökonomischen Unterschiede bedarf es einer Anpassung oder Neuinterpretation des Modells des Fairen Handels an die naturräumlichen, strukturellen und marktlichen Gegebenheiten in Mitteleuropa.

### **Wie lässt sich ein Fairpreis-Konzept ökonomisch einordnen?**

Grundsätzlich können die bestehenden Erklärungsansätze für Fairness im Handel in zwei Kategorien unterteilt werden. Folgt man den Prämissen der Neoklassik, so kann das Bild des homo oeconomicus (der Handelnde tritt im Markt als reiner Nutzenmaximierer auf) aufrecht erhalten werden, wenn auch eine Erweiterung der Theorie um zusätzliche Nutzenaspekte vorgenommen wird. Eine weitere Herangehensweise an das Thema Fairness bieten Ansatzpunkte aus der Spieltheorie, welche dem homo oeconomicus einen Entscheidungsspielraum in Form einer Orientierung an sozialen, ökologischen oder anderen Parametern zugestehen. Die beiden Konzepte werden nachfolgend im Kontext des Domestic Fair Trades erörtert.

Wie Steinrücken und Jaenichen (2007) als Vertreter der Neoklassik zeigen, wird sich auch ein rational handelnder Konsument für ein fair gehandeltes Produkt entscheiden, wenn einige Annahmen erfüllt sind: Gemäß seinem Verhalten als homo oeconomicus greift er nur zum fair gehandelten Produkt, wenn sein erzielter Nettotonutzen über jenem eines konventionell gehandelten Produktes liegt. In seine Nutzenrechnung schließt dieser Konsument nun jedoch nicht nur den direkten Gebrauchsnutzen durch den Verzehr des betreffenden Produktes ein, sondern zieht ebenso den für ihn bei der Kaufentscheidung relevanten Zusatznutzen in Betracht. Im vorliegenden Fall nehmen wir an, dass er aufgrund der fairen Produktions- und Handelsbedingungen eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für das *faire* Produkt besitzt. Wenn die Bündelung der

beiden Aspekte Bruttogebrauchsnutzen durch Verzehr und Zusatznutzen durch Produktionsbedingungen nun einen gegenüber dem konventionell gehandelten Produkt höheren Nettonutzen erbringt (seine Zahlungsbereitschaft pro Zusatznutzen den geringeren Preis des konventionellen Produktes übersteigt), wird er sich gemäß seinem ökonomischen Kalkül für das fair gehandelte Produkt entscheiden. Entscheidend für die Ausgestaltung von Domestic Fair Trade Handelsmodellen ist nun die Unterlegung des Begriffs Zusatznutzen. Da es sich bei Herstellung und Handel mit fairen Produkten um Vertrauensgüter handelt (der Konsument muss aufgrund fehlender oder schwer zu erlangender Information gegenüber den an der Erzeugung und am Handel beteiligten Marktpartnern ein gewissen Grad an Vertrauen aufbringen), bedarf es sinnvoller Mechanismen, dieser Informationsasymmetrie entgegenzuwirken, um das Vertrauen des Konsumenten zu sichern. Eine erhöhte Bereitschaft zum Erwerb des skizzierten Zusatznutzens scheinen vor Ort nachvollziehbare und konkret nachprüfbar Aktivitäten beispielsweise im sozialen und ökologischen Bereich zu sein (Steinrücken und Jaenichen 2007): Indem der Konsument die Chance besitzt, seine Gute Tat (zumindest theoretisch) nachzuprüfen, steigt seine (Zahlungs-)Bereitschaft. Inwiefern die Arbeit von hiesigen Anbauverbänden der Erstellung einiger der skizzierten Leistungen bereits heute in Teilen immanent nachkommt, muss vertiefend untersucht werden. Fehr und Gächter (2000) identifizierten aus ihren spieltheoretischen Analysen das Vorhandensein von (unausgesprochenen) moralischen Richtlinien, nach denen der Einzelne handelt. Sie zeigen weiter, dass die Einführung eines monetären Direktives (z.B. in Form eines Strafenkatalogs für free rider) die Chancen auf Kooperation nachhaltig erhöht. Für den Fairen Handel hieße dies, dass ein Fair-Preis-Modell monetäre Bestrafungen (bei fehlender Kooperationsbereitschaft des jeweiligen Partners) vorsehen müsste, um sich zu behaupten. Folglich erfordert das menschliche Verhalten für die Durchsetzung von Fairness und Solidarität geradezu, eine moralische Richtlinie in Form eines derartigen Regulativs zu ziehen. Hieran schließt sich die Frage an, wer für die Einhaltung des Regulativs einsteht bzw. wer die Vorgaben durchsetzt.

De Roover (1958) kommt in seiner Analyse gerechter Preise zu dem Schluss, dass im Mittelalter Gilden für die Festsetzung und Einhaltung eines für alle Beteiligten gerechten Preises verantwortlich waren. Im Falle von Wucher oder anderen von den Moralvorstellungen der damaligen Zeit abweichenden, eigennutzorientierten Verhaltensweisen sorgte dieser die damalige Gesellschaft prägende Zusammenschluss von Kaufleuten für ein Regulativ. Es stellt sich die Frage, ob die Gilden des modernen Ökolandbaus die Anbauverbände als Träger der Ideale sein können, oder ob es einer staatlichen Regulierung des Marktes bedarf, um ein Fair-Preis-Modell effizient umzusetzen. Es ist den Autoren bewusst, dass die skizzierten Ansätze der allgemeinen Kritik am Fairen Handel ausgesetzt sind. Diese besagt, dass durch die Festsetzung eines Mindestpreises die Selbstregulierungskräfte des Marktes und demnach Adam Smiths unsichtbare Hand beeinträchtigt werden. Zugleich besteht ein Bewusstsein darüber, dass unser bestehendes liberales Wirtschaftssystem gerade im Bereich der landwirtschaftlichen Produktion zu einem „race to the bottom“ geführt hat und folglich Adam Smiths Ideal eines transparenten und perfekten Marktes mit effizienter und gerechter Güterverteilung mehrheitlich nicht erfüllt wird.

### **Mögliche Ausgestaltungsformen eines Fairpreis-Modells**

Die denkbaren Herangehensweisen an ein Fairpreis-Modell beruhen u.a. auf eine mündliche Diskussion mit Herrn Markus Arbenz von BioSuisse. Sie unterscheiden sich zuvorderst durch die am Aushandlungsprozess beteiligten Institutionen / Akteure und ihrer jeweilige Rolle bei der Festsetzung und Einhaltung eines Mehrpreises. Ein liberaler Ansatz würde als Regelinstrument auf Preisverhandlungen „auf dem Markt“ zurückgreifen. Indem man die erbrachten Mehrleistungen transparent darstellt und

zugänglich macht, bildet sich in der Folge mittels gängiger Marktmechanismen der Preis des gehandelten Produktes. Eine derartige Herangehensweise würde Transaktionskosten für die Dokumentation der Mehrleistung beinhalten, jedoch als Regelungsfunktion die kostenneutralen Marktmechanismen in Anspruch nehmen. Die meisten existierenden europäischen Fairpreis-Modelle sind an dieses Modell angelehnt, indem sich die gezahlten Mehrpreise am gängigen Marktpreis orientieren. Verfolgt man einen restriktiven Ansatz, würde dies eine staatliche oder anderweitig institutionelle Regulierung und das Greifen von Vorschriften beinhalten. Die Regulierung anhand von Gesetzen und Vorschriften dient dabei einer Begrenzung des Marktzugangs auf Akteure, die sich diesen Vorgaben anpassen. Nachfolgend bedarf es einer (staatlichen oder anderweitig geregelten) Kontrolle der Einhaltung. Hierdurch entstehen zusätzliche Kontrollkosten. Ein transparenter Ansatz würde die Marktpreisfindung anhand eines transparenten Punktesystems herbei führen. Die Preisfestlegung ist folglich flexibel (gemäß der erbrachten Leistung) und orientiert sich an den tatsächlich erbrachten Leistungen im Zuge der Herstellung und Verarbeitung des Produkts, die Honorierung erfolgt nach einem Punktesystem (Punktierung, Ratingsystem). Dieses Modell kann jedoch nicht die Frage beantworten, ab welchem Punkt ein Produkt beispielsweise das Attribut fair führen darf bzw. an welchem Punkt das System eine Grenze zieht. Es wäre jedoch für die Marktakteure und Endverbraucher von Vorteil, anhand der Offenlegung der Produkt- und Prozessattribute eine weitestmögliche Transparenz bezüglich der erbrachten Leistung zu erhalten. Als Nachteil dieses Modells bedarf die Offenlegung der Produkt- und Prozessattribute und damit die Aufrechterhaltung des Systems relativ hohe Transaktionskosten. Darüber hinaus ist eine Punktierung nicht ad hoc (ergo vor dem Regal) erfassbar und bedarf seitens des Konsumenten eine erhöhte Bereitschaft zur Informationsgewinnung („Suchkosten“). Ebenfalls denkbar wäre ein Staffelpreis-Modell in Abhängigkeit der Betriebsstruktur. Abschließend kann gesagt werden, dass domestic fair trade eine alternative Wirtschafts- und Handelsform sein kann, um sich von big organic abzusetzen und seine Vorreiterrolle unter Beweis zu stellen.

