

Zwischen Tradition und Globalisierung
Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung
Ökologischer Landbau
Band 1

Universität Hohenheim,
20.-23. März 2007

Hrsg.: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate

INHALTSVERZEICHNIS

Teil: Pflanzenbau

Pflanzenbau allgemein / Vorträge	
Korrelationen zwischen Blattneubildungen und synodischem Mondrhythmus bei <i>Fatschedera lizei</i> J. Fritz und F. Sikora.....	89
Die Anwendung des Anbausystems Weite Reihe bei Getreide, Raps und Körner-leguminosen: Effekte auf Ertrag, Qualität und Vorfruchtwert K. Becker und G. Leithold.....	93
Leistung und langfristige Wirkung auf Humus- und Nährstoffhaushalt verschiedener Anbausysteme des ökologischen Landbau – Ergebnisse der 1. Rotation eines Dauerfeldversuches F. Reinicke und O. Christen.....	97
Untersuchungen zur Nutzung der Esparsette (<i>Onobrychis viciifolia</i>) im Ökologischen Landbau D. Neuhoff und K. Bücking.....	101
Ölpflanzen, Kartoffeln / Vorträge	
N-Bedarf und N-Effizienz von Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau H. M. Paulsen, M. Schochow und A. Behrendt.....	105
Rapsanbau im ökologischen Landbau – Auswirkungen von Vorfrucht, Reihen-abstand und Untersaat mit Weißklee auf den Ertrag H. Böhm.....	109

Untersuchungen über Auswirkungen unterschiedlicher Abdeckungen (Vlies/Folie) auf Wachstum und Ertrag von Frühkartoffeln im ökologischen Landbau

B. Hüsing, D. Trautz, U. Schliephake und R. Heuer.....113

Untersaaten in Kartoffeln zur Reduzierung der Spätverunkrautung

C. Stumm und U. Köpke.....117

Gemengeanbau / Vorträge

Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörderleguminosen sowie der Stand-raumzuteilung auf Komertrag und Backqualität von Winterweizen

C. Hof-Kautz, C. Hochmuth, K. Schmidtke und R. Rauber.....121

Ermittlung der Vorfruchtwirkung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen in Rein- und Gemengesaat

P. Urbatzka, R. Graß, C. Schüler und J. Heß.....125

Einfluss unterschiedlicher Konkurrenzverhältnisse beim Mischanbau von Sommergerste und Erbsen auf den Komertrag, die Komqualitäten und der symbiontischen N₂-Fixierung

C. Dahlmann und P. von Fragstein und Niemsdorff.....129

Anbau von Erbsen, Sommerweizen und -gerste in Reinsaat und in Gemengen

M. Hänsel.....133

Pflanzenbau / Poster

Einfluss von Intensität und Zeitpunkt der Bodenbearbeitung auf Ertragsbildung von Weizen und N-Dynamik in Wasserschutzgebieten

S. Gruber, A. Häberle, C. Prade, K. Stahr und W. Claupein.....137

Bewirtschaftungsfreie Zeitfenster für den Naturschutz - Auswirkung auf die N₂-Fixierleistung von Luzernebeständen

G. Pietsch, R. Hrbek, G. Schmutzer und J. K. Friedel.....141

Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln

H. Kolbe.....145

Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau - Variabilität wichtiger Inhaltsstoffe in Abhängigkeit vom Standort -

H.-U. Jürgens, G. Jansen und J. Kuhlmann.....149

Auswirkungen einer Weißklee-Untersaat in Winterraps auf den Ertrag der Folgekultur Weizen

H. Böhm.....153

Grünland / Vorträge

Auswirkungen von Schnitt- und Weidenutzung auf die Ertragsbildung und den Stickstoffgehalt verschiedener Futterleguminosen J. Kleen, M. Gierus und F. Taube.....	157
Beeinflusst die Bewirtschaftung das Vorkommen von Jakobskreuzkraut (<i>Senecio jacobaea</i>)? M. Suter, S. Siegrist-Maag und A. Lüscher.....	161
Einjährige Medicago- und Trifoliumarten als Bodenbedecker in Lebendmulchsystemen: Adaptation und Konkurrenzverhältnisse J. P. Baresel und H.-J. Reents.....	165
Winterbeweidung als Alternative zur Mulch- bzw. Schnittnutzung von Kleeegrasschlägen D. Westphal, R. Loges und F. Taube.....	169

Grünland / Poster

Luzerne-Sortenvergleich im Trockengebiet Ostösterreichs G. Pietsch, W. Starz, J. K. Friedel und B. Freyer.....	173
Möglichkeiten zur Verbesserung der Siliereigenschaften verschiedener perennierender Gras-/ Leguminosenmischungen durch Hoch-Zucker-Gräser H. Laser und G. Leithold.....	177
Auswirkungen des letzten Nutzungstermins von Weiden im Herbst auf den Ertrag im darauf folgenden Frühling M. Lobsiger, E. Mosimann, B. Jeangros und A. Lüscher.....	181
Abschätzung von Bestandeseigenschaften in Leguminosengras-Gemengen mit nichtdestruktiven Methoden T. Fricke und M. Wachendorf.....	185
Entwicklung einer bildanalytischen Methode zur Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen M. Himstedt, T. Fricke und M. Wachendorf.....	189

Gemüsebau und Sonderkulturen / Vorträge

Einfluss verschiedener Anbaustrategien auf Ertrag und Pflanzengesundheit von Zwiebeln (<i>Allium cepa</i> L.)	
H. J. Reents, F. Weh und A. Fuchs.....	193
Beziehung von Blatt- und Fruchtbefall mit Braunfäule bei Freilandtomaten	
A. F. Butz und M. R. Finckh.....	197
Pflanzenschonende mechanische Bearbeitung des Pflanzstreifens bei Kernobst und Alternativen: Optimierung der bestehenden Verfahren unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten auf verschiedenen Standorten und Bodentypen	
B. Benduhn, J. Zimmer, Ute Renner und H. Rank.....	201
Untersuchungen des BÖL-Verbundprojektes zur Kupferminimierung im ökologischen Weinbau	
D. Heibertshausen, O. Baus-Reichel, U. Hofmann , Karl-Heinz Kogel und B. Berkelmann-Löhnertz.....	205

Gemüsebau und Sonderkulturen / Poster

Pilzliche Verderbsflora von Möhren aus ökologischer und konventioneller Erzeugung	
Diana Steinhauer und Friedrich-Karl Lücke	209
Bekämpfungsstrategien für den Wurzelgallennematoden <i>Meloidogyne hapla</i> im Ökologischen Landbau	
J. Hallmann, F. Rau und M. Puffert.....	213
Pflanzen für die Gesundheit - Vorstellung eines neuen interdisziplinären Forschungsprojektes zum ökologischen Anbau von Arzneipflanzen	
V. Jung, R. Loges, J. Henriksen, K. Grevsen, L.P. Christensen, K. Kristiansen, G. Rimbach, K. Schwarz, R. Kawiani, F. Taube und S. Wolfram	217

Korrelationen zwischen Blattneubildungen und synodischem Mondrhythmus bei *Fatshedera lizei*

Correlations between leaf generation of *Fatshedera lizei* and synodical lunar rhythm

J. Fritz¹ und F. Sikora¹

Keywords: crop farming, synodical lunar rhythm

Schlagwörter: Pflanzenbau, synodischer Mondrhythmus

Abstract:

*A correlation between generation of new leaves per day of *Fatshedera lizei* and synodical lunar rhythm could be shown in the months of November, December and January in the years 1992/1993 and 2005/2006, highly significantly in both years. The maximum of leaf generations was in the year 1992/1993 two days after full moon and in the year 2005/2006 on the day of full moon. The coefficient of determination for this correlation was 56% and 55%. In both years, after February 1st there was no significant correlation any more between generation of new leaves per day and synodical lunar rhythm. The reasons for the significant correlation between generation of new leaves per day and the synodical lunar rhythm in the months of November, December and January are yet unknown.*

Einleitung und Zielsetzung:

Ein Kennzeichen des biologisch-dynamischen Pflanzenbaues ist die Berücksichtigung von Planetenkonstellationen im Pflanzenbau. In Untersuchungen wurden bisher vor allem Aussaatversuche durchgeführt (ABELE 1973). So traten bei SPIEß (1994) in drei Versuchsjahren bei Möhren signifikante Mehrerträge bei Aussaaten zu Vollmond auf.

Für die vorliegenden Versuche wurde aus den biologisch-dynamischen Grundlagen die Arbeitshypothese entwickelt, dass der synodische Mondrhythmus über das Pflanzenhormon Cytokinin das Pflanzenwachstum beeinflusst (FRITZ 2001). Cytokinin fördert unter anderem die Neubildung von Blättern. Neubildungen von Blättern können an Efeueralien (*Fatshedera lizei*) sehr gut untersucht werden, weil die Pflanzen erst sehr spät von der vegetativen in die generative Phase wechseln.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen war zu prüfen, ob signifikante Korrelationen zwischen neuen Blattbildungen je Tag und synodischem Mondrhythmus auftreten. Die vorliegenden Darstellungen sind erste Ergebnisse aus noch laufenden Untersuchungen.

Methoden:

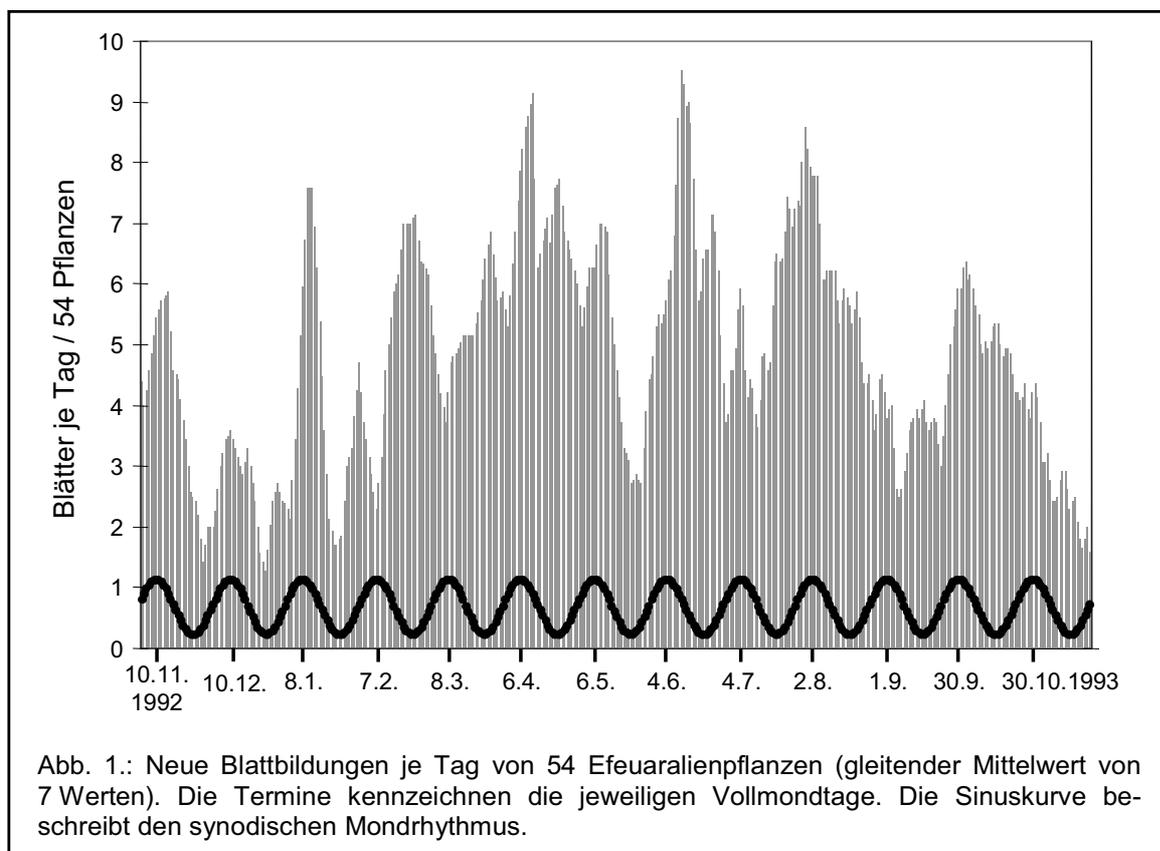
Jeweils drei Efeueralien der Sorte Pia wurden in 10-Liter-Gefäße gepflanzt. Die Anzahl der untersuchten Pflanzen war im Versuchsjahr 1992/1993 54 Pflanzen und im Versuchsjahr 2005/2006 60 Pflanzen. Bewässert wurde täglich auf 100 % Wassersättigung durch kapillare Saugkraft mit doppelwandigen Gefäßen, vergleichbar dem Gefäßsystem Kick-Brauckmann. Die Temperatursteuerung wurde in allen Versuchen auf 20 °C am Tag und 18 °C in der Nacht eingestellt. Im Versuchsjahr 1992/1993 wurde keine künstliche Belichtung durchgeführt. Im Versuchsjahr 2005/2006 wurde