### Literatur

- Camerer, C. F. (2003): Behavioral Game Theory. Russell Sage Foundation, New York, 544 S.
- De Roover, R. (1958): The Concept of the Just Price: Theory and Economic Policy. *Journal of Economic History* 18:418-434.
- Fehr, E. und Gächter, S. (2000): Cooperation and Punishment in Public Goods Experiments. *American Economic Review* 90(4), S. 980-94.
- Padel, S. und Gössinger, K. (2008): Farmer Consumer Partnerships Communicating Ethical Values: a conceptual framework. CORE Organic Report Nr. FCP 1, Aberystwyth University, Aberystwyth und University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Wien.
- Rippin, M. (2008): Analyse von Forschungsergebnissen im Hinblick auf die praxisrelevante Anwendung für die Vermarktung und das Marketing von Öko-Produkten. Schlussbericht zum Projekt 06OE301. Bundesprogramm Ökologischer Landbau, BLE, Bonn.
- Steinrücken, T. und Jaenichen, S. (2007): The Fair Trade Idea: Towards an Economics of Social Labels. *Journal of Consumer Policy* 30:3.

## Identifikationsbildung des organisch-biologischen Landbaus

Bross-Burkhardt, B.<sup>1</sup> und Hoffmann, H.<sup>2</sup>

*Keywords: sociology, organic gardening, history of agriculture*

### Abstract

*The motivation to start practising organic farming is substantially initiated and influenced by few charismatic personalities and role models. This can explicitly be discerned when observing the origination of organic farming and subsequently the first phases of development of the movement into various branches.*

*This paper examines what leading roles personalities as for example the pioneers of the "Organisch-biologischer Landbau" Dr. Hans Müller, Maria Müller and Dr. Hans Peter Rusch, played in creation of the identity for the movement and draws conclusions in regards of modern ecological agriculture.*

*Recent interviews with those early stage protagonists of organic farming still alive as well as with young "Bioland" practitioners deliver strong evidence that today there is a growing interest to consider the foundations of organic farming and to further develop it considering the microbiology of the soil as first Dr. Rusch had suggested.*

### Einleitung und Zielsetzung

Eine Besonderheit des Ökologischen Landbaus besteht darin, dass er nach Prinzipien agiert, die wesentlichen Grundsätzen unserer globalisierten heutigen Gesellschaft entgegengesetzt sind. Während ein Grundsatz der Marktwirtschaft ungebremses Wachstum bei möglichst effizienter Ausnutzung der Ressourcen ist, legt sich Ökologischer Landbau selbst Beschränkungen bei der Art der Produktion auf und verzichtet damit bewusst auf Höchstleistungen. Die Motivation, ökologischen Landbau zu betreiben, wird dabei nicht unbedingt von vorhandenen technischen Lösungen und Verfahren oder rein ökonomischen Aspekten bestimmt, sondern wesentlich von Persönlichkeiten als Identifikationsbildner und Leitfiguren beeinflusst. (Fischer 1982) Das ist besonders in der Phase der Herausbildung und ersten Entwicklungsphasen verschiedener Richtungen des ökologischen Landbaus deutlich erkennbar. Diese Persönlichkeiten haben das Bild des Ökologischen Landbaus ganz wesentlich geprägt. (Schaumann et al. 2002)

Im Zusammenhang mit einer stärkeren Ausdehnung des Ökologischen Landbaus und seiner Kommerzialisierung heute erscheint es notwendig, alte Leitbilder zu überprüfen oder neue zu entwickeln, die zeitgemäss sind. Es stellt sich deshalb die Frage, ob der Ökologische Landbau heute noch Vorbilder, Führungspersönlichkeiten oder Identifikationsfiguren braucht und, wenn ja, welche Persönlichkeitsmerkmale diese haben müssten.

Im Beitrag wird am Beispiel der Pioniere des organisch-biologischen Landbaus Dr. Hans Müller, Maria Müller und dem Arzt Dr. Hans Peter Rusch deren Beitrag für die Identifikationsbildung für die Richtung des organisch-biologischen Landbaus

---

<sup>1</sup> Humboldt Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Invalidenstr. 42, 10115, Berlin, Deutschland, b.bross@gmx.de, www.bross-burkhardt.de

<sup>2</sup> Humboldt Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Invalidenstr. 42, 10115, Berlin, Deutschland, heide.hoffmann@agrar.hu-berlin.de, www.agrar.hu-berlin.de

untersucht und daraus Schlussfolgerungen für den modernen ökologischen Landbau abgeleitet.

### **Methoden**

Die Untersuchungen, die im Rahmen einer Dissertation durchgeführt werden, stützen sich auf Literaturrecherchen, Recherchen in Archiven von Zeitschriften und Vereinen sowie in privaten Archiven, auf teilstrukturierten und offenen Interviews mit Zeitzeugen, Experten und biologisch wirtschaftenden Gartenbesitzern und Landwirten. Das Untersuchungsgebiet ist Süddeutschland und die Schweiz.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Recherchen zeigen, dass die Arbeit und damit die Persönlichkeiten aller drei Pioniere noch heute sowohl in der Landwirtschaft, im Erwerbsgartenbau als auch im privaten Gartenbau nachwirken. Dabei führten Landwirte und Erwerbsgärtner die Arbeit von Dr. Hans Müller, von Maria Müller und Dr. Hans Peter Rusch in Deutschland fort, während in der Schweiz andere Organisationen und Persönlichkeiten die weitere Entwicklung bestimmten. So ist der grösste deutsche Anbauverband „Bioland“ direkt aus der Arbeit der drei Pioniere hervor gegangen.

Vom Ehepaar Müller und von Dr. Hans Peter Rusch ging in der Mitte des 20. Jahrhunderts eine starke verändernde Kraft aus, die auf ihrer jeweils eigenen Persönlichkeitsstruktur beruhte (Scheidegger 1996). Die drei ganz unterschiedlichen Persönlichkeiten mit ihren jeweils eigenen Kompetenzen und Funktionen erschienen als Einheit, die nach aussen das Anbausystem Müller/Rusch vertrat. Wichtige Faktoren für den Erfolg der Persönlichkeiten bzw. der Verbreitung der von ihnen entwickelten Methode sind nach den bisherigen Untersuchungen charakteristische Persönlichkeitsmerkmale, passende Handlungsstrategien und günstige externe Bedingungen (Tab. 1).

Nach dem Tode von Maria Müller (1969) und Dr. Hans Peter Rusch (1977) haben der Möschberg und mit ihm die Anbaumethode Müller/Rusch ihre Strahlkraft eingebüsst. Dr. Hans Müller alleine ist es nicht gelungen, die Methode in eine breitere Öffentlichkeit zu tragen. Zu dem Zeitpunkt war die Methode jedoch schon von einem grossen Kreis von Praktikern in Deutschland adaptiert worden, was schliesslich 1971 zur Gründung des Anbauverbandes „bio gemüse – organisch-biologischer Landbau e.V.“ führte, der nach einer Zwischenstufe 1979 in „bioland“ umbenannt wurde.