¹Fachgebiet für Biologisch-Dynamischen Landbau, Universität Gesamthochschule Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, j.fritz@uni-kassel.de

zusätzlich zum Tageslicht 12 Stunden mit 10 kLux beleuchtet (120 kLux Tageslichtmenge). Sobald Knospenbildungen die Länge von 6 mm überschritten, wurden sie als neue Blattbildungen gewertet. Die statistische Auswertung wurde sowohl mit den neuen Blattbildungen je Tag (Rohdaten), als auch mit dem in der Chronobiologie häufig verwendeten gleitenden Mittelwert durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion:

Im Versuchsjahr 1992/1993 zeigte sich in den ersten 90 Tagen in den Wintermonaten November, Dezember bis Ende Januar eine enge Korrelation zwischen neuen Blattbildungen und synodischem Mondrhythmus (siehe Abb. 1). In der Kreuzkorrelation ist das Maximum der Blattbildungen zwei Tage nach Vollmond. Bei den Rohdaten beträgt $r = 0,61$. Bei dem gleitenden Mittelwert von 7 Werten beträgt $r = 0,75$ (Bestimmtheitsmaß von 56 %). Die Korrelation ist bei den Rohdaten mit $p < 0,001$ höchst signifikant.



Ab Anfang Februar bis zum November 1993 ist ein Zusammenhang zwischen neuen Blattbildungen je Tag und synodischem Mondrhythmus nicht mehr erkennbar ($r = 0,089$; nicht signifikant, Abb. 1).

In einem Folgeversuch zeigten Efeuaralien mit einer das Tageslicht ergänzenden Beleuchtung von 120 kLux Tageslichtmenge im Zeitraum 23. November 2005 bis 31. Januar 2006 in einer Kreuzkorrelation höchst signifikant einen Zusammenhang zwischen neuen Blattbildungen und synodischem Mondrhythmus mit einem Maximum der Blattbildungen an Vollmond. Bei den Rohdaten beträgt $r = 0,44$. Bei dem gleitenden Mittelwert von 7 Werten beträgt $r = 0,74$ (Bestimmtheitsmaß von 55 %). Die Korrelation ist bei den Rohdaten mit $p < 0,001$ höchst signifikant. Auch hier ist die Korrelation zwischen Blattneubildungen und synodischem Mondrhythmus ab dem 1. Februar 2006 bis zum Versuchsende mit $r = 0,197$ bei den Rohdaten nicht signifikant.

Die Versuchsreihe musste am 21.3.2006 wegen sehr langer Pflanzen beendet werden. Aufgrund der hohen Lichtversorgung wuchsen die Pflanzen im Folgeversuch sehr viel schneller als im ersten Versuch.

Schlussfolgerungen:

Ein Zusammenhang zwischen den neuen Blattbildungen je Tag und dem synodischen Mondrhythmus zeigte sich in den Monaten November, Dezember und Januar in den Versuchsjahren 1992/1993 und 2005/2006 jeweils höchst signifikant. Das Maximum der Blattbildungen war im Jahr 1992/1993 2 Tage nach Vollmond und im Jahr 2005/2006 am Vollmondtag. Das Bestimmtheitsmaß für diesen Zusammenhang betrug 56% und 55%. Zwischen den neuen Blattbildungen je Tag und dem synodischen Mondrhythmus bestand nach dem 1. Februar in beiden Versuchsjahren kein signifikanter Zusammenhang mehr.

Die Gründe für den signifikanten Zusammenhang zwischen neuen Blattbildungen je Tag und dem synodischen Mondrhythmus nur in den Monaten November, Dezember und Januar sind noch nicht bekannt. In noch laufenden Untersuchungen wird geprüft

- a) unter welchen Wachstumsbedingungen Korrelationen zwischen neuen Blattbildungen und synodischem Mondrhythmus prägnant auftreten,
- b) welche Wirkungen des synodischen Mondrhythmus (Licht, Erdmagnetfeld, Schwerkraft u.a.) die Blattbildungen beeinflussen,
- c) um welche Art von Rhythmus es sich bei der Blattbildung handelt (z. B. endogener Rhythmus, der exogen gesteuert wird?).

Literatur:

Abele U. (1973): Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

Fritz J. (2001): Die biologisch-dynamischen Pflanzenbaugrundlagen und ihre Prüfung mit Hornkieselversuchen. In: Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V., Universität Kassel-Witzenhausen (Hrsg.): Biologisch-Dynamische Landwirtschaft in der Forschung. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt.

Spieß H. (1994): Chronobiologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung lunarer Rhythmen im biologisch-dynamischen Pflanzenbau. Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, Darmstadt.

Die Anwendung des Anbausystems Weite Reihe bei Getreide, Raps und Körnerleguminosen: Effekte auf Ertrag, Qualität und Vorruchtwert

Usage of Cultivation system Wide-Row-Spacing with grain crops such as cereals, rape and kernel legumes: effects on yield, quality and preceding crop value

K. Becker¹ und G. Leithold¹

Keywords: crop farming, soil fertility, wide row system

Schlagwörter: Pflanzenbau, Bodenfruchtbarkeit, Weite Reihe

Abstract:

Different row distances (12,5 cm vs. 50 cm) and leguminous underseeds have normally little effect on of grain crop yield. When the main crops are strongly influenced by weed a higher yield can be achieved with the help of the wide-row-system. The crop quality can also be improved, for example the baking performance of winter wheat. The higher preceding crop value of wide-row-system with underseed can be demonstrated by potatoes.

Einleitung und Zielsetzung:

In früheren Arbeiten wurde das Anbaukonzept Weite Reihe vorrangig an Winterweizen untersucht (BECKER & LEITHOLD 2003, HOF et al. 2005, DEBRUCK 2004, POMMER 2003). Hintergrund war die Erzeugung von Backweizen mit hohen Qualitätsmerkmalen. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus eine Erhöhung des Reihenabstandes vergleichsweise geringe Auswirkungen auf den Weizenertrag hat. Die weiten Reihenabstände bieten die Möglichkeit einer effektiven mechanischen Unkrautbekämpfung und können mit einer zusätzlichen Ansaat von legumen Feldfutterpflanzen genutzt und mit einer speziellen Reihenmulchtechnik gepflegt werden (BECKER 2007). Die dadurch hervorgerufene zusätzliche N-Zufuhr bewirkt eine Erhöhung des Gesamtfruchtfolgeertrages und bietet die Möglichkeit der Optimierung der Fruchtfolge.

In der vorliegenden Untersuchung sollte geprüft werden, ob sich durch das Anbausystem Weite Reihe auch in anderen Druschkulturen Vorteile gegenüber dem Normal-saatverfahren erschließen lassen.

Methoden:

Die Untersuchungen wurden auf zwei unterschiedlichen Praxisstandorten in Hessen durchgeführt (I = Wetterau, II = Vogelsberg). Angebaut wurden die Kulturen Winterweizen, Winterroggen, Winterraps, Hafer, Sommergerste, Erbse und blaue Süßlupine. Die geprüften Kulturen wurden in Normal-saat (12,5 cm) und in Weite Reihe (50 cm) angebaut, jeweils mit und ohne Untersaat. Zur Bewertung des Vorruchteffektes der verschiedenen Anbauformen wurde zeitgleich mit den Untersaaten als Kontrollvarianten Kleegrass als Blanksaat eingesät (voll randomisierte Blockanlagen mit vierfacher Wiederholung). Der Vorruchtwert der unterschiedlichen Anbauformen wurde auf dem Standort Wetterau an den Kulturen Erbse (Nachfrucht Weizen) und Weizen (Nachfrucht Kartoffel) überprüft. Die Erträge wurden per Handernnte erfasst. Die Unkrautbekämpfung in den normalgesäten Varianten erfolgte mit einem Striegel, in den Varianten mit 50 cm Reihenweite wurde eine Gänsefußscharhacke eingesetzt. Mit der

¹Justus Liebig Universität Giessen, Karl-Glückner Straße 21C, 35394 Giessen, Deutschland, konstantin.becker@agrar.uni-giessen.de

Unkrautbekämpfungsmaßnahme erfolgte die Ausbringung der Untersaaten. Die Untersaaten in den Weiten Reihen wurden zusätzlich einmal mit einem Reihenumlacher gepflegt. Der Kleeaufwuchs in den Kontrollvarianten wurde zum gleichen Termin flächig gemulcht.

Ergebnisse und Diskussion:

Der unter den Bedingungen der beiden Untersuchungsstandorte und -jahre gemessene Einfluss unterschiedlicher Reihenweiten und Untersaaten auf den Ertrag der untersuchten Kulturen ist in Tab. 1 und in Tab. 2 dargestellt.

Tab. 1: Kornerträge (dt/ha TS) verschiedener Kulturen bei unterschiedlichen Reihenweiten mit und ohne Untersaaten, Standort I (Wetterau).

	Ernte 2004				
	12,5 cm	12,5cm US	50cm	50cm US	Ø
Weizen	42,6	36,5	47,6	47,6	43,6
Roggen	34,1	31,1	29,5	25,8	30,1
Raps	-	-	27,8	-	27,8
Gerste	46,3 a*	47,1 a	37,8 b	37,8 b	42,3
Erbse	12,4	14,5	18,5	16,2	15,4
	Ernte 2005				
Weizen	62,0	63,6	56,9	56,6	59,7
Roggen	27,9	23,4	22,0	28,2	25,3
Raps	24,5 b	-	31,1 a	-	27,8
Gerste	37,2	39,6	46,3	43,8	41,7
Erbse	10,1	10,4	8,7	9,5	9,7

**unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey-Test $\leq 0,05$.*

Tab. 2: Kornerträge (dt/ha TS) verschiedener Kulturen bei unterschiedlichen Reihenweiten mit und ohne Untersaaten, Standort II(Vogelsberg).

	Ernte 2004				
	12,5 cm	12,5cm US	50cm	50cm US	Ø
Weizen	33,5	30,2	47,2	47,4	39,5
Roggen	11,5 b	17,4 b	25,1 a	28,5 a	20,6
Hafer	26,2	27,9	27,5	28,5	27,5
Lupine	19,1	20,1	33,4	31,7	26,1
	Ernte 2005				
Weizen	46,3	44,5	52,9	51,2	48,7
Roggen	31,6	31,8	23,3	31,7	29,6
Raps	11,3 b	-	22,4 a	-	16,8
Hafer	32,5	33,6	31,7	34,1	33,0

Bei Winterweizen ließen sich in den Erntejahren 2004/2005 gegenläufige Tendenzen erkennen. Während im Erntejahr 2004 auf beiden Standorten der Ertrag bei 50cm Reihenweite über dem Ertrag bei 12,5cm lag, wurde im Erntejahr 2005 auf dem Standort Wetterau ein höherer Ertrag bei Normalsaat erreicht. Der Feuchtklebergehalt lag bei Weiter Reihe in allen Fällen über den Werten bei Normalsaat, die Unterschiede waren im Erntejahr 2004 signifikant auf dem Standort I, im Erntejahr 2005 signifikant auf dem Standort II (Tab. 3).