**Tabelle 1: Faktoren für den Erfolg von Persönlichkeiten als Identifikationsbildner im Ökologischen Landbau**

<b>Persönlichkeitsmerkmale</b>	<b>Handlungsstrategien</b>	<b>Externe Faktoren</b>
Die Identifikationsfiguren/ Leitfiguren müssen ein Gespür für Zeitströmungen haben; sie müssen die Notwendigkeit für Veränderungen, für Umbrüche erkennen	Aspekt der Ganzheitlichkeit: Neue Ideen müssen den ganzen Menschen ansprechen und das ganze Leben umfassen. Bei Müller und Rusch waren die Ernährung und die Gesundheitspflege wichtige Aspekte.	Die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen müssen sich im Wandel befinden..
Sie müssen für das Wohl der Menschen eintreten. Sie müssen deren Lebensumstände verbessern wollen. Sie müssen Impuls- und Motivationsgeber für das eigene Handeln der Zuhörer bzw. der Anhänger sein und zu Aktionen anregen.	Eine bestimmte Methode muss propagiert werden; die Rezipienten müssen unmittelbar etwas übernehmen und anwenden können, damit sie sich mit der Methode identifizieren können. Dazu zählen z.B. das „Düngen“ mit Steinmehl, die nicht wendende Bodenbearbeitung und der bakteriologische Rusch-Bodentest.	Mitstreiter, Unterstützer müssen da sein!
Sie müssen mit Überzeugungskraft auftreten und gute Rhetoriker sein.	Bestimmte Begriffe wie „Bodenfruchtbarkeit“ oder der von Rusch geprägte Begriff „Kreislauf der lebenden Substanzen“ müssen immer wieder verwendet werden.	Möglichkeiten zum Veröffentlichen in Zeitschriften und Büchern müssen gegeben sein.
Sie müssen Ehrenhaftigkeit und Verlässlichkeit ausstrahlen.	Eine Ritualisierung im Sinne der Schaffung von festen Höhepunkten im Jahr, so gab es auf dem Möschberg * grosse Landbautagungen, Bauertage, Beratertage und Frauentage, die den Anhängern die Möglichkeit gaben, sich auszutauschen und ein Zusammengehörigkeitsgefühl zu entwickeln.	Ein Ort muss vorhanden sein, ein Kristallisationszentrum wie der Möschberg *.

\* Der Möschberg im Berner Mittelland in der Schweiz war Sitz der von Maria Müller geleiteten Hausmuttereschule und Sitz der von Dr. Hans Müller geleiteten Schweizerischen Bauernheimat.

### Schlussfolgerungen

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass Persönlichkeiten nicht nur die Anfänge und das Bild des organisch-biologischen Landbaus geprägt haben, sondern weiterhin Identifikation bildend wirken. Aus Interviews mit frühen Protagonisten der organisch-biologischen Landbauszene, aber auch mit jüngeren Betriebsleitern von Bioland-Betrieben in zweiter Generation ergibt sich, dass sie immer noch den Impuls der Pioniere spüren und es in der heutigen Situation vermissen, dass Sinn stiftende Werte vermittelt werden. Der Aspekt der Ganzheitlichkeit, der Sinnstiftung kommt ihnen zu kurz. Sie fühlen sich in einem Landbausystem, das auf fast ausschliesslich kommerziellen Prinzipien beruht und bis ins Detail reglementiert ist, nicht mehr verortet. Sie brauchen einen Ort für ihre Ideale, wobei sie keine moderne Esoterik



suchen, sondern Werte, die sich mit ihrer Grundeinstellung vereinbaren lassen und die einer wissenschaftlichen Überprüfung standhalten. Die Akteure haben ein starkes Interesse daran, die Fundamente ökologischen Handelns wieder hervorzukehren und die wissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Bodenbiologie, die Dr. Hans Peter Rusch (Rusch 2004) für das Landbausystem gelegt hat, weiter zu erforschen. Andererseits stehen sie unter einem ausserordentlich starken Wirtschaftlichkeitsdruck und Arbeitsdruck, so dass kaum Zeit zum Nachdenken und Rückbesinnen bleibt. Einige der Befragten mahnen an, dass der organisch-biologische Landbau sich wieder auf seine Wurzeln besinnen muss, um glaubwürdig zu bleiben. Die Utopie der frühen Jahre hat offenbar weiter Bestand und kann einen Impuls für die Fortentwicklung des Leitbildes geben.

### Literatur

- Scheidegger, W. (1996): Maria Müller, Hans Müller und Hans Peter Rusch ... eine Idee wird geboren. bio-land 1:6-9.
- Fischer, R. (1982): Der andere Landbau. Hundert Bio-Bauern und Gärtner berichten über ihre Beweggründe, Arbeitsweisen und Erfahrungen. Buchhandlung Madliger-Schwab, Zürich, 260 S.
- Rusch, H. P. (2004): Bodenfruchtbarkeit. Organischer Landbau Verlag, Xanten, 253 S.
- Schaumann, W.; Siebeneicher G.E.; Lünzer, I. (2002): Geschichte des ökologischen Landbaus. Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, SÖL-Sonderausgabe Nr. 65, 200 S.

## Konventionalisierung: Notwendigkeit einer Bewertung mittels Indikatorensystem, basierend auf den IFOAM-Prinzipien

Darnhofer, I.<sup>1</sup>, Lindenthal, T.<sup>2</sup>, Zollitsch, W.<sup>1</sup> und Bartel-Kratochvil, R.<sup>1</sup>

*Keywords: values, organic farming, development and trends, farm-level indicators.*

### Abstract

*The developments within organic farming and the threat of 'conventionalisation' have been debated for over 10 years. This debate mostly focuses on the degree of similarity between organic farming and conventional farming. We argue that whether or not organic farming comes to resemble conventional farming may be less important than whether organic farming practices stay true to the organic principles and values that are its foundation. We thus argue that the conventionalisation debate needs to avoid a narrow 'back to the roots' argument and move towards a principle-based assessment of new practices. Once an assessment framework is developed, it could be used by organic farmers and farmer associations and thus make the conventionalisation debate more relevant to practitioners. It would also allow more transparency in farming practices and support the recognition of those farmers not limiting themselves to the minimum requirements as stipulated in the regulations.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Konventionalisierung der biologischen Landwirtschaft bezeichnet die zunehmende Ähnlichkeit des Biolandbaus und der konventionellen Landwirtschaft in sozialen, ökonomischen und technischen Merkmalen (Buck et al. 1997). Der Konventionalisierungsdebatte zufolge halten Industrialisierung (Mechanisierung, Organisation der betrieblichen Abläufe, Nutzung von Skaleneffekten), das verstärkte Zurückgreifen auf zugekaufte Betriebsmittel (Maschinen, Düngemittel, Futtermittel, Pestizide), sowie Substitution (Kapital statt Arbeit bzw. Fläche) auch in der biologischen Landwirtschaft (und dessen Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen) Einzug. Dies schwächt die Identität und damit Integrität der biologischen Landwirtschaft.

Konventionalisierung wurde erstmals 1997 von Buck et al. für die Entwicklungen im Gemüseanbau in Kalifornien thematisiert. Weitere Berichte, vor allem aus Kanada, Australien und Neuseeland und in jüngerer Zeit auch aus Europa (z.B. Padel et al. 2007) folgten. Der Grundtenor dieser Berichte ist, dass Anzeichen für eine Konventionalisierung in den meisten Ländern relativ leicht zu finden sind, dieser Entwicklungstrend allerdings (noch) nicht als dominierend innerhalb der biologischen Landwirtschaft bezeichnet werden kann. Dennoch sind sich die meisten AutorInnen einig, dass die Konventionalisierung eine ernst zu nehmende Bedrohung für die weitere Entwicklung bzw. für die ökologische, soziale und ökonomische Dauerhaftigkeit des Biolandbaus darstellt. Allerdings gibt es derzeit kaum Maßnahmen oder Instrumente, die bewerten können, inwiefern der Biolandbau den Werten und Prinzipien, die ihm zugrunde liegen, im Laufe seiner Entwicklung treu bleibt.

---

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Wien, Österreich, [www.boku.ac.at](http://www.boku.ac.at), [ika.darnhofer@boku.ac.at](mailto:ika.darnhofer@boku.ac.at), [werner.zollitsch@boku.ac.at](mailto:werner.zollitsch@boku.ac.at), [ruth.kratochvil@boku.ac.at](mailto:ruth.kratochvil@boku.ac.at)

<sup>2</sup> FiBL Österreich, 1070 Wien, Seidengasse 33/13, [thomas.lindenthal@fibl.org](mailto:thomas.lindenthal@fibl.org), [www.fibl.org](http://www.fibl.org)

## Methoden

Der Beitrag basiert auf einer umfangreichen Literaturrecherche, auf Gruppendiskussionen einer Arbeitsgruppe an der Universität für Bodenkultur Wien (seit Sommer 2006) sowie auf der semiquantitativen Auswertung eines ganztägigen ExpertInnenworkshops, der im Mai 2007 in Wien stattfand. Darüber hinaus fließen Ergebnisse aus Diskussionen bei Vorträgen der AutorInnen zu diesem Thema ein.

## Schwächen in der Erfassung und Bewertung von Konventionalisierung

Die Gefahren der Konventionalisierung machen eine differenzierte Analyse der Entwicklungstrends im Biolandbau notwendig: Nicht alle Entwicklungen und Neuerungen sind unbedingt wünschenswert, auch wenn sie innerhalb des gesetzlichen Rahmens liegen. Beiträge zur Konventionalisierungsdebatte leiden jedoch teilweise unter einer vereinfachenden Dichotomie (z.B.: Pioniere vs. NeuumstellerInnen; Idealisten vs. Profiteure; kleine vs. große Betriebe; lokale Netzwerke vs. Exportorientierung; Systemdenken vs. Substitution durch zugekaufte Betriebsmittel), die die vielfältigen Entwicklungen im Biolandbau bzw. auf den landwirtschaftlichen Betrieben nicht adäquat wiedergibt (Lockie und Halpin 2005).