Die Roggenerträge wurden tendenziell in beiden Jahren auf beiden Standorten negativ durch eine Reihenerweiterung beeinflusst. Lediglich im Erntejahr 2004 konnte auf dem Standort II aufgrund der intensiveren Unkrautbekämpfungsmöglichkeit bei 50 cm Reihenweite ein signifikanter Mehrertrag gegenüber der Normalsaat erreicht werden (Tab. 2).

Signifikante Ertragsunterschiede konnten im Erntejahr 2005 bei Winterraps festgestellt werden. Auf dem Standort I wurde bei dem Reihenabstand 50cm über 20% mehr als bei Normalsaat geerntet, auf dem Standort II erreichte der Rapsertag mit ca. 22 dt/ha bei 50cm das Doppelte gegenüber der Normalsaat. Trotz der Ertragsunterschiede ließ sich kein Einfluss auf den Rohfettgehalt erkennen (Tab. 3). Untersaaten konnten in den Rapsbeständen nicht etabliert werden. Varianten mit Untersaaten wurden deshalb nicht gesondert verrechnet.

Tab. 3: Feuchtklebergehalt (%) bei Weizenkorn und Rohfettgehalt bei Rapssaat bei unterschiedlichen Reihenweiten mit und ohne Untersaaten, Standort I (Wetterau) und II (Vogelsberg).

	Ernte 2004				
	12,5 cm	12,5cm US	50cm	50cm US	Ø
Weizen I	16,0	15,6	17,1	17,7	16,6
Weizen II	26,3 a	28,0 a	31,0 b	30,5 b	28,6
	Ernte 2005				
Weizen I	26,3 a	27,1 a	30,5 b	30,2 b	28,5
Weizen II	22,6	23,1	24,6	24,8	23,8
Raps I	48,4	-	48,9	-	48,7
Raps II	50,9	-	50,5		50,7

Die Sommergetreideart Gerste auf dem Standort I reagierte im Erntejahr 2004 signifikant negativ auf die 50 cm-Reihenerweiterung, im Erntejahr 2005 brachte der Weitreihenbau bei hohem Unkrautdruck tendenziell Vorteile mit sich. Der Haferanbau auf dem Standort II zeigte sich in beiden Jahren durch die verschiedenen Reihenweiten unbeeinflusst.

Die Kornertragsbildung der Körnerleguminosen war überlagert von einem hohem Schädlingsdruck (Blattlausbefall und Taubenfraß). Lediglich die Lupinenernte 2004 gibt einen Hinweis darauf, dass bei dieser Kultur eine effektive Unkrautbekämpfung bei 50 cm Reihenabstand Vorteile gegenüber einer engeren Saat erbringen können.

Von besonderem Interesse waren die Vorfruchtleistungen, welche von den Untersaaten in den verschiedenen Anbauvarianten ausgingen. Der Vorfruchtwert der Erbse konnte unter den Bedingungen der beiden Untersuchungsjahre weder durch Reihenweite noch durch Untersaaten beeinflusst werden (Tab. 4).

Tab. 4: Kornertrag von Winterweizen (dt/ha TS) nach Vorfrucht Körnererbse in unterschiedlichen Anbauformen, Standort I (Wetterau).

Grünbrache	12,5 cm	12,5cm US	50cm	50cm US	Ø
Ernte 2005					
57,9	56,7	58,7	57,8	54,8	57,2
Ernte 2006					
55,9	48,8	49,4	46,6	48,5	49,8

Der Vorfruchtwert der Nichtleguminose Weizen wurde für einen nachfolgenden Kartoffelanbau in beiden Jahren durch Untersaaten verbessert (Tab. 5). Anhand des Knollenertrages wird deutlich, dass bei 50 cm Reihenweite und Untersaaten die Ertrags-

leistung gegenüber der einjährigen Kleebrache bei ca. 90 % lag. Die Untersaaten bei Normalsaat wirkten weniger deutlich, in 2005 mit ca. 80 % im Vergleich zur Grünbrache, in 2006 mit ca. 45 %. Die Kartoffelerträge in den Varianten ohne Untersaaten erreichten gegenüber der einjährigen Kleevorfrucht nur noch 53 % in 2005 bzw. knapp 40 % in 2006.

Tab. 5: Knollenertrag von Kartoffel (t/ha Frischmasse) nach Vorfrucht Winterweizen in unterschiedlichen Anbauformen, Standort I (Wetterau).

Grünbrache	12,5 cm	12,5cm US	50cm	50cm US	Ø
Ernte 2005					
37,1 a	18,4 c	29,7 b	21,0 c	34,7 a	28,2
Ernte 2006					
27,4 a	9,6 c	12,5 c	11,2 c	23,8 b	16,9

Der Vorfruchtwert der verschiedenen Anbauverfahren für die übrigen angebauten Kulturen konnte nicht in gleicher Weise mit einer Nachfrucht geprüft werden. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Bildung von Biomasse durch die Untersaaten (nicht dargestellt). Bei Raps konnte in keiner der untersuchten Varianten Biomasse durch die Untersaaten gebildet werden. Die Biomasseentwicklung der Untersaaten bei Roggen war unabhängig von der Reihenweite. Bei den Sommergetreiden bildeten die Untersaaten bei Normalsaat teilweise höhere Biomassen aus als bei Weiter Reihe.

Schlussfolgerungen:

Höhere Verfahrenskosten bei Weitreihenbau gegenüber dem Normalanbau sind dann gerechtfertigt, wenn aufgrund einer verbesserten Unkrautbekämpfung höhere Erträge realisiert, rentabilitätssteigernde Qualitätsverbesserungen erzielt werden oder eine Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit erreicht wird. Deutliche Ertragsvorteile waren bei Winterrops zu erkennen, möglicherweise könnte das auch für Lupine gelten. Bei den konkurrenzstärkeren Getreidearten Roggen, Weizen, Hafer und Sommergerste entstanden dagegen Ertragsvorteile nur bei einem erhöhten Unkrautdruck, bei Gerste ging die Reihenerweiterung ansonsten mit einem signifikanten Minderertrag einher. Wirtschaftlich relevante Qualitätsverbesserungen und erhöhte Leistungen der Untersaaten bei weitem Reihenabstand konnte anhand der Nachfrucht Kartoffel nur bei Winterweizen gezeigt werden.

Literatur:

Becker K. (2007): Weitreihenbau von Winterweizen im Ökologischen Landbau: Möglichkeiten zur Verbesserung von Backqualität und Vorfruchtwert. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

Becker K., Leithold G. (2003): FuE-Bericht Praxiseinführung des Anbaukonzeptes Weite Reihe, <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2003/1157/>.

Debruck J. (2004): Mit Abstand beste Qualität. Das Phänomen der weiten Reihe: Winterweizen im Ökoanbau. Neue Landwirtschaft 1 2004: 48-49.

Hof C., Schmidtke K., Rauber R. (2005): Wirkung des Gemengeanbaus mit Körnerleguminosen sowie der Standraumzuteilung und der Saatstärke auf Korntrag und Kornproteingehalt von Winterweizen. In: Heß J., Rahmann G. (Hrsg.): Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Kassel.

Pommer G. (2003): Auswirkungen von Saatstärke, weiter Reihe und Sortenwahl auf Ertrag und Backqualität von Winterweizen. In: Freyer B. (Hrsg.): Beitr. zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Verlag Universität für Bodenkultur, Institut für ökologischen Landbau, Wien.

Leistung und langfristige Wirkung auf Humus- und Nährstoffhaushalt verschiedener Anbausysteme des ökologischen Landbau – Ergebnisse der 1. Rotation eines Dauerfeldversuches

Yields and quantification of the nutrient cycling of different production methods – Results from the first rotation of a long-term field experiment

F. Reinicke¹ und O. Christen¹

Keywords: production systems, crop farming, soil fertility, plant nutrition, cultivation

Schlagwörter: Betriebssysteme, Pflanzenbau, Bodenfruchtbarkeit, Pflanzenernährung, Bodenbearbeitung

Abstract:

The increased importance of organic farming in recent years, has led to a diversification of production systems. Since 1998 different farming systems were compared in a long-term field trial at the university of Halle-Wittenberg. The systems simulated either arable or mixed farming with various tillage treatments. In the first rotation the crop yields showed a clear response to the different farming systems. The balances of organic substances were mainly affected by the amount of organic fertilisers applied, whereas the nitrogen balance was influenced by the nitrogen fixation capacity of the clover-lucerne sward.

Einleitung und Zielsetzung:

Mit der verstärkten Ausdehnung des ökologischen Landbaus, nahm auch die Vielfalt in der Gestaltung des Produktionsprozesses zu. War beispielsweise in der Anfangszeit das Zusammenwirken von Ackerbau und Tierhaltung die charakteristische Betriebsform, ist heute auch die viehlose Landbewirtschaftung anerkannt und weit verbreitet. Als vorrangiges Ziel gilt auch für Ökobetriebe, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln möglichst ökonomisch zu wirtschaften. Dabei werden häufig marktorientierte Entscheidungen in der Anbaugestaltung getroffen. Ein optimales Nährstoffmanagement verlieren die Betriebe mehr und mehr aus den Augen, mit dem Risiko, dass Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit zurückgehen können.

Marktgerechte Produkte zu produzieren, ohne gleichzeitig wichtige natürliche Produktionsfaktoren zu vernachlässigen, ist Forschungsschwerpunkt des hier vorgestellten Versuches zu ökologischen Anbaumethoden. Mit der Konzeption als Dauerfeldversuch sollen die langfristige Entwicklung der Leistungspotenziale beschrieben sowie nachhaltige Wirkungen auf Boden- und Umweltparameter analysiert werden. Eine bedeutende Innovation zu bestehenden Versuchen ist dabei die Abbildung realer Stoffflüsse innerhalb der Betriebssysteme. Gerade für den Ökologischen Landbau müssen die Ergebnisse im Gesamtsystem beurteilt werden.

Methoden:

Seit 1998 wird auf der Versuchsstation Bad Lauchstädt (Schwarzerdegebiet Sachsen-Anhalt; AZ 92; NS: 480 mm; ØT: 8,9 °C) ein Dauerfeldversuch durchgeführt. Bei der Gestaltung des Versuches wurde zunächst zwischen viehhaltender (1 GV/ha; Produktionsrichtung Milch) und viehloser Betriebsform unterschieden. Hieraus leitet sich Fruchtfolge, Nutzung der Ernteprodukte und organische Düngung ab. Die Anbaufolge:

¹Institut für Acker- und Pflanzenbau, Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherer-Str. 2, 06108 Halle/Saale, Deutschland, frank.reinicke@landw.uni-halle.de

Klee-Luzerne-Gras (KLG) – Silomais – Winterweizen (WW) – Wintergerste (WG) – Erbse – Winterroggen (WR) zielt in den viehhaltenden Varianten auf eine ausreichende Erzeugung eigener Futtermittel. Das Getreidestroh wird hier als Einstreu komplett geerntet. Stallmist wird je zur Hälfte zu Silomais und Gerste ausgebracht. Die ausgebrachten Mengen werden durch die Simulation der Tierhaltung bestimmt und entsprechen somit einem Anfall in Abhängigkeit des tatsächlichen Futter- und Einstreuaufkommens. Es können dadurch praxisnahe, in sich schlüssige Systeme abgebildet werden, in denen keine Zufuhren in die Betriebe erfolgen. In der viehlosen Fruchtfolge wird an Stelle von Silomais Kartoffel als Marktfrucht angebaut. Klee-Luzerne-Gras dient als Rotationsbrache zur Gründüngung und Koppelprodukte des Getreides verbleiben auf den Flächen. Ein weiterer Prüffaktor ist eine differenzierte Bodenbearbeitung. Der konventionellen Variante mit dem Einsatz des Pfluges steht eine bodenschonende Bearbeitung mit dem Zweischichtenpflug (ZSP) gegenüber.

Im Versuch kommen jedes Jahr alle Fruchtarten in vier Wiederholungen zum Anbau. Es werden Bestandesparameter, Ertragsleistungen und Qualitäten der Fruchtarten sowie Bodendaten erfasst. Die Systemanalysen erfolgen mit dem Bilanzierungsprogramm REPRO und werden unter anderem nach ihrer Wirkung auf den Humus- und Nährstoffhaushalt hin beschrieben.

Ergebnisse und Diskussion:

Tab. 1: Trockenmasseerträge (dt/ha) der einzelnen Fruchtarten in Abhängigkeit der Bewirtschaftung (1999-2004).

Variante	KLG	Mais	Kart.*	WW**	WG**	Erbse**	WR**	
viehhaltend	1999	115,7	170,3		56,9	54,6	40,3	47,2
	2000	124,3	130,6		46,1	70,1	30,6	63,7
	2001	128,1	133,6		68,2	62,1	42,4	61,8
	Pflug 2002	129,5	138,6		24,2	54,3	21,3	34,6
	2003	119,2	153,9		65,4	52,5	23,0	72,9
	2004	108,1	136,7		72,5	81,6	48,3	80,4
	Mittel	120,8 a	143,9 a	-	55,6 b	62,5 a	34,3 a	60,1 ab
viehlos	1999	115,3	167,9		51,9	57,0	38,0	45,2
	2000	127,1	126,9		43,1	67,4	30,7	65,5
	2001	130,1	136,2		62,6	59,3	40,0	59,0
	ZSP 2002	127,8	136,7		21,8	53,0	23,3	54,2
	2003	112,2	149,1		64,6	50,2	17,8	68,7
	2004	108,1	144,9		73,4	83,6	42,8	83,2
	Mittel	120,1 a	143,6 a	-	52,9 c	61,7 a	32,1 b	62,6 a
viehlos	1999	102,9		235,0	53,4	49,8	36,4	45,7
	2000	121,0		260,8	80,5	54,4	30,1	62,1
	2001	134,0		331,1	81,3	43,5	38,9	55,5
	Pflug 2002	123,5		353,0	29,3	54,8	21,7	46,5
	2003	105,3		337,8	69,1	46,8	19,3	69,0
	2004	96,7		293,2	80,8	81,6	46,8	85,5
	Mittel	113,9 b	-	301,8 a	65,7 a	55,2 b	32,2 b	60,7 ab
viehlos	1999	108,3		254,2	49,4	51,0	38,0	45,5
	2000	122,4		264,6	79,6	49,9	29,0	64,6
	2001	141,5		305,1	84,0	40,6	39,8	55,0
	ZSP 2002	120,8		332,3	33,1	43,5	21,6	45,5
	2003	99,1		340,2	69,8	44,1	18,0	65,8
	2004	94,0		272,7	78,8	72,3	46,3	78,5
	Mittel	114,4 b	-	294,8 a	65,8 a	50,3 c	32,1 b	59,1 b
GD_{0,05} mehrjährig	4,3	6,1	13,4	2,8	2,2	1,8	3,4	

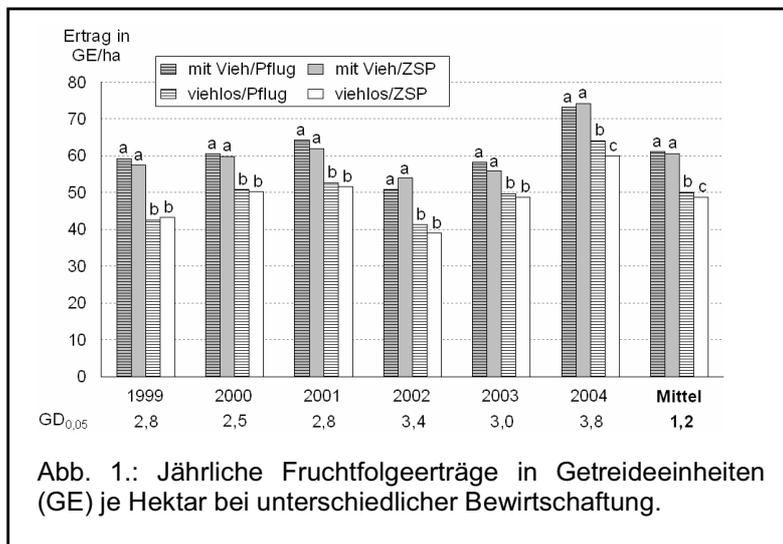
* Knollenfrischmasse

** 86 % TS-Gehalt

Die erste Rotation lieferte hauptsächlich Aussagen über die Umstellungsphase langjährig konventionell bewirtschafteter Flächen auf ökologischen Landbau. Fruchtfolgewirkungen kamen erst mit zunehmender Laufzeit allmählich zum tragen. Die Systeme müssen sich entsprechend der Bewirtschaftung „einschwingen“. Die Jahre 2002 mit langer Niederschlagsphase zur Erntezeit der Druschfrüchte und 2003 mit einer ausgeprägten Trockenzeit während der Hauptwachstumsphase zählten witterungsbedingt zu Extremjahren.

Im Mittel der Versuchsjahre zeigten die meisten Fruchtarten deutliche Unterschiede in den Ertragsleistungen zwischen viehhaltender und viehloser Bewirtschaftung (Tab. 1). So lagen die Trockenmasseerträge bei Klee-Luzerne-Gras unter Schnittnutzung 5,5 % über der Mulchvariante. Dagegen erbrachte Winterweizen auf Grund der Fruchtfolgegestaltung in den viehlosen Systemen überaus hohe Erntemengen. Gründüngung aus der Vorfrucht und anbautechnische Vorteile der Vorfrucht Kartoffel verursachten eine günstige Nährstoffversorgung, wohingegen Silomais als Vorfrucht bereits Nährstoffe aus organischer Substanz gut ausnutzt. Zusätzlich kann auch von einem höheren Wasserverbrauch durch Silomais ausgegangen werden. Wintergerste profitierte stark von der direkten Stallmistgabe bei viehhaltender Bewirtschaftung. Je nach Variante konnten damit über 10 dt/ha mehr geerntet werden als ohne Vieh. Als Besonderheit kommt allerdings im viehlosen System ein Stickstoffinput durch Klee-Luzerne-Gras erst zum vierten Anbaujahr zur Wirkung. Hierauf deuten die sich verringerten Ertragsdifferenzen zwischen beiden Betriebsformen in der zweiten Hälfte der Rotation hin.

Signifikante Ertragsunterschiede bei differenzierter Bodenbearbeitung konnten für Weizen und Erbse in den viehhaltenden und für Gerste in den viehlosen Varianten festgestellt werden.



Um einen Überblick über die Ertragsentwicklung der gesamten Fruchtfolge in den einzelnen Bewirtschaftungssystemen zu erhalten, sind in Abb. 1 die gesamten Erntemengen der einzelnen Versuchsjahre gegenübergestellt. Es zeigte sich für alle Varianten im Gesamtzeitraum der 1. Rotation eine Zunahme der Ertragsleistung. Ertragsverluste waren in den Jahren 2002 und 2003 auf

extreme Witterungsbedingungen zurück zu führen. Dabei war auf Grund der Standorteigenschaften ein geringerer Ertragsrückgang bei einer ausgeprägten Trockenheit fest zu stellen. Unterschiedliche Fruchtfolgeleistungen zwischen viehhaltender und viehloser Bewirtschaftung beruhen auf die differenzierte Verwendung von Klee-Luzerne-Gras und Stroh. Ein Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitung konnte erstmals im Anbaujahr 2004 in den viehlosen Systemen aufgezeigt werden und war auch im Mittel der Versuchsperiode signifikant.

Auf Basis aller Messwerte im Versuch fand eine Humus- und Nährstoffbilanzierung der Systeme mit dem Programm REPRO statt. Hier konnten bereits im Vorfeld die langfristigen Wirkungen auf entsprechende Bodenparameter prognostiziert werden.

Tab. 2: Humusbilanz unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme (1999-2004).

Parameter	viehhaltend		viehlos	
	Pflug	ZSP	Pflug	ZSP
Humus-Bruttobedarf	-0,93	-0,93	-0,93	-0,90
Humusersatzleistung	1,14	1,14	0,94	0,94
Mehrerleistung	0,42	0,41	0,30	0,30
Strohdüngung	0,09	0,08	0,41	0,39
Gründüngung	0,00	0,00	0,23	0,24
Stallmistdüngung	0,64	0,64	0,00	0,00
Humussaldo	0,21^a	0,20^a	0,01^c	0,04^b

Bei der Humusbilanz (GD=0.03) hatte erwartungsgemäß die Organisation der organischen Düngung die größte Bedeutung (Tab. 2). Bei einem etwa gleichen Niveau im Humusbedarf der Systeme, wurden die Salden durch die Humusersatzleistungen geprägt. Entsprechend der oben aufge-

zeigten Ertragsunterschiede bei differenzierter Nutzung von Klee-Luzerne-Gras gestalteten sich auch die Humusmehrerleistungen. Des Weiteren wurde deutlich, dass in den Systemen mit Vieh eine höhere Reproduktion durch die eingesetzten Dünger realisiert wurde. Mit reduzierter Bodenbearbeitung war für die viehlose Bewirtschaftung ein höherer Saldo nachweisbar, was auf den geringeren Bedarf zurück zu führen war.

Tab. 3: Stickstoffbilanz unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme (1999-2004).

Parameter	viehhaltend		viehlos	
	Pflug	ZSP	Pflug	ZSP
N-Entzug	148,8	148,6	148,8	146,8
N-Zufuhr*	177,4	178,7	161,3	163,1
Symb. N-Fixierung	65,4	67,0	53,0	53,9
Strohdüngung	11,8	11,0	19,2	18,3
Gründüngung	0,4	0,6	55,6	57,4
Stallmistdüngung	67,5	67,5	0,0	0,0
□ Boden-N	11,8	11,0	0,4	2,1
N-Saldo	17,1^a	19,1^a	12,1^b	14,2^b

* einschl. 30 kg N/ha jährlicher Immission

Die Stickstoffbilanz für die 1. Rotation zeigt Tab. 3. Wie bei der Humusbilanz waren auch hier fast identische Entzüge für die Varianten zu verzeichnen. Die signifikant unterschiedlichen Salden (GD=2,5) in Abhängigkeit der Tierhaltung wurden ebenfalls durch die N-Zufuhr hervorgerufen. So konnten im Mittel in den Futterbausystemen etwa 15 kg N/ha*a mehr fixiert werden. Dagegen war der

Stickstoffeinsatz bei unterschiedlicher organischer Düngung annähernd gleich. Zu Berücksichtigen ist, dass nach der Simulation der Tierhaltung mit realen Ertragsergebnissen zu Futter und Einstreu, der Stickstoffeinsatz über Stallmist ab 2003 von 70 auf 60 kg N/ha*a reduziert wurde.

Schlussfolgerungen:

Bei Umstellung auf ökologischen Landbau ist unter den gegebenen Standortbedingungen erwartungsgemäß im 1. Jahr ein deutlicher Ertragsrückgang zu verzeichnen. Doch schon im 2. Versuchsjahr verbesserte sich die Ertragsleistung für alle Systeme. Es bestanden hauptsächlich signifikante Unterschiede zwischen viehhaltenden und viehlosen Betriebssystemen. Bestimmend war dafür der differenzierte Stickstofftransfer innerhalb der Fruchtfolgen. In Einzelfällen war ein Einfluss reduzierter Bodenbearbeitung nachweisbar. Unabhängig von der Gestaltung des Produktionsverfahrens konnte eine positive Wirkung auf den Humus- und Nährstoffhaushalt prognostiziert werden.

Untersuchungen zur Nutzung der Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) im Ökologischen Landbau

Potential of Sainfoin Production (*Onobrychis viciifolia*) in Organic Agriculture

D. Neuhoff¹ und K. Bücking¹

Keywords: Fodder growing, Sainfoin

Schlagwörter: Futterbau, Esparsette

Abstract:

Field trials with four sainfoin cultivars as well as lucerne were carried out on two sites in southern Northrhine - Westphalia from 2003 to 2005. The objective of the experiments was to gain experience with the organic cultivation of sainfoin, an old fodder legume known for low yields but a high feeding value, particularly for horses. Crop development, dry matter yield and hay quality were determined. Crop dm yield on a loess soil site with a total lime content of 3207 mg kg⁻¹ was very low (about 1 t ha⁻¹) in 2005. Dry matter yield on a loess soil site rich in lime (total lime content = 13974 mg kg⁻¹) was comparatively high in 2004 (first cut: = 7.5 t ha⁻¹), but decreased in 2005 (first cut: 1.6 t ha⁻¹) mainly due to increasing weed infestation. Dry matter yield of sainfoin cv. Visnowsky was always lower compared with Lucerne, while digestible energy content tended to be higher in sainfoin. Sainfoin production may be an interesting option for organic horse fodder production, if soils are rich in lime and if weed pressure is manageable.