Darüber hinaus liegt vielen Studien ein statisches Bild des Biolandbaus zugrunde: Die Praktiken der Pioniere werden oft uneingeschränkt als Vorbild dargestellt, als das ‚Ursprüngliche‘ und ‚Wahre‘. Ein Abgehen von diesen Vorbildern wird skeptisch gesehen. Eine solche Grundhaltung behindert jedoch die dynamische Weiterentwicklung des Biolandbaus, die angesichts eines sich rasch ändernden ökonomischen und sozialen Umfeldes erforderlich und wünschenswert ist. In der Tat versteht sich der Biolandbau nicht als erstarrtes Regelwerk, sondern als lebendig, als offen für die selektive Integration neuer Produktionsmethoden (Niggli 2007).

Wenn die biologische Landwirtschaft als eine ‚Bewegung‘ verstanden wird, die sich mit den Entwicklungen in ihrem Umfeld auseinandersetzt, auf neue Herausforderungen Antworten sucht und neue Möglichkeiten erkennt, muss von einer laufenden Weiterentwicklung ausgegangen werden, einem ständigen Suchen und Ausprobieren. Daraus ergibt sich eine Vielfalt von Ansätzen und Entwicklungsoptionen. Die Frage stellt sich, wie zwischen den ‚wünschenswerten‘ und den ‚nicht wünschenswerten‘ Ansätzen unterschieden werden kann.

Der Biolandbau baut auf Werten auf, die z.B. die IFOAM in ihren Prinzipien formuliert hat (Luttikholt 2007). Es erscheint sinnvoller die Entwicklungen innerhalb des Biolandbaus auf Grundlage dieser Prinzipien zu beurteilen, als dafür den Grad ihrer (Nicht-)Übereinstimmungen mit Produktionsmethoden in der konventionellen Landwirtschaft heranzuziehen. Auch jene Antworten der Praxis, die sich vornehmlich auf die Wurzeln des Biolandbaus konzentrieren, sind nicht ausreichend. Vielmehr geht es darum, Ansätze zur zukunftsorientierten Weiterentwicklung zu identifizieren bzw. zu betonen, die mit den Werten des Biolandbaus im Einklang stehen.

## Entwicklung von Indikatoren auf Grundlage der Prinzipien und Werte

Das Ziel eines Indikatorensets wäre ein Werkzeug zur Verfügung zu haben, das es dem Biolandbau erlaubt Neuerungen bzw. Entwicklungen in der Praxis auf ihre Übereinstimmung mit seinen Prinzipien und Werten zu überprüfen. Damit könnten nicht nur Innovationen beurteilt werden, sondern auch gegenwärtige Mängel und Lücken identifiziert werden.

Die Entwicklung eines solchen Indikatorensets stellt eine große methodische Herausforderung dar. So gilt es abzuwägen wie umfangreich und anspruchsvoll es

sein soll, wie es anwenderfreundlich gestaltet werden kann, wie die Werte in einem bestimmten Kontext zu verstehen sind bzw. wie sie operationalisiert werden können. Auch muss, um seine Legitimation und Akzeptanz sicherzustellen, ein partizipativer Ansatz bei der Erarbeitung des Indikatorensets gewählt werden.

Trotz dieser Herausforderungen ist es möglich, ein solches Indikatorenset zu entwickeln, wie Beispiele aus anderen Bereichen zeigen. Als Beispiel soll das SAFE-Konzept (Sustainability Assessment of Farming and the Environment; van Cauwenbergh et al. 2007) skizziert werden. Dieses umfangreiche Konzept ist hierarchisch aufgebaut und umfasst Prinzipien, Kriterien, Indikatoren und Referenzwerte, die sich auf drei räumliche Skalen beziehen: das Feld, der Betrieb und die Region bzw. Landschaft. Sie umfassen die drei Säulen der Nachhaltigkeit: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Es können sowohl wissenschaftlich messbare Werte als auch qualitative bzw. subjektive Wahrnehmungen berücksichtigt werden. Durch die Integration einer Reihe von Indikatoren wird sichergestellt, dass der landwirtschaftliche Betrieb als Einheit gesehen wird, und dass nicht einzelne Aktivitäten unabhängig voneinander erfasst und beurteilt werden. Nicht zuletzt muss das Indikatorenset anpassungsfähig sein, um eine an Resilienz orientierte Weiterentwicklung zu ermöglichen.

In Tabelle 1 und 2 sind einige Beispiele für mögliche Indikatoren (dessen Referenzwerte erst festgelegt werden müssen) sowie deren unmittelbarer Bezug zu den Prinzipien des Biolandbaus angeführt. Dabei ist zu betonen, dass ein einzelner Indikator wenig aussagekräftig ist und im betrieblichen Kontext interpretiert werden muss.

**Tabelle 1: Beispiele für Indikatoren der Konventionalisierung im Ackerbau**

Indikator u. dessen Ausprägung	Begründung	Prinzipien des Biolandbaus
Geringe Artenvielfalt in der Fruchtfolge (FF) / geringer Anteil von Leguminosen und hoher Getreideanteil in der FF / Überschreiten von Anbaupausen	Verringerung der ökologischen Stabilität der Anbausysteme	Prinzip der Ökologie Prinzip der Fürsorge (Prinzip der Vielfalt) (Prinzip des lebendigen Bodens)
Häufiger Einsatz von zugelassenen, leicht löslichen organischen Düngern (oft als Ersatz für Leguminosen)	Verringerung der ökologischen Stabilität der Anbausysteme; Erhöhung der Energie- und Materialintensität; Mögliche Erhöhung von NO <sub>3</sub> -Gehalten im Boden und den Produkten	Prinzip der Ökologie Prinzip der Fürsorge (Kreislaufprinzip) (Prinzip des lebendigen Bodens) (Prinzip Überschaubarkeit) Prinzip der Gesundheit
Agrarökosystem mit geringer Biodiversität / geringer Anteil von ausgew. Landschaftselementen (regionale Betrachtung)	Verringerung der ökologischen Stabilität der Anbausysteme; Verlust der ökologischen Vorbildfunktion des Biolandbaus	Prinzip der Ökologie Prinzip der Fürsorge

Wie die Beispiele in Tabelle 1 und 2 zeigen, weisen einige der Indikatoren auf die Anwendung konventioneller Denkweisen bzw. Lösungsansätze. Typisch sind zu hohe, nicht standortangepasste, Produktionsziele; das fehlende Verständnis für die (ökologischen) Zusammenhänge und ein Ungleichgewicht zwischen kurz- und langfristigen Zielen (wobei kurzfristiges Denken oft aus – vermeintlichem – ökonomischem Druck resultiert). Ähnliche Indikatoren lassen sich im Bereich der Sozio-Ökonomie sowie auf unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette (insbes. Verarbeitung und Vermarktung) anführen.

**Tabelle 2: Beispiele für Indikatoren der Konventionalisierung in der Tierhaltung**

Indikator und dessen Ausprägung	Begründung	Prinzipien des Biolandbaus
Kürzere Nutzungsdauer	Überbeanspruchung der Selbst-Regulationsfähigkeit wegen steigender Anforderungen an Produktionsleistung bei gleichzeitig abnehmendem Grad der Bedarfsdeckung / Bedürfnisbefriedigung	Prinzip der Gesundheit Prinzip der Fürsorge Prinzip der Gerechtigkeit
Hoher Anteil an zugekauften Futtermitteln in der Ration	Gefahr der zunehmenden Entkoppelung von Tierhaltung und Pflanzenbau durch Import von limitierenden Nährstoffen in den Betrieb	Prinzip der Ökologie
Gehäufte Medikamenteneinsatz	Status quo der Tiergesundheit in der Bio-Tierhaltung widerspricht vielfach den Ansprüchen der TierhalterInnen, KonsumentInnen bzw. der Gesellschaft; Medikamenteneinsatz als Korrekturmaßnahme; ökologische Risiken des Einsatzes allopathischer Medikamente	Prinzip der Gesundheit Prinzip der Fürsorge Prinzip der Ökologie

### Schlussfolgerungen

Ein Instrument zur Beurteilung von Konventionalisierungstendenzen, das auf den Werten der biologischen Landwirtschaft basiert, könnte von Bioverbänden genutzt werden, um auf freiwilliger Basis Biobauern und Biobäuerinnen zu ermöglichen die Stärken und Schwächen ihres Betriebes zu analysieren, und die Fortschritte, die sie gemacht haben, aufzuzeigen. Ein solches Instrument würde die Konventionalisierung zwar nicht verhindern, könnte sie jedoch bremsen. Es könnte Bewusstsein schaffen, die Bandbreite der derzeitigen betrieblichen Praktiken transparent machen und innovative Ansätze sowie ‚best practices‘ hervorheben. Mit der zunehmenden Heterogenität zwischen den Biobetrieben und den verstärkten verbandsinternen Spannungen könnte ein solches Instrument daher die Weiterentwicklung des Biolandbaus im Einklang mit seinen Prinzipien und Werten wesentlich unterstützen.