Einleitung und Zielsetzung:

Die mehrschürige Esparsette (*Onobrychis viciifolia* Scop.), im englischen und französischen ‚sainfoin‘ (frz. = Gesundheit) genannt, ist eine kalkliebende, tiefwurzelnde und trockenheitsresistente Futterleguminose, die aufgrund geringer Ertragsleistung insbesondere auf besseren Standorten von Kleearten und Luzerne verdrängt wurde, während sie auf flachen kalkhaltigen Böden konkurrenzfähig sein kann. Nachteilig aus pflanzenbaulicher Sicht sind die vergleichsweise geringe N₂-Fixierleistung (HUME et al. 1985), die geringe Ertragsleistung im Ansaatjahr und der geringe Wiederaufwuchs des zweiten Schnittes (KALLENBACH et al. 1996). Esparsettenheu ist ein diätetisch wertvolles Futter für Pferde, aber auch für Wiederkäuer. Aufgrund seines Tanningehaltes wirkt es Blähungen entgegen (MAJAK et al. 1995) und verringert zudem den Befall mit gastrointestinalen Nematoden von Weidetieren (LÜSCHER et al. 2005). Daher kann der Anbau von Esparsette auf fruchtbaren Lössböden auch bei verglichen mit Luzerne geringeren Erträgen für bestimmte Verwertungszwecke von Interesse sein.

Ziel dieser Arbeit war es, Anbauerfahrungen mit Esparsette als Grundlage für Handlungsempfehlungen für die Praxis des Ökologischen Landbaus zu gewinnen. Verfolgt wurde die Hypothese, dass die Esparsette als wertvolles Pferdefutter bzw. Diättheu mit entsprechendem Vermarktungspotential in stadtnahen Gebieten als mehrjährige bodenfruchtbarkeitsfördernde Futterleguminose mit tiefem Wurzelwerk (KOCH et al. 1972) den auf vieh- bzw. wiederkäuerlosen Betrieben häufig unrentablen Rotklee- bzw. Luzernegrasanbau z.T. ersetzen kann. Zu diesem Zweck wurden Feldversuche auf verschiedenen Standorten im südlichen Rheinland angelegt.

¹Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Deutschland, d.neuhoff@uni-bonn.de

Methoden:

Die Versuche wurden auf langjährig ökologisch bewirtschafteten Lößböden im Rhein-Siegkreis (NRW) während der Jahre 2003 - 2005 durchgeführt. Der Standort Wachtberg ist durch tiefgründigen Lößboden ($P = 4,3 \text{ mg}$, $K = 22,0 \text{ mg}$ je 100g Boden, $\text{pH} = 6,9$ [0-30 cm Bodentiefe], Gesamtalkagehalt: 13974 mg kg^{-1}) gekennzeichnet. Der Lößboden am Standort Hennef war mit einem pH- Wert von 6,3 ($P = 6,5 \text{ mg}$, $K = 17,2 \text{ mg}$ je 100g Boden) und einem Gesamtalkagehalt von 3207 mg kg^{-1} deutlich kalkärmer. Die Vegetationsperiode 2004 war durch ein vergleichsweise kühles Frühjahr und durchschnittliche Niederschläge von April bis Juli (309 mm) gekennzeichnet. Das Versuchsjahr 2005 war mit 422 mm (April bis Juli) deutlich niederschlagsreicher und wies während der Hauptwachstumszeit durchschnittliche Temperaturen auf.

Der Versuch am Standort Wachtberg wurde im Mai 2003 nach Feldgras und intensiver Bearbeitung der Grasnarbe (Grubber, Kreiselegge) mit einer Hege-Parzellensämaschine gedreht (Blockanlage, 4 Wdh. Parzellengröße: $1,5 \times 10 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$). Zur Aussaat kamen die mit Radicin N°8 inokulierten Esparsettsorten *Visnowsky* und *Polish Giant* (Saatmenge 150 kg ha^{-1}) sowie Luzerne (Sorte *Planet*, 30 kg ha^{-1}) alle sowohl in Reinsaat als auch in Mischung mit Lieschgras (Sorte *Liglori*, 2 kg ha^{-1}). Die Varianten mit Lieschgras wurden wegen geringem Feldaufgang verworfen.

Am Standort Hennef wurden insgesamt 4 Esparsettsorten (*Visnowsky*, *Tetim*, *Cotswold Common*, *Nova*) sowie die Luzernesorte *Planet* im Mai 2004 sowohl in Reinsaat als auch in Mischung mit Lieschgras nach Vorfrucht Sommergetreide (Pflug, Kreiselegge) analog zum Standort Wachtberg ausgesät.

Erfasst wurden die Kultur- und Unkrautdeckungsgrade (Göttinger Schätzrahmen) sowie die Spross-Trockenmasse ($3 \times 0,25 \text{ m}^2$ je Parzelle, Trocknung bei 105°C). Ergänzend wurde für ausgewählte Proben der Futterwert (Weender Analyse) an der LUFA-Münster bestimmt. Die Daten wurden varianzanalytisch unter anschließender Verwendung des Tukey-Testes ($\alpha < 0,05$) ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion:Standort Hennef

Zu Beginn der Vegetationsperiode des ersten Hauptnutzungsjahres (2005) wurden signifikante Unterschiede im Kultur- und Unkrautdeckungsgrad zwischen den Varianten festgestellt (Tab. 1). Die Esparsettsorte *Tetim* wies in Reinsaat mit 30% den niedrigsten, das Luzernegras mit 81,6% den höchsten Deckungsgrad auf. Keine der untersuchten vier Esparsettsorten erreichte in Reinsaat einen Deckungsgrad größer als 50%. Demgegenüber war der Unkrautdeckungsgrad zum selben Termin (6. 4. 05) in den Varianten mit Esparsettenreinsaat mit durchschnittlich 29,9% deutlich höher als bei Mischsaat mit Lieschgras (14,5%). Die Varianten mit Luzerne wiesen sowohl in Rein- als auch in Mischsaat mit Lieschgras die geringsten Unkrautdeckungsgrade auf. Zum zweiten Boniturtermin (20.7.05) wurden analoge Befunde festgestellt.

Die höchsten Trockenmasseerträge des ersten Schnittes (13.6.05) wurden in den Varianten Luzernegras mit $64,8 \text{ dt ha}^{-1}$ bzw. Luzernereinsaat ($62,8 \text{ dt ha}^{-1}$) festgestellt, während die Varianten mit Esparsettenreinsaat maximal $11,9 \text{ dt ha}^{-1}$ (*Cotswold Common*) erzielten. Demgegenüber erzielte die Sorte *Cotswold Common* in Versuchen am Royal Agricultural College in Cirencester unter konventionellen Anbaubedingungen beim ersten Schnitt bis zu 92 dt ha^{-1} (Cotswold Seeds 2004). Alle Esparsettsorten waren durch schwachen Wuchs und hellgrüne Blattfärbung gekennzeichnet, ein Sachverhalt, der auf unzureichende N_2 - Fixierung bzw. Knöllcheninfektion und daraus resultierenden N- Mangel hinweist. Das Lieschgras wirkte sich in allen Mischungen ertragsstabilisierend aus. Der Ertragsanteil der Esparsette war im Gemisch mit unter 10% unbedeutend.

Tab. 1: Kultur- bzw. Unkrautdeckungsgrade (KDG bzw. UDG) und Spross -Trockenmasseerträge (TM) von vier Esparsettenarten (*Cotswold Common*, *Nova*, *Tetim*, *Visnowsky*) in Rein- bzw. Mischsaat mit Lieschgras (= +) im Vergleich zu Luzerne am Standort Hennef 2005, Tukey-Test, ($\alpha < 0.05$).

Variante	KDG (%)	UDG (%)	KDG (%)	UDG (%)	TM (dt ha ⁻¹)	TM (dt ha ⁻¹)
	6.4.05	6.4.05	20.7.05	20.7.05	13.6.05	22.7.05
Lieschgras	59,8 bcd	18,1 bcde	33 e	44,8 a	62,8 a	5,1 c
Luzerne	56,7 bcde	15,7 cde	96 a	0 c	27,8 cd	45,3 a
Luzerne +	81,6 a	4,4 e	97,6 a	0 c	64,8 a	28,5 b
Cotswold	41,2 def	28,8 abc	48,6 bcd	31,3 ab	11,9 de	6,7 c
Cotswold +	62,2 abcd	17,9 bcde	42,5 cde	23 abc	55,2 ab	4,0 c
Nova	36,8 ef	35,4 a	47,4 bcd	31,1 ab	7,8 e	5,8 c
Nova +	66,9 abc	17,2 bcde	41,8 cde	14,6 bc	50,6 ab	3,4 c
Tetim	30,0 f	31,3 ab	42,3 cde	19,8 abc	8,3 e	6,2 c
Tetim +	65,8 abc	14,0 de	39,8 de	32,4 ab	49,2 ab	4,8 c
Visnowsky	47,2 cdef	24 abcd	60,1 b	16,2 bc	9,4 e	7,6 c
Visnowsky +	72,3 ab	8,9 e	54,8 bc	20,4 abc	42,5 bc	6,3 c

Beim zweiten Schnitt (22.7.) wurde in allen Varianten mit Ausnahme von Luzernereinsaat (45,3 dt ha⁻¹) bzw. Luzernegras (28,5 dt ha⁻¹) geringe Erträge von weniger als 10 dt ha⁻¹ TM festgestellt. Somit erwies sich der Standort Hennef als ungeeignet für den Esparsettenanbau.

Standort Wachtberg

Im ersten Hauptnutzungsjahr (2004) wurden beim ersten Schnitt im Mittel aller Varianten mit 72,1 dt ha⁻¹ vglw. hohe Trockenmasseerträge erzielt. Es wurden keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den Esparsettenarten *Visnowsky* (75,0 dt ha⁻¹) und *Polish Giant* (72,3 dt ha⁻¹) bzw. Luzerne (69,1 dt ha⁻¹) festgestellt (Tab. 2). Zwei weitere Schnitte (3 und 4) mit insgesamt etwa 40 dt ha⁻¹ Ertrag wurden nur bei Luzerne durchgeführt.

Tab. 2: Trockenmasseertrag von zwei Esparsettenarten (*Visnowsky*, *Polish Giant*) im Vergleich zu Luzerne (*Planet*) am Standort Wachtberg, Hauptnutzungsjahre 2004 - 2005, Tukey-Test, ($\alpha < 0.05$).

Variante	Spross- Trockenmasse (dt ha ⁻¹)				
	18.5.2004	5.7.2004	25.5.2005	29.6.2005	22.9.2005
Luzerne	69,1	48,3	24,3a	16,1a	24,0a
Visnowsky	75,0	36,8	16,3b	14,1a	13,1b
Polish Giant	72,2	31,8	20,2ab	7,9b	9,9b

Im zweiten Hauptnutzungsjahr (2005) wurde aufgrund zunehmender Verunkrautung in allen Varianten ein deutlich geringerer Ertrag festgestellt. Luzerne wies beim ersten Schnitt mit 24,3 dt ha⁻¹ einen signifikant höheren Trockenmasseertrag als die Esparsettenart *Visnowsky* (16,3 dt ha⁻¹) auf.

Der zweite Schnitt (29. 6. 05) war im Mittel aller Varianten mit 12,7 dt ha⁻¹ vglw. niedrig. Der Trockenmasseertrag von Luzerne war signifikant höher als bei der Esparsettenart *Polish Giant*. Luzerne wies beim dritten Schnitt einen signifikant höheren Ertrag als beide Esparsettenarten auf. Während die Erträge des Jahres 2004 am Standort Wachtberg auf die grundsätzliche Anbauwürdigkeit der Esparsette hinweisen, führte die zunehmende Verunkrautung im zweiten Hauptnutzungsjahr, insbesondere mit Löwenzahn, *Taraxacum ssp.* zu deutlichen Ertragseinbußen aller Varianten. Die verglichen mit Luzerne mit zunehmender Schnittnutzung festgestellte deutliche Abnahme der Ertragsleistung ist ein erheblicher Nachteil der Esparsette. Das größte

Anbauproblem besteht jedoch in der mangelnden Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern.

Luftgetrocknetes Esparsettenheu der Sorte *Visnowsky* vom Standort Wachtberg wies im Vergleich zu Luzerne tendenziell geringere Trockensubstanzgehalte auf. Der Rohaschegehalt i.d.TM von Esparsettenheu war im Mittel von vier Schnitten (jeweils 1. u. 2. Schnitt v. 2005 u. 2006) mit 7,3% im Vergleich zu Luzerneheu (9,8%) deutlich niedriger. Der Gehalt an verdaulichem Rohprotein i.d.TM war im Luzerneheu mit 17,2% deutlich höher als in Esparsettenheu (12,2%). Demgegenüber wies der erste Schnitt des Esparsettenheus mit 9,0 MJ kg⁻¹ (2005) bzw. 8,9 MJkg⁻¹ (2006) deutlich höhere Gehalte an verdaulicher Energie i.d.TM auf als Luzerneheu mit 8,5 MJ kg⁻¹ (2005) bzw. 7,4 MJ kg⁻¹ (2006).

Schlussfolgerungen:

Der ökologische Anbau von Esparsette ist anspruchsvoll und risikoreich. Es bedarf daher vor einer breiteren Einführung in die Praxis noch weiterer Untersuchungen, insbesondere hinsichtlich der nachhaltigen Unkrautkontrolle. Grundsätzlich ist jedoch der Esparsettenanbau auf trockenen, gut dränierten kalkreichen Lößböden möglich und bietet im Falle mangelnder Nutzungsmöglichkeiten für Luzerne eine interessante Option zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Voraussetzung ist eine effiziente präventive Unkrautkontrolle, begründet durch die langsame Entwicklung der Esparsette im Ansaatjahr sowie den geringen Sprossertrag des zweiten Schnittes. Als wichtige Maßnahme ist neben der Wahl geeigneter Standorte mit geringem Unkrautdruck das wiederholte Eggen vor der Aussaat zu nennen. Mischungen mit einem schwach wachsenden Futtergras erhöhen die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern und wirken ertragsichernd.

Danksagung:

Das Projekt wurde dankenswerterweise im Rahmen des ‚Bundesprogramms Ökologischer Landbau‘ von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung unterstützt.

Literatur:

- Cotswold Seeds Ltd (2004): Sainfoin, <http://www.cotswoldseeds.com/sainfoin.htm>, (Abruf 21.09.2004).
- Hume L. J., Withers N. J., Rhoades D. A. (1985): Nitrogen fixation in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) 2. Effectiveness of the nitrogen-fixing system. New Zeal J Agri Res 28: 337-348.
- Kallenbach R. L., Matches A. G., Mahan J. R. (1996): Sainfoin Regrowth Declines as Metabolic Rate Increases with Temperature. Crop Science 36: 91-97.
- Koch D. W., Dotzenko A. D., Hinze G. O. (1972): Influence of Three Cutting Systems on the Yield, Water Use Efficiency, and Forage Quality of Sainfoin. Agron J 64: 463-467.
- Lüscher A., Häring D. A., Heckendorn F., Scharenberg A., Dohme F., Maurer V. und Hertzberg H. (2005): Use of tanniferous plants against gastrointestinal nematodes in ruminants. In: Proceedings of the first scientific conference of ISOFAR, Adelaide, South Australia 21 – 23. September 2005, S. 272-276.
- Majak W., Hall J. W., McCaughey W. P. (1995): Pasture Management Strategies for Reducing the Risk of Legume Bloat in Cattle. J Anim Sci 73: S. 1493-1498.

N-Bedarf und N-Effizienz von Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau

N-demand and N-efficiency of mixed cropping systems with oil crops in organic farming

H. M. Paulsen¹, M. Schochow¹ und A. Behrendt²

Keywords: production systems, plant nutrition, soil fertility

Schlagwörter: Betriebssysteme, Pflanzenernährung, Bodenfruchtbarkeit

Abstract:

*Mixed cropping systems with oil crops are of growing interest in organic farming. They can offer agricultural advances like competition against weeds, support against lodging and buffering of yield fluctuations. The aim of the cultivation method is to gain additional oil yields for energy or feed purposes. The reported higher land-efficiency-ratios of those mixed cropping systems should lead to higher nutrient requirements. But it is unknown if the different crops just compete for rare soil nutrients or if complementary effects in mixed cropping systems lead to higher nutrient efficiency. In a field study N-contents in plants and N uptake of diverse mixed cropping systems were compared to sole cropping systems. In linseed (*Linum usitatissimum*) or false flax (*Camelina sativa*) in combination with spring wheat (*Triticum aestivum*) the oil crops showed lower N contents during stem elongation. The N concentrations in wheat tissue were not affected by competition. Wheat was dominating the mixtures. In mixtures of peas (*Pisum sativum*) with false flax elevated N concentrations in plant tissue of both component crops were determined. In non-leguminous mixtures with RYT >1 (spring wheat x false flax), N uptake exceeded the N-requirement of the sole crops. In mixtures of legumes with oil crops with RYT >1 (peas x false flax), the N-uptake of the mixtures was equivalent to or exceeded the N uptake of sole-cropped oil crops.*

Einleitung und Zielsetzung:

Mischfruchtanbausysteme mit Ölpflanzen werden im ökologischen Landbau mit wachsendem Interesse betrachtet, da sie pflanzenbauliche Vorteile, wie Unkrautunterdrückung, Standfestigkeit und das Abpuffern von Ertragsschwankungen bewirken können. Bei der Anbaumethode sollen Ölerträge zusätzlich zum weitgehend unveränderten Ertrag der Hauptfrucht erzielt werden. So könnte ohne zusätzlichen Flächenverbrauch Pflanzenöl z. B. als Treibstoff für die landwirtschaftlichen Maschinen bereitgestellt werden (PAULSEN & RAHMANN 2004). Die angestrebten höheren relativen Gesamterträge (RYT) (DE WIT & VAN DEN BERG 1965) solcher Mischfruchtanbausysteme könnten jedoch zu höheren Nährstoffentzügen führen. Aber es ist unbekannt, ob die Gemengepartner nur um knappe Bodenährstoffe konkurrieren oder ob komplementäre Wirkungen der Gemengepartner zu einer höheren Nutzungseffizienz für Pflanzennährstoffe führen (HØGH-JENSEN & SCHJOERRING 2000). Unterschiedlich ausgebildete Wurzelsysteme und verschiedene Zeiten des Nährstoffbedarfs könnten die Ausnutzung der Bodenvorräte verbessern und der zusätzliche Bedarf der Gemenge so abgesichert werden (VAN RUIJVEN & BERENDSE 2005). Weiterhin ist denkbar, dass in Gemengen von Ölfrüchten mit Leguminosen ein N-

¹Institut für ökologischen Landbau, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Trenthorst 32, 23847 Westerau, Deutschland, hans.paulsen@fal.de

²Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland

Transfer von Leguminosen zu Nicht-Leguminosen stattfindet (HAUGGAARD-NIELSEN & JENSEN 2005, HØGH-JENSEN & SCHJOERRING 2000). Um einen ersten Eindruck zu diesen Effekten in Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen zu gewinnen, wurden die N-Gehalte und die N-Aufnahme verschiedener Gemenge ermittelt und den Werten von Reinanbausystemen gegenübergestellt (PAULSEN et al., im Druck).

Methoden:

Die Proben wurden aus Feldversuchen (randomisierte Blockanlagen mit vier Wiederholungen) von zwei Standorten (Trenthorst: 53°46' N, 10°31' E, sandiger Lehm, 8,7°C und 735 mm im langjährigen Mittel, 27,5 m² Parzellengröße (Kerndrusch mit 17,5 m²) und Wilmersdorf: 53°7' N, 13°55' E, 8,5°C und 5 28 mm im langjährigen Mittel, 13,5 m² (2003) bzw. 27 m² (2004) Parzellengröße) mit der Vorfrucht Kleegras gewonnen. Folgende Mischungen wurden untersucht: Sommerweizen (*Triticum aestivum* L. 'Fasan') x Lein (*Linum usitatissimum* L. 'Gold Merchant'), Sommerweizen x Leindotter (*Camelina sativa* L. Crantz, 'Pernice'), Erbse (*Pisum sativum* L. 'Madonna') x Leindotter, Erbse x Senf (*Sinapis alba* L. 'Albatros'), Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius* L. 'Boruta') x Saflor (*Carthamus tinctorius* L. 'Sabina'). Die Aussaatstärken beruhten auf Erfahrungswerten und ließen brauchbare Erträge erwarten (Tab. 1).

Tab. 1: Saatstärken in den Rein- und Mischfruchtanbausystemen und mittlerer RYT der Mischungen an den Standorten in 2004.

	Mischfruchtanbau Körner m ⁻²	Reinanbau	Mischfrucht- in % der Reinsaatstärke %	RYT		
				Bio- masse	Körner	Stroh
Weizen x Lein	200 / 400	400 / 600	50 / 66	0,96	0,91	1,00
Weizen x Leindotter	200 / 360	400 / 360	50 / 100	1,08	1,22	1,04
Erbse x Leindotter	80 / 360	80 / 360	100 / 100	1,31	1,33	1,32
Erbse x Senf	60 / 40	80 / 80	75 / 50	0,98	0,79	1,04
Lupine x Saflor	75 / 75	100 / 100	75 / 75	1,22	1,09	1,31

Die Reihenweiten im Mischfruchtanbau betragen 6,75 cm in 2003 und 12,5 cm in 2004. Die N-Gehalte der Pflanzenproben zum Schossen und zur Ernte wurden mit einem Elementaranalysegerät EUROEA 3000 bestimmt. Die Kornerträge wurden aus dem Parzellendrusch, die Stroherträge aus einer m²-Beerntung bestimmt. Die angegebenen Werte zu N-Aufnahme bzw. N-Entzug beziehen sich auf die oberirdische Biomasse (Korn und Stroh) zur Ernte. Um herauszufinden ob durch den Mischfruchtanbau N am Standort besser ausgenutzt werden konnte, wurden Werte für die relative N-Effizienz (RNE) (VAN RUIJVEN & BERENDSE 2005, SCHMIDTKE & RAUBER 2000), angelehnt an die Definition des RYT, wie folgt errechnet:

$$RNE = N\text{-Effizienz}_{(\text{Mischfruchtanbau})} / N\text{-Effizienz}_{(\text{Reinanbau})}$$

$$\text{mit: } N\text{-Effizienz} = \text{Ertrag}_{(\text{Korn, Stroh, Biomasse})} / N\text{-Aufnahme}_{(\text{Korn, Stroh, Biomasse})}$$

Werte >1 zeigen eine höhere RNE der Pflanzen im Mischfruchtanbau im Vergleich zum Reinanbau an.

Ergebnisse und Diskussion:

Die Mischfruchtanbausysteme aus Sommerweizen oder Erbsen mit Leindotter wiesen für den Korn-, Stroh- und Biomasseertrag RYT-Werte >1 (Tab.1) auf und lassen eine verbesserte Nutzung der Standortressourcen erwarten. Beim Mischfruchtanbau von Lupinen mit Saflor wurden RYT-Werte deutlich über 1 nur für den Strohertrag erreicht. Zum Schossen konnte auf einzelnen Standorten bei Leindotter in Mischung mit Erbse ein höherer N-Gehalt festgestellt werden als bei Leindotter in Reinsaat (Tab. 2).