### Literatur

- Buck D., Getz C., Guthman J. (1997): From farm to table: The organic vegetable commodity chain of northern California. *Sociologia Ruralis* 37: 3-20.
- Lockie S., Halpin D. (2005): The ‚conventionalisation‘ thesis reconsidered: Structural and ideological transformation of Australian organic agriculture. *Sociologia Ruralis* 45: 284-307.
- Luttikholt L. (2007): Principles of organic agriculture as formulated by the IFOAM. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences* 54: 347-360.
- Padel S., Roecklingsberg H., Verhoog H., Alroe H., De Wit J., Kjeldsen C., Schmid O. (2007): Balancing and integrating basic values in the development of organic regulations and standards. Aberystwyth: University of Wales.
- Niggli U. (2007): Mythos „Bio“. Frick: FiBL [<http://orgprints.org/11368/>].
- van Cauwenbergh N., Biala K., Biolders C., Brouckaert V., Franchois L., Garcia Ciudad V., et al. (2007): SAFE – A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 229-242.

## **Koproduktion von Wissen in der Entwicklung des Biolandbaus - Einflüsse von Marginalisierung, Anerkennung und Markt**

Aeberhard, A.<sup>1</sup> und Rist, S.<sup>2</sup>

*Keywords: organic farming, knowledge co-production, transdisciplinarity*

### **Abstract**

*The empirical analysis of the historical development of transdisciplinary co-production of knowledge (CPK) in organic agriculture (OA) in Switzerland has revealed three distinct phases. The initial phase shows various characteristics of transdisciplinary CPK and a high importance of experiential knowledge. The 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> phases involve an in-creasing segregation of farmers', extension agents', and scientists' knowledge, caused by internal and external impacts, i.e. foundation of independent research institutions, changes in agriculture policy, and new market strategies. These developments strikingly represent an ambiguous trend: the growing societal and political recognition of OA and the increasing market, which are positive achievements, are associated by a gradual loss of very precious forms of CPK. A successful re-establishment of CPK processes and re-integration of experiential knowledge would help to resolve this dilemma and thus improve future research in OA and sustainability research in general.*

### **Einleitung, Zielsetzung und Methoden**

Der Biolandbau hat sich im Verlauf der Zeit von einer anfänglichen Außenseiterbewegung zu einer gesellschaftlich und politisch anerkannten ökologischen Bewirtschaftungsform entwickelt. Dieser Prozess zeigt einzigartige Muster von transdisziplinärer (u.a. Max-Neef 2005) Wissensgenerierung auf. Während Wissen üblicherweise in der Wissenschaft erarbeitet und später in die Praxis umgesetzt wird, spielte im Biolandbau praktisches Erfahrungswissen bei der Wissenserzeugung eine essentielle Rolle. Die vorliegende Studie untersucht die Prozesse der Wissens-Koproduktion in der Geschichte des Biolandbaus in der Schweiz mit dem Ziel, deren Charakteristiken und Veränderungen und die Gründe dafür zu erarbeiten. Damit sollen Grundlagen für die Weiterentwicklung des Wissens im Biolandbau und in der Nachhaltigkeitsforschung geschaffen werden. Die Studie basiert auf qualitativen Forschungsmethoden (Flick 2007), einschließlich Dokumentenanalyse und halbstandardisierter Interviews mit Pionier/innen und Schlüsselakteur/innen aus Praxis, Wissenschaft und Beratung im Biolandbau. Die Evaluation der Daten basiert auf thematischer Kodierung.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die vorliegende Studie zeigt auf, dass die Entwicklung der Wissens-Koproduktion im Biolandbau in drei Phasen mit unterschiedlichen Charakteristiken unterteilt ist (Aeberhard und Rist 2008). Die erste Phase umfasst die Anfänge der Biobewegung bis Mitte 70er Jahre. Der Biolandbau entstand als Reaktion auf die zunehmende Industrialisierung der Landwirtschaft und war lange eine Außenseiterbewegung, die sowohl gesellschaftlich wie auch politisch kaum berücksichtigt und von der

---

<sup>1</sup> andrea.aeberhard@cde.unibe.ch, Universität Bern, Centre for Development and Environment, NCCR North-South, Hallerstr. 10, 3012 Bern, Schweiz, www.north-south.unibe.ch

<sup>2</sup> stephan.rist@cde.unibe.ch (wie <sup>1</sup>)

konventionellen Landwirtschaft sogar abgelehnt wurde (Vogt 2001). Diese Marginalisierung führte zu einem starken internen Zusammenhalt unter den Bio-Pionier/innen (aus Praxis, Beratung und Wissenschaft) und damit zu einer sehr intensiven transdisziplinären Wissensproduktion, z.B. betreffend Erarbeitung geeigneter Bewirtschaftungsmethoden.

Die Gründung von Forschungsinstitutionen bedeutete einen ersten Schritt Richtung Auslagerung der Wissensproduktion in die Forschung, und bildete somit den Anfang der zweiten Phase. Allerdings war die Wissenschaft zu Beginn stark auf das Erfahrungswissen der Bauern angewiesen, was entsprechenden Austausch erforderte. Aus dem bislang eher erfolglosen Kampf um Anerkennung ergab sich nun der Zusammenschluss der schweizerischen Biolandbauorganisationen (BioSuisse) und die Gründung des gemeinsamen Biolabels „Knospe“, was einen grossen Erfolg darstellte.

Die letzte Phase setzte in den 90er Jahren ein und dauert bis zur Gegenwart. Die breitere Anerkennung des Biolandbaus, die Einführung von Subventionen für ökologische Leistungen und die verstärkte Vermarktung biologischer Produkte führte zu einem starken Aufschwung des Biolandbaus. Bauern stellten jetzt zunehmend aus ökonomischen Gründen auf Biolandbau um. Zudem führte die wachsende Spezialisierung zu erhöhter Bedeutung von (wissenschaftlichem) Spezialwissen. Dies führte zu einem Rückgang des Wissensaustauschs und der Diskussionen über die philosophischen Prinzipien und grundsätzlichen Werte des Biolandbaus.

Diese Entwicklung zeigt ein eindrückliches Dilemma auf: Auf der einen Seite erfolgte nach langem Kampf die gesellschaftliche und politische Anerkennung des Biolandbaus als ökologisch wertvolle und nachhaltige Bewirtschaftungsmethode (z.B. Mäder et al. 2002); der rasch wachsende Markt bot vielfältige Absatzmöglichkeiten, und die Subventionen erhöhten das Einkommen der Bauern. Andererseits gingen durch die zunehmende ökonomische Ausrichtung, die verstärkte Bedeutung von Richtlinien und Spezialisierung die Auseinandersetzung mit den grundsätzlichen Ideen des Biolandbaus verloren. Während die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis zu Beginn intensiv war und praktisches Wissen und Erfahrung eine wichtige Rolle spielten, werden heute Forschungsprojekte oft weitgehend ohne Einbezug von praktischem Erfahrungswissen geplant. Auch der interne Wissensaustausch, wie beispielsweise regelmäßiger Gedankenaustausch an Kursen und Tagungen, ist heute viel weniger ausgeprägt.

Die wachsende politische und wirtschaftliche Anerkennung des Biolandbaus hat also paradoxerweise die gemeinsame Wissenserzeugung und die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis beeinträchtigt. Um dieses Dilemma zu überwinden und den erfolgreichen Wissensaustausch wieder herzustellen, müssten die anfänglichen Formen der Wissenserzeugung und das damit verbundene praktische Erfahrungswissen in die zukünftige Nachhaltigkeitsforschung reintegriert werden.

## Literatur

- Aeberhard A., Rist S. (2008): Transdisciplinary co-production of knowledge in the development of organic agriculture in Switzerland. *Ecol Econ*, doi:10.1016/j.ecolecon.2008.08.008
- Flick U. (2007): *Designing qualitative research*. London: SAGE Publication, London.
- Mäder P., Fliebach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1649-1697.
- Max-Neef M. A. (2005): Foundations of transdisciplinarity. *Ecol Econ*, 53 (1): 5-16.
- Vogt G. (2001): Geschichte des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum – Teil II. *Ökologie&Landbau* 119: 47-49.