Auf einen Transfer symbiotisch fixierten Ns von Leguminose zu Nichtleguminose kann jedoch aus diesen Daten nicht geschlossen werden. In der Mischung aus Saflor und Lupine waren ähnliche Effekte nicht messbar. Zur Ernte wurden beide Mischungen in den betrachteten Anbaujahren in der Biomasseentwicklung von den Ölsaaten dominiert. In Mischfruchtanbausystemen mit Sommerweizen und Lein bzw. Leindotter dominierte der Weizen die Biomasse. Die N-Gehalte des Weizens zum Schossen wurden im Vergleich zur Reinsaat nicht vermindert. Die Ölsaaten wiesen hingegen deutlich verminderte N-Gehalte auf (Tab. 2). Zur Ernte konnten die Unterschiede in

Tab. 2: N-Gehalt (in % der TM von Pflanzen zum Schossen in Rein- und Mischfruchtanbausystemen mit Erbsen und Leindotter sowie Lupine mit Saflor, Trenthorst, Mittel aus 03 und 04 und von Sommerweizen mit Leindotter oder Lein, Mittel aus 03 und 04, Trenthorst und Wilmersdorf.

	Erbsen (Leindotter ¹)	Leindotter (Erbsen ¹)	Saflor (Lupinen ¹)	Lupinen (Saflor ¹)
Reinanbau	3,5	2,7	2,9	2,7
Mischfruchtanbau	3,7	3,2	2,7	2,6
F-Test Anbausystem	*	***	ns	ns
LSD_{5%}	0,16	0,25	-	-
	Leindotter (Weizen ¹)	Weizen (Leindotter ¹)	Lein (Weizen ¹)	Weizen (Lein ¹)
Reinanbau	3,24	2,72	3,28	2,72
Mischfruchtanbau	2,60	2,55	2,57	2,85
F-Test Anbausystem	***	ns	***	ns
LSD_{5%}	0.25	-	0.21	-

¹ Mischungspartner * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$ ns= nicht signifikant

den N-Gehalten in Korn und Stroh der Mischungen gegenüber der Reinsaat nicht nachgewiesen werden. Jedoch war die N-Aufnahme in Mischfruchtanbausystemen aus Erbsen mit Leindotter oder Senf signifikant höher als im reinen Erbsenanbau ($P < 0,001$) (Tab. 3), was durch die

zusätzliche N-Aufnahme der Nicht-Leguminosen erklärt werden kann. Die geringere N-Aufnahme des Sommerweizens in Mischung mit Lein im Vergleich zur Reinsaat ($P < 0,05$) kann nicht nur durch reine Mischungseffekte erklärt werden, da die reduzierte Saatstärke in der Mischung (Tab. 1) auch zu deutlich geringerer Biomasse beim Weizen führte.

Tab. 3: N-Aufnahme von Rein- und Mischkulturen zur Ernte, Trenthorst und Wilmersdorf 03 und 04 [kg ha^{-1}].

Kultur 1 Kultur 2	Sommerweizen x Lein	Sommerweizen x Leindotter	Erbse x Leindotter	Erbse x Senf	Lupine x Saflor
Mischfruchtanbau	110	132	108	102	65
Reinsaat Kultur 1	128	128	52	52	70
Reinsaat Kultur 2	64	90	90	115	47

Tab. 4 zeigt, dass Erbsen in Mischung mit Leindotter pro kg N-Aufnahme höhere Biomasse- und Kornerträge erzielen konnten als in der Reinsaat. Die ansteigende N-Effizienz bei der Bildung von Weizenstroh in Mischungen von Sommerweizen mit Lein oder Leindotter und bei Leindotterstroh in der Mischung von Erbsen mit Leindotter in Trenthorst könnte ein Effekt stimulierten Längenwachstums durch Lichtkonkurrenz in den Mischungen sein. Beim Weizen könnten durch solche Effekte Infektionswege für *Fusarien* durchbrochen werden (LIENEMANN 2002), wenn die Abstände zwischen Fahnenblatt und Ähre dabei verlängert werden. Die N-Effizienzen der anderen Pflanzen wurden nicht systematisch durch das Anbausystem beeinflusst. Es kann festgehalten werden, dass Sommerweizen in Mischungen mit Öllein oder Leindotter bereits in frühen Wachstumsstadien effektiv um Wachstumsfaktoren konkurriert. Er dominiert die Mischungen bis zur Reife. Die N-Gehalte der Ölpflanzen zum Schossen,

wie auch die Erträge sind gegenüber der jeweiligen Reinsaat deutlich vermindert. Die Stroherträge des Weizens in diesen Mischungen werden mit höherer N-Effizienz erzielt. Der N-Bedarf der Mischung aus Weizen und Leindotter (RYT >1) überschreitet den N-Bedarf beider Reinanbausysteme. Beim Mischfruchtanbau von Erbsen mit

Tab. 4: Relative N-Effizienz (RNE) verschiedener von Pflanzen in Mischfruchtanbausystemen aus Getreide oder Leguminosen mit Ölsaaten (Trenthorst -TRT- und Wilmersdorf -WIL-, 2004).

Mischfruchtanbausystem	Gemengepartner	RNE des Mischfruchtanbaus					
		Biomasse		Körner		Stroh	
		TRT	WIL	TRT	WIL	TRT	WIL
Weizen x Lein	Weizen	1,03	1,06	0,94	1,00	1,28	1,07
	Lein	1,12	0,83	0,98	1,05	0,74	0,93
Weizen x Leindotter	Weizen	0,97	1,07	0,96	0,95	1,10	1,28
	Leindotter	0,86	0,78	0,94	1,02	0,92	1,14
Erbsen x Leindotter	Erbsen	1,11	1,09	1,04	1,06	0,92	1,12
	Leindotter	0,97	0,83	0,94	1,01	1,32	0,75
Erbsen x Senf	Erbsen	1,26	0,69	1,07	0,95	0,81	0,75
	Senf	0,94	1,10	1,03	1,03	0,94	0,94
Lupine x Saflor	Lupine	1,40	0,86	0,96	1,01	0,97	0,67
	Saflor	0,90	0,96	0,93	0,99	0,89	0,99

Leindotter wurden die N-Gehalte beider Mischungspartner zu Beginn der Schoss-phase gefördert. In den Ernteprodukten war dies nicht nachweisbar. Der Mischfruchtanbau wies eine höhere N-Aufnahme auf als der Reinanbau. Die Erbsenerträge wurden in Mischung mit Leindotter deutlich

gemindert, jedoch bildeten die Erbsen Korn und Stroh mit höherer N-Effizienz aus. Senf unterdrückte Erbsen in den Mischungen stark. Die Mischung wies eine höhere N-Aufnahme auf als die Reinsaat. Die schmalblättrige Lupine wurde im Mischfruchtanbau vom Saflor dominiert und ihre Erträge gemindert. Effekte auf den N-Gehalt oder die N-Effizienz der Pflanzen wurden hier nicht gemessen.

Schlussfolgerungen:

Folgende Arbeitshypothesen können für den Mischfruchtanbau mit Ölsaaten formuliert werden: Beim Mischfruchtanbau von zwei Nicht-Leguminosen mit RYT-Werten >1 übertrifft der N-Bedarf der Mischung den der Reinsaat (Weizen x Leindotter); dies trotz zum Teil verbesserter N-Effizienz der Biomassebildung im Gemenge. Beim Mischfruchtanbau von Leguminosen mit Ölfrüchten mit RYT-Werten >1 ist die N-Aufnahme gleich oder größer der der Ölfrüchte in Reinsaat (Erbsen x Leindotter).

Literatur:

- Høgh-Jensen H., Schjoerring J. K. (2000): Below-ground nitrogen transfer between different grassland species: Direct quantification by ¹⁵N leaf feeding compared with indirect dilution of soil ¹⁵N. *Plant and Soil* 227:171-183.
- Haugaard-Nielsen H., Jensen E. S. (2005): Facilitative Root Interactions in Intercrops. *Plant and Soil* 274:237 – 250.
- Lienemann K. (2002): Incidence of *Fusarium* species in winter wheat in the Rhineland and possibilities of control with special reference to wheat cultivar. Dissertation, Universität of Bonn.
- Paulsen H. M., Rahmann G. (2004): Wie sieht der energieautarke Hof mit optimierter Nährstoffbilanz im Jahr 2025 aus? *Landbauforsch Völknerode SH 274*, S. 57-73.
- Paulsen H. M., Schochow M., Behrendt A., Rahmann G. (2006): N-requirement of mixed-cropping systems with oil crops in organic farming. In: 14th World Fertilizer Congress: fertilizers and fertilization. 22-27 January 2006, Chiang Mai, Thailand, Conference proceedings.
- van Ruijven J., Berendse F. (2005): Diversity - productivity relationships: Initial effects, long-term patterns, and underlying mechanisms. *PNAS* 102(3): 695-700.
- Schmidtke K., Rauber R. (2000): Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau. In: Möllers C. (Hrsg.) *Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen*. Erich Schmidt Verl., Berlin, S. 48-69.
- de Wit C. T. and van den Berg J. P. (1965): Competition between herbage plants. *Neth. J. Agric. sci.* 13, S. 212-221.

Rapsanbau im ökologischen Landbau – Auswirkungen von Vorfrucht, Reihenabstand und Untersaat mit Weißklee auf den Ertrag

Oil seed rape cultivation in organic farming – Effect of preceding crop, row distance and undersown white clover on yield

H. Böhm¹

Keywords: crop farming, plant nutrition, oil seed rape

Schlagwörter: Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Raps

Abstract:

*The demand for organically cultivated oil seed rape in Germany is very high. But the risk of cultivation due to the high demand of N-supply, preceding crop, weed management and plant protection is very high as well. In a two-year experiment, the effects of (I) preceding crop (ryegrass-clover-mixture: (a) cut mowing vs. (b) mulching, (c) peas and (d) barley-pea-mixture), (II) row distance of oil seed rape (12.5 cm, 25 cm, 37.5 and 50 cm) and (III) underseed in autumn together with the oil seed rape (with and without white clover) were tested in a split-plot-design with four replicates at the experimental farm of the Institute of Organic Farming (FAL) in Trenthorst. The results showed a very different yield level with 0.85 t ha⁻¹ in 2004, and 1.68 t ha⁻¹ in 2005, which is a result of a high pressure due to blossom rape beetles (*Meligethes aeneus*) in 2004. The highest yield of oil seed rape was realized after the mulched ryegrass-clover-mixture with 1.29 t ha⁻¹ in 2004 and 2.48 t ha⁻¹ in 2005, but only in 2005 it was significantly different to the cut mowing system. In both years yield was significantly higher after ryegrass-clover compared to pea or barley-pea-mixture. In comparison of the different row distances, yield was significantly lower at the row distance of 12.5 cm. The undersown white clover decreased the yield with the exception of the 12.5 cm plots. This effect is caused by the weed control done with a mechanical hoe in the plots without the undersown clover combined with the wider row distances. So in these plots the heavy clay soil were aerated, which stimulated the N-mineralisation during the time of high N-demand by the oil seed rape in early springtime.*

Einleitung und Zielsetzung:

Die Nachfrage nach ökologisch produziertem Raps ist seit Jahren sehr hoch, entsprechend können hohe Marktpreise erzielt werden. Das Anbaurisiko bei Raps wird jedoch als hoch eingestuft, da Raps hohe Ansprüche an die Nährstoffversorgung, die Beikrautregulierung und den Pflanzenschutz stellt. Hinsichtlich der Nährstoffversorgung ist im ökologischen Landbau die Vorfrucht von entscheidender Bedeutung. Wird Raps in der Fruchtfolge, z. B. nach Klee gras, angebaut, steht er jedoch in Konkurrenz zu Weizen. Andererseits ist der Vorfruchtwert von Raps als günstig einzuschätzen. Dieser kann durch eine Untersaat mit Weißklee verbessert werden, so dass mit einem nach „Raps mit Untersaat Weißklee“ folgendem Weizen nicht nur ein gutes Ertragsniveau sondern gleichfalls ansprechende Qualitäten erzielt werden könnten. Dies konnte in Vorversuchen bereits festgestellt werden (PAULSEN & RAHMANN 2004).

¹Institut für ökologischen Landbau, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Trenthorst 32, 23847 Westerau, Deutschland, herwart.boehm@fal.de

Hieraus ergeben sich weitere Fragestellungen: Welcher Reihenabstand ist für die Etablierung der Untersaat vorteilhaft, bzw. ist eine mechanische Unkrautregulierung mit der Hacke bei weiteren Reihenabständen notwendig?