## Organic Eprints: Ein wichtiges Kommunikationstool für die Forschung zum ökologischen Landbau weltweit

Willer, H.<sup>1</sup> und Meier, J.<sup>2</sup>

*Keywords: Organic Eprints, Research Communication*

### Abstract

*Organic Eprints is an open access archive for papers related to research in organic agriculture. The archive contains full-text papers in electronic form together with bibliographic information, abstracts and other metadata. The database is available at [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org) and was set up by the Danish Research Centre for Organic Farming - DARCOF (now ICROFS<sup>3</sup>). The Research Institute of Organic Agriculture (FiBL Germany and Switzerland) is a major partner and contributes to the development of the database within a project under the German Federal Organic Farming Scheme (BOEL). In the frame of the European ERA-Net project CORE Organic<sup>4</sup>, the archive was used to map research programmes, projects and publications in the field of organic agriculture in eleven European countries and thus a good overview was gained of organic farming research in these countries. This paper gives a summary of the current status of the Organic Eprints archive and states that it should be developed further in order to serve as an international communication tool on organic farming research.*

### Einleitung und Zielsetzung

Organic Eprints ist ein Online-Archiv für wissenschaftliche Veröffentlichungen und Projektinformationen zur Öko-Landbau-Forschung. Das Archiv wurde 2002 vom Dänischen Forschungszentrum für ökologischen Landbau (DARCOF, heute ICROFS) als Tool für die Evaluation der Forschungsergebnisse aus dem dänischen Forschungsprogramm DARCOF entwickelt und in Betrieb genommen. Seit 2003 sind das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) als Kooperationspartner an dem Ausbau, der Weiterentwicklung und Pflege der Datenbank beteiligt. Im Rahmen des EU-Projekts CORE Organic wurde Organic Eprints zur Dokumentation des Stands der Öko-Landbau-Forschung in den elf beteiligten europäischen Ländern genutzt (Lange et al. 2006). Weiterhin wird Organic Eprints zunehmend als Begutachtungswerkzeug für Tagungsbeiträge internationaler Konferenzen und die anschließende Tagungsdokumentation eingesetzt. Um das Archiv zu einem wirklich international getragenen Informationstool für die Forschung und Beratung zum ökologischen Landbau auszubauen, sollten als nächstes weitere Partner für die Weiterentwicklung und Pflege von Organic Eprints gewonnen und die Nutzerfreundlichkeit optimiert werden.

---

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz, [helga.willer@fibl.org](mailto:helga.willer@fibl.org), [www.fibl.org](http://www.fibl.org)

<sup>2</sup> FiBL Deutschland e.V., Galvanistraße 28, 60486 Frankfurt, Deutschland, [julia.meier@fibl.org](mailto:julia.meier@fibl.org), [www.fibl.org](http://www.fibl.org)

<sup>3</sup> Danish Research Centre for Organic Farming - DARCOF, heute International Centre for Research in Organic Food Systems - ICROFS, Tjele, Dänemark, [www.icrofs.org](http://www.icrofs.org)

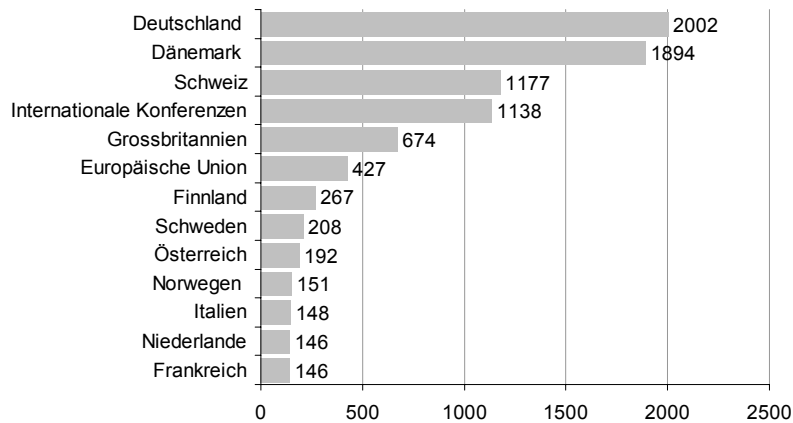
<sup>4</sup> Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming (CORE Organic), Project Reference: 11716, [www.coreorganic.org](http://www.coreorganic.org). Laufzeit: September 2004 bis September 2007.



## Ergebnisse

Das stetig wachsende Archiv Organic Eprints umfasst derzeit rund 7600 Einträge aus knapp 40 Ländern (Stand: September 2008). Zwei Drittel der Einträge stammen aus Deutschland, Dänemark und der Schweiz. Bei ca. 1000 Einträgen handelt es sich um Projekt-, Institutions- oder Forschungsprogrammbeschreibungen, die verbleibenden ca. 6600 Einträge sind Literatureinträge, die in der Regel den Volltext der jeweiligen Veröffentlichung umfassen. Seit 2002 ist die Zahl der Besuche des Archivs stark gestiegen – von 2'500 Besuchen pro Monat im Dezember 2002 auf über 200'000 Besuche im April 2008. Die Zahl der täglichen Besuche liegt aktuell bei rund 7000. Auch wenn die Zahlen aufgrund unterschiedlicher Zählweisen mit denen anderer Internetseiten teilweise nicht direkt vergleichbar sind, kann man davon ausgehen, dass Organic Eprints zu den bestbesuchten Internetseiten zum ökologischen Landbau gehört. Die folgenden Maßnahmen und Faktoren haben wesentlich zum Erfolg von Organic Eprints beigetragen:

- *Dänemark:* Im Rahmen der nationalen Forschungsprogramme müssen Projektnehmer ihre Ergebnisse in Organic Eprints archivieren. Darüber hinaus ist die Datenbank unverzichtbares Werkzeug bei der Evaluation der nationalen Forschungsprogramme.
- *Deutschland:* Mit dem BÖL-Projekt Wissenschaftsplattform (Projektleitung FiBL Deutschland) bekam Organic Eprints eine über Dänemark hinaus reichende Bedeutung. Im ersten Projektjahr (2003) wurden weite Teile der aktuellen Forschung zum ökologischen Landbau in Deutschland dokumentiert; seit 2004 liegen die Schwerpunkte auf der intensiven Betreuung von Nutzern und Autoren sowie auf der Veröffentlichung sämtlicher Forschungsergebnisse aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Die Internetplattform des Projekts Wissenschaftsplattform bietet neben allgemeinen Informationen zur Bio-Landbau-Forschung einen schnellen Einstieg in Organic Eprints (Meier 2007).
- *Schweiz:* Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) stellt seine Forschungsergebnisse zur Verfügung und nutzt Organic Eprints außerdem als Projektdatenbank. Das FiBL ist außerdem stark an der internationalen Betreuung des Archivs beteiligt.
- *Europäische Union:* Vermehrt finden Ergebnisse relevanter EU-Forschungsprojekte Eingang in die Datenbank. Dadurch bleiben die archivierten Ergebnisse auch nach Beendigung der Projekte dauerhaft abrufbar. Ziel des europäischen ERA-Net-Projekts CORE Organic war es, nationale Forschungsprogramme zum ökologischen Landbau in den elf beteiligten Ländern besser aufeinander abzustimmen. Dazu wurden unter anderem die Forschungsstrukturen sowie aktuelle Forschungsergebnisse dieser Länder in Organic Eprints erfasst. Weiterhin wurde ein transnationales Forschungsprogramm aufgelegt, in dessen Rahmen acht länderübergreifende Projekte finanziert werden. Die Ergebnisse dieser CORE-Organic-Projekte werden ebenfalls in Organic Eprints archiviert.
- *Internationale Tagungen:* Den internationalen Durchbruch für Organic Eprints brachte die Nutzung des Archivs als Begutachtungsinstrument für verschiedene internationale Tagungen. Erstmals wurde Organic Eprints bei der 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (2005 in Kassel) als Tool zum Einreichen und zur Begutachtung der Tagungsbeiträge sowie für die Tagungsdokumentation eingesetzt. Weitere wichtige Tagungen, die Organic Eprints nutzten, sind zum Beispiel der Joint Organic Congress in Dänemark 2006 oder die zweite Konferenz der Internationalen Gesellschaft der Forschung im ökologischen Landbau (ISOFAR), die 2008 in Italien stattfand.



**Abbildung 1: Organic Eprints: Einträge nach Ländern/Ländergruppen und wissenschaftlichen Konferenzen: Die führenden Länder, Stand 15. September 2008 (insgesamt knapp 7600 Beiträge).**

### Pflege des Archivs

Organic Eprints kann von allen genutzt werden, die ihre wissenschaftlichen oder forschungsbezogenen Beiträge zum ökologischen Landbau der Öffentlichkeit zugänglich machen möchten. ICROFS stellt das Instrument kostenfrei zur Verfügung. Zusätzlich sind jedoch folgende weitere Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Archivs nötig:

- Die Nutzer müssen bei Fragen betreut werden. Deswegen fördert z.B. die BLE im Rahmen des Bundesprogramms die Helpline Organic Eprints (Meier et al. 2007).
- Die Datenbank muss an die Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden, d.h. die Angaben im Institutionen- und im Themenbaum müssen laufend adaptiert werden.
- Die von den Nutzern eingestellten Beiträge müssen einer Qualitätskontrolle unterzogen werden; diese wird zurzeit vom FiBL Frick, von der BLE/FiBL Deutschland, von ICROFS sowie durch die Ländereditoren der elf CORE Organic Partnerländer gewährleistet.
- Konferenzbeiträge verursachen häufig einen hohen Betreuungsaufwand (für die Tagungsorganisatoren und/oder die Autoren selbst), da oft nach dem Einstellen intensive Nachbearbeitungen der Einträge nötig sind, bevor diese online gehen können.
- Beiträge aus vielen peer-reviewten wissenschaftlichen Zeitschriften können nicht eingestellt werden, weil sie dem Copyright der Verlage unterliegen. Hier wäre es nötig, mit den Verlagen Kontakt aufzunehmen, um über die Handhabung des Copyrights zu verhandeln (Gerlach et al. 2004).

Die Finanzierung all dieser Aktivitäten erfolgt derzeit vor allem durch ICROFS, BLE und FiBL sowie teilweise durch die CORE-Organic-Partnerländer. Bis heute hat keine Institution ein mit ICROFS, BLE und FiBL vergleichbares Engagement gezeigt.

## Diskussion

Insgesamt hat Organic Eprints mehr Transparenz in die Forschung zum ökologischen Landbau gebracht – vor allem innerhalb Europas. Durch den uneingeschränkten Zugang zu Veröffentlichungen, Projekt- und Kontaktinformationen wurde eine Grundlage für mehr Synergien in der Bio-Landbau-Forschung geschaffen. Probleme liegen aber zum Beispiel darin, dass die Finanzierung nicht dauerhaft gesichert ist und dass die Betreuung von Organic Eprints bisher auf nur wenigen Schultern ruht. Eine Weiterentwicklung der Nutzerfreundlichkeit und die Schaffung von Schnittstellen mit anderen Literaturdatenbanken bzw. –verwaltungsprogrammen sollten weitere Entwicklungsschritte sein. Weiterhin müsste diskutiert werden, ob der Anteil praxisrelevanter Veröffentlichungen erhöht werden soll.

## Schlussfolgerungen

Organic Eprints hat sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen Tool für die Öko-Landbau-Forschung entwickelt. Vor allem im Hinblick auf die gewonnene Transparenz und die darauf aufbauenden Synergiemöglichkeiten halten wir es für unerlässlich, dass das Archiv weiterentwickelt wird und dass sich weitere Institutionen finden, die bereit sind, Verantwortung für das Archiv zu übernehmen. Organic Eprints hat das Potential zu einem globalen Informations- und Kommunikationstool in der Bio-Landbau-Forschung zu werden. Durch die Nutzung für internationale Tagungen sind bereits wichtige Grundsteine gelegt worden.

## Danksagung

Die Verfasserinnen danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) für die Förderung des Projekts Wissenschaftsplattform, in dessen Rahmen das Archiv intensiv betreut werden kann. Weiterhin danken sie ICROFS für die langjährige gute Zusammenarbeit.

## Literatur

- Gerlach, Florian; Meier, Julia und Willer, Helga (2004) Online-Archivierung von Vorabdrucken und Veröffentlichungen in Organic Eprints: Stellungnahmen der Verlage, [orgprints.org/4632/](http://orgprints.org/4632/)
- Meier, Julia; Willer, Helga und Gerlach, Florian (2007) Anleitung zur Nutzung der Datenbank „Organic Eprints“ ([www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)). Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL Deutschland e.V.). [orgprints.org/3296/](http://orgprints.org/3296/)
- Meier, Julia (2007) Kommunikation von Forschungsergebnissen aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau über [www.forschung.oekolandbau.de](http://www.forschung.oekolandbau.de) und [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de). Poster präsentiert bei der Konferenz Zwischen Tradition und Globalisierung - 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland, 20.-23.03.2007. [orgprints.org/8763/](http://orgprints.org/8763/)
- Lange, Stefan; Williges, Ute; Saxena, Shilpi und Willer, Helga, (Hrsg.) (2006) Research in Organic Food and Farming. Reports on organisation and conduction of research programmes in 11 European countries. BLE, Bonn, [orgprints.org/8798/](http://orgprints.org/8798/)



## Index

- Ableidinger, Ch. 119  
 Aeberhard, A. 518  
 Alig, M. 406  
 Amon, T. 402  
 Anken, T. 30  
 Anspach, V. 390  
 Aulrich, K. 127  
 Baars, T. 49, 123, 490  
 Bachinger, J. 187  
 Ballmer, Th. 336  
 Balmer, O. 422  
 Bänziger, I. 364  
 Baranek, E. 498  
 Bartel-Kratochvil, R. 514  
 Bartl, B. 69  
 Baruah, R. 470  
 Bauer, D. 232  
 Baumgart, L. 442  
 Baumgartner, D.U. 406  
 Becker, K. 213  
 Beer, H. 308  
 Behrendt, U. 340  
 Behrens, M. 438  
 Berg, M. 193  
 Berger, S. 259  
 Berner, A. 26  
 Bertossa, M. 370  
 Birrer, S. 422  
 Birschtzky, J. 259  
 Bistrich, H. 259  
 Bloch, R. 502  
 Blum, H. 272  
 Böhm, H. 127  
 Boller, Th. 117  
 Boller, B. 230  
 Bosshard, C. 103, 109  
 Boxberger, J. 394  
 Braendle, F. 356  
 Brandhuber, R. 57  
 Breuer, M. 308  
 Brock, C. 22, 45, 81, 85, 89, 476  
 Bross-Burkhardt, B. 510  
 Brumlop, S. 256  
 Bruns, C. 328, 360  
 Bryzinski, T. 476  
 Buck, H. 292, 366  
 Bufler, G. 149, 232  
 Bünemann, E. K. 73  
 Bürstmayr, H. 259  
 Büttner, B. 332  
 Butz, A. F. 133, 240  
 Chabi-Olaye, A. 470  
 Charles, R. 263  
 Claupein, W. 41  
 Colombi, L. 370  
 Coray, M. 414  
 Dahlmann, C. 462  
 Daniel, C. 300, 304  
 Darnhofer, I. 514  
 Daub, M. 366  
 Debbert, K. 454  
 Dercks, W. 272  
 Dersch, R. 308  
 Diethart, H. 259  
 Diethart, I. 197, 201  
 Dorn, B. 322  
 Dressler, M. 332  
 Dubois, D. 109, 117  
 Duffy, B. 236  
 Dupuis, B. 336  
 Eder, R. 302  
 Ehmsen, T. 215  
 Eichert, C. 506  
 Ellmer, F. 284  
 Elsaesser, M. 93  
 Erhart, E. 69  
 Finckh, M.R. 133, 240, 256, 328, 360  
 Fischer, H. 187  
 Flamm, C. 189, 259  
 Fleck, A. 259  
 Fließbach, A. 79, 112  
 Flura, T. 97  
 Forrer, H.R. 320, 322, 348, 364  
 Fragstein und Niemsdorff, P. von 474  
 Frauenschuh, E. M. 456  
 Frei, R. 39  
 Frey, J. 236  
 Fricke, T. 167, 430  
 Fried, P.M. 322  
 Friedel, J.K. 259, 402  
 Frossard, E. 73, 97, 103, 109, 159  
 Fuchs, F. 259  
 Fuchs, J.G. 26  
 Gärber, U. 340, 352  
 Généau, C. 304  
 Girsch, L. 259  
 Godt, J. 434  
 Goeritz, M. 215  
 Goldringer, I. 256  
 Gölles, M. 141  
 Gollner, M. 259  
 Graf, B. 268  
 Graß, R. 99, 167, 398  
 Grausgruber, H. 259  
 Greiner, A. 308  
 Grosch, R. 366  
 Gruber, S. 41  
 Gusberti, M. 314