Die genannten Versuchsfaktoren Vorfrucht, Reihenabstand und Untersaat mit Weißklee wurden daher in einem Versuchansatz kombiniert, um einerseits den Rapsanbau zu optimieren und andererseits den Raps in Fruchtfolgen ökologisch wirtschaftender Betriebe so zu integrieren, dass die Konkurrenzsituation von Weizen und Raps entschärft wird.

Methoden:

In den Jahren 2002/03 und 2003/04 wurden Großparzellen (36 x 20m) in 4-facher Wiederholung mit den Vorfrüchten (VFR) Klee gras (2-Schnittnutzung, KG-S), Klee gras (2x Mulchen, KG-M), Körnererbsen (KE) und Körnererbsen/So-Gersten-Gemenge (KE-SG) etabliert. Nach der Ernte der Vorfrüchte wurde im Herbst 2003 bzw. 2004 zur Rapsaussaat einheitlich gepflügt, die mit den unterschiedlichen Reihenabständen (RA) 12,5 cm, 25,0 cm, 37,5 cm und 50,0 cm mit jeweils 70 Kö m² (Sorte Express) erfolgte. Jede dieser Reihenweiten wurde „ohne“ und „mit“ Weißklee-Untersaat (US, 5 kg ha⁻¹, Sorte Milkanova) angelegt. Die Aussaat der Untersaat erfolgte zeitgleich im Herbst mit der Rapsaussaat. Hieraus ergibt sich systembedingt eine unterschiedliche Strategie in der Beikrautregulierung. In den Varianten mit Getreideabstand 12,5 cm wurde keine mechanische Unkrautregulierung durchgeführt, in den Varianten mit weiteren Reihenabständen erfolgte eine Unkrautregulierung mit der Hacke nur in den Varianten ohne Untersaat. Die Feldversuche wurden auf dem Versuchsbetrieb des Instituts für ökologischen Landbau der FAL in Trenthorst angelegt. Der Standort ist als sandig-schluffiger Lehm mit ca. 55 Bodenpunkten gekennzeichnet. Die Nährstoffversorgung des Bodens für P, K und Mg entsprach den Gehaltsklassen C und D, der pH-Wert lag im Bereich von 6,2-6,5.

Die Parzellengröße der Kleinparzellen betrug 45-60 m², die Ernte erfolgte in Abhängigkeit der Reihenweite und Jahr auf einer Fläche von 26-40 m² im Kerndruschverfahren mit Seitenmessern. Alle Ertragsangaben beziehen sich auf 91% TS-Gehalt.

Tab. 1: Ergebnis der Varianzanalyse: Einfluss von Jahr, Vorfrucht, Reihenabstand und Untersaat auf den Ertrag von Raps.

	FG	F-Statistik	Pr > F
Jahr (JA)	1	745,40	< 0,0001
Vorfrucht (VFR)	3	27,07	< 0,0001
Reihenabstand (RA)	3	28,13	< 0,0001
Untersaat (US)	1	47,41	< 0,0001
Block	3	2,94	0,0897
VFR * JA	3	18,93	< 0,0001
VFR * RA	9	0,72	0,6922
VFR * US	3	0,73	0,5348
RA * JA	3	7,10	0,0002
RA * US	3	11,54	< 0,0001
US * JA	1	0,14	0,7134
VFR * RA * JA	9	1,23	0,2782
VFR * US * JA	3	0,58	0,6291
VFR * RA * US	9	0,67	0,7337
RA * US * JA	9	0,97	0,4064

Ergebnisse und Diskussion:

Die statistische Verrechnung zeigte signifikante Effekte der Hauptfaktoren Jahr, Vorfrucht, Reihenabstand und Untersaat. Allerdings lagen Wechselwirkungen bei VFR * JA, RA * JA und US * JA vor (Tab. 1), so dass im Folgendem vor allem auf die Wechselwirkungen eingegangen wird.

Das Ertragsniveau des Raps fiel in beiden Jahren mit $8,5 \text{ dt ha}^{-1}$ (2004) bzw. $16,8 \text{ dt ha}^{-1}$ (2005) sehr unterschiedlich aus, was vor allem auf den stärkeren Befall mit Rapsglanzkäfern im Jahr 2004 zurückzuführen war. Dies verdeutlicht, dass für einen erfolgreichen Rapsanbau im ökologischen Landbau vor allem erfolgreiche Strategien für die Schädlingsregulierung notwendig sind (KÜHNE et al. 2006).

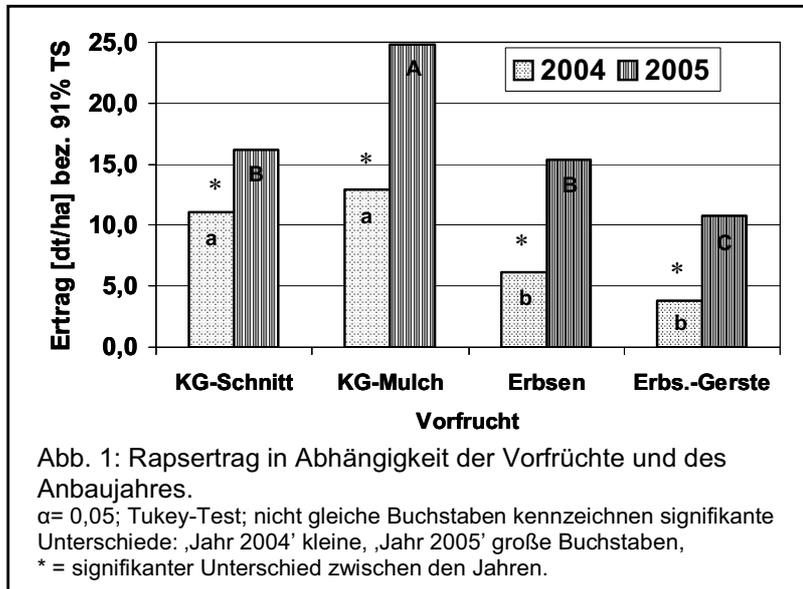
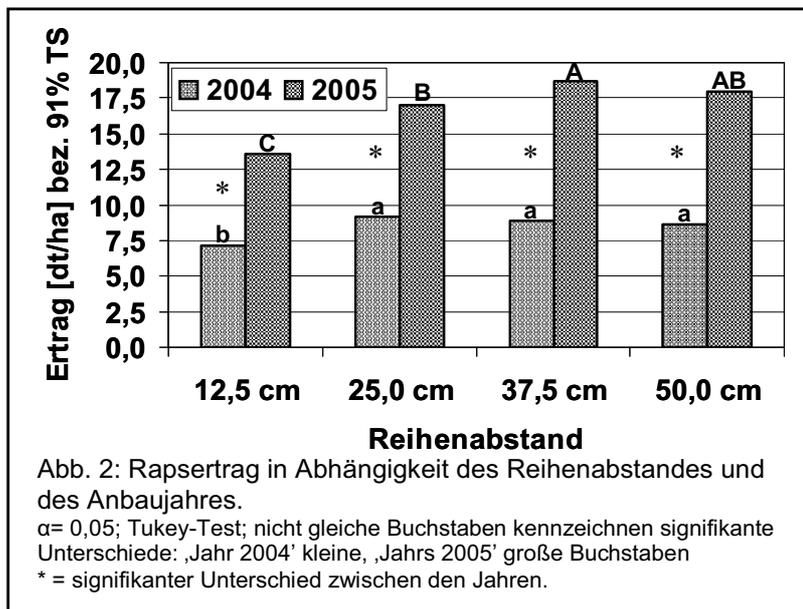


Abb. 1 zeigt den deutlichen Einfluss der geprüften Vorfrüchte auf den Rapsertag. In beiden Jahren war der Ertrag nach Vorfrucht Kleegras-Mulch am höchsten ($12,9$ bzw. $24,8 \text{ dt ha}^{-1}$), gegenüber der Kleegras-Schnitt-Variante war dieser jedoch nur für das Jahr 2005 statistisch gesichert. In beiden Jahren lag der Ertrag in den Kleegrasvarianten signifikant höher als nach Erbsen

bzw. Erbsen-Gerste-Gemenge. Nach Erbsen-Gerste-Gemenge wurde der niedrigste Rapsertag erhoben, was sich jedoch nur für 2005 statistisch absichern ließ. Die Ergebnisse bestätigen,



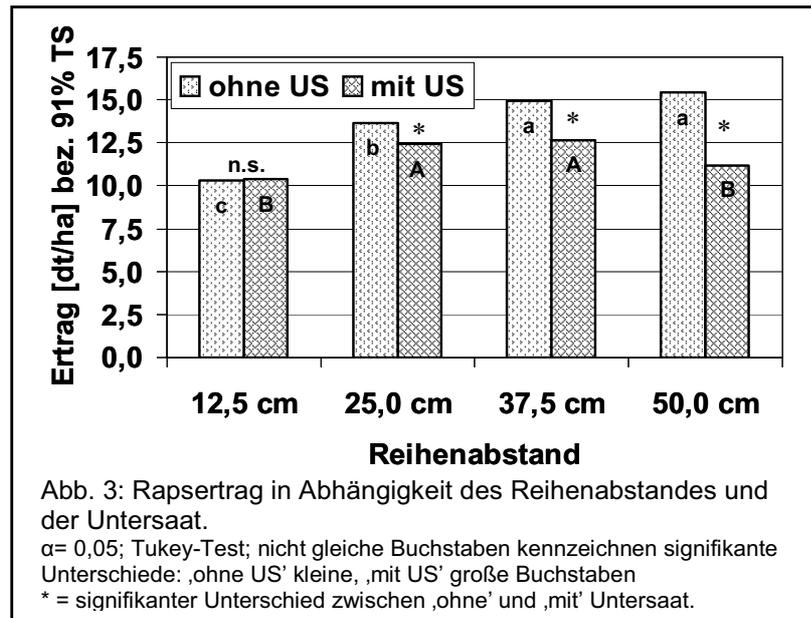
dass Raps einen hohen Nährstoffanspruch hat, der im ökologischen Landbau durch eine gute Vorfrucht, z.B. Kleegras sichergestellt werden kann.

Auch die Reihenweite wies einen Einfluss auf den Rapsertag auf (Abb. 2). Der niedrigste Ertrag wurde bei Aussaat im Getreideabstand ($12,5 \text{ cm}$) festgestellt. Während im Jahr 2004 kein signifikanter Unterschied

zwischen den Reihenweiten 25 , $37,5$ und 50 cm vorlag, war der Ertrag im Jahr 2005 bei der Reihenweite $37,5 \text{ cm}$ signifikant höher als in der Variante mit $25,0 \text{ cm}$ Reihenabstand.

Eine Wechselwirkung bestand zudem zwischen dem Reihenabstand und dem Faktor Untersaat (Abb. 3). Während bei der Saat mit Getreideabstand ($12,5 \text{ cm}$) kein signifikanter Einfluss zwischen ‚mit‘ und ‚ohne‘ Untersaat vorlag, war dieser bei den übrigen Reihenabständen signifikant, d.h. die Etablierung der Weißklee-Untersaat führte zu niedrigeren Erträgen. Da die Untersaat im Herbst zeitgleich mit der Rapsaussaat

erfolgte, konnte in den Varianten mit Untersaat keine maschinelle Unkrautregulierung durchgeführt werden, so dass der Effekt nicht nur auf die Untersaat, sondern ebenfalls auf die nicht durchgeführte Unkrautregulierung zurückgeführt werden kann. Dies steht auch in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Variante 12,5 cm, in der in beiden Varianten ‚ohne‘ und ‚mit‘ Untersaat keine Unkrautregulierung erfolgte und der Ertrag in beiden Fällen auf gleichem Niveau lag.



Während BECKER & LEITHOLD (2005) bei einem Reihenabstand von 50 cm keinen negativen Effekt der Untersaat auf den Rapsertrag feststellten, wurden in den vorliegenden Versuchen ein um durchschnittlich $2,6 \text{ dt ha}^{-1}$ signifikant niedriger Rapsertrag in den Varianten mit Weißklee-Untersaat im Vergleich zu ‚ohne Untersaat‘ bei den weiteren Reihenabständen nachgewiesen