- Haase, T. 426, 438  
Hallmann, J. 366  
Hann, P. 171  
Häring, A. 502  
Hartl, W. 69, 119, 197, 201, 252, 259  
Häseli, A. 145  
Häussler, R. 221  
Hebeisen, T. 219, 336  
Hecker, A. 320  
Hein, D.F. 308  
Heitkamp, F. 61  
Heller, W.E. 137  
Hellmann, C. 308  
Hensel, O. 384  
Herrmann, F. 292  
Herzog, C. 219, 388  
Heß, J. 99, 328, 426, 438, 462  
Hildermann, I. 117  
Hillebrecht, B. 89  
Hiltbrunner, J. 219, 388  
Hofer, M. 252, 259  
Hoffmann, H. 510  
Höhn, H. 268  
Hommes, M. 292  
Höpli, H.U. 268  
Horak, O. 69  
Horneburg, B. 232  
Hotze, C. 426  
Hoyer, U. 85  
Hrbek, R. 259, 402  
Huber, K. 259  
Huguenin-Elie, O. 159  
Hülsbergen, K.-J. 85, 410  
Hummel, H.E. 308  
Humphrys, C. 312  
Hunziker, H.R. 219, 388  
Hunziker, K. 236  
Ildczak, E. 340  
Jakupaj, S. 259  
Jenny, E. 320, 348  
Jenny, M. 422  
Jermini, M. 314  
Jossi, W. 131, 312  
Jung, K. 272  
Kainz, M. 53, 57, 75  
Kämper, M. 215  
Kaufmann, B. 49  
Kautz, T. 151  
Kawiani, R. 215  
Keller, M. 73  
Kellerhals, M. 236  
Kilcher, L. 470  
Killermann, B. 332  
Kinastberger, A. 259  
Kleeberg, H. 308  
Koch, W. 302  
Kockerols, K. 141  
Koesling, M. 466  
Köhnke, S. 175  
Koller, M. 153, 324, 344, 358  
Kölliker, U. 318  
Konstantinidou-Doltsinis, S. 276  
Köpke, U. 151, 193, 280  
Kowalska, J. 284  
Kratz, A. 308  
Krawutschke, M. 45  
Krebs, H. 322, 348, 364  
Kromp, B. 171, 456  
Kühne, S. 284  
Kunz, H.G. 93  
Kuschnerreit, S. 167, 398  
Kuske, S. 318  
Lafferty, J. 259  
Lang J. 434  
Laser, H. 175  
Latsch, R. 163  
Legro, R.J. 364  
Leimgruber, A. 288  
Leisen, E. 179  
Leithold, B. 248  
Leithold, G. 22, 45, 81, 85, 89, 175, 213, 248, 308, 476  
Leonhardt, C. 197, 259  
Leonhartsberger, C. 402  
Leopold, J. 296  
Lévite, D. 225  
Li, Z. 107  
Liebig, N. 292  
Lindenthal, T. 514  
Linder, Ch. 314  
Løes, A.-K. 466  
Loges, R. 155, 215, 221, 450  
Löschenberger, F. 259  
Łuczka-Bakula, W. 478  
Ludwig, B. 61  
Luftensteiner, H. 259  
Luka, H. 288  
Lüscher, A. 97, 159, 209  
Lux, G. 205  
Lyson, D. F. 402  
Mäder, P. 30, 39, 73, 79, 97, 103, 109, 112, 117, 470  
Mahlberg, N. 358  
Marx, P. 340, 352  
Mascher, F. 263  
Massucati, L.F.P. 280  
Matthäus B. 223  
May, C. 486  
Mayer, E. 502, 506  
Mayer, J. 26, 73, 97, 103, 112  
Mechtler, K. 259  
Meier, J. 520

- Michel, V. 344, 374  
 Moitzi, G. 394  
 Moll, E. 284  
 Möller, D. 390, 438  
 Mucheru, M. 470  
 Müller, C. 57  
 Müller, K.-J. 244  
 Müller, T. 107  
 Muriuki, A. 470  
 Musa, T. 322, 336  
 Musyoka, M. 470  
 Nagel, P. 288  
 Nanzer, S. 103, 109  
 Neuber, M. 272  
 Neumann, H. 450  
 Nickel, H. 272  
 Nietlispach, B. 39  
 Niggli, U. 39  
 Nowak, A. 276  
 Nyfeler, D. 159  
 O'Halloran-Wietholtz, Z. 430  
 Oberforster, M. 259  
 Oberholzer, H.R. 112  
 Oberson, A. 73, 97, 103, 109  
 Otto, M. 426  
 Paffrath, A. 65  
 Patocchi, A. 236  
 Paulsen, H.M. 223  
 Penzkofer, M. 356  
 Petrasek, R. 119, 259  
 Pfiffner, L. 288, 422, 446  
 Pilz, C. 318  
 Pinxterhuis, I. 490  
 Planer, J. 272  
 Priegnitz, U. 284  
 Pude, R. 272  
 Putz, B. 69, 252  
 Ratzenböck, A. 259  
 Rau, F. 366  
 Raupp, J. 61, 123  
 Reents, H.-J. 53, 57, 356  
 Reust, W. 336  
 Richner, W. 30  
 Richter, F. 167  
 Rinnofner, T. 402  
 Rist, S. 518  
 Röhrig, P. 494  
 Roth, I. 302  
 Ruppert, J. 462  
 Sabahi H. 107  
 Saggau, E. 498  
 Samietz, J. 268  
 Saucke, H. 292, 296  
 Sauter, J. 163  
 Schader, C. 446  
 Schaerer, H.J. 356, 358  
 Schaub, L. 268, 370  
 Scheper, C. 123  
 Scherrer, C. 131, 388  
 Schied, J. 288  
 Schlathöler, M. 366  
 Schlatter, C. 288, 304, 446  
 Schmid, O. 30  
 Schmidtke, K. 205  
 Schmitt, A. 276  
 Schneider, D. 263  
 Schroer, S. 308  
 Schubiger, F.X. 230  
 Schüler, C. 99  
 Schulmeister, K. 259  
 Schulte-Geldermann, E. 328, 360  
 Schultz, B. 296  
 Schulz, F. 22, 81, 248  
 Schulz, R. 107  
 Schulze, C. 308  
 Schütze, W. 366  
 Schwab, F. 320  
 Schwarz, K. 215  
 Schwärzel, R. 336  
 Schweiger, P. 119, 252, 259  
 Seddon, B. 276  
 Sedlmeier, M. 332  
 Sharma, K. 240, 360  
 Siebrecht, N. 53, 57, 75, 410  
 Smoluk-Sikorska, J. 478  
 Sørensen, P. 103  
 Stadler, M. 131  
 Stanev, St. 482  
 Staneva Zh. 482  
 Steffan, P. 256  
 Stolze, M. 446  
 Stoyanov, G. 482  
 Strasser, F. 414  
 Streit, B. 131  
 Stülpnagel, R. 398  
 Stumm, C. 193  
 Suter, F. 225  
 Suter, M. 159, 209  
 Szalatnay, D. 236  
 Szerencsits, M. 462  
 Tamm, L. 358  
 Tanner, P. 230  
 Taube, F. 155, 215, 221, 450  
 Täufer, F. 280  
 Thommen A. 117  
 Todorova, R. 482  
 Total, R. 344  
 Traugott, M. 288  
 Trautz, D. 99  
 Trivellone, V. 314  
 Tschabold, J.L. 225  
 Tschachtli, R. 348

## Index

- Urbatzka, P. 99  
Van Eekeren, N. 490  
van Elsen, T. 418, 426, 442, 454, 486  
Vanlauwe, B. 470  
Verschwele, A. 183  
Vilcinskas, A. 308  
Vogelgsang, S. 320, 364  
Voit, B. 332  
Vollmann, J. 259  
von Borstel, U. 179  
Vormann, M. 179  
Wachendorf, M. 167, 398, 430  
Wahl, F. 308  
Weber, W.E. 248  
Wedemeyer, R. 296  
Weibel, F. 145, 225  
Weinhappel, M. 197, 201, 259  
Wendorff, J.H. 308  
Westphal, D. 155  
Wettstein, F. 320  
Widmer, A. 141  
Wiemken, A. 117  
Wilhelm, B. 49, 384  
Willareth, M. 288  
Willer, H. 520  
Windisch, E. 280  
Winkler, J. 259  
Wolf, U. 430  
Wyss, E. 288, 300, 314  
Zanetti, S. 348  
Zechner, E. 259  
Zihlmann, U. 131, 348  
Zimmermann, O. 296  
Zinsstag, C. 302  
Zollitsch, W. 514  
Zundel, C. 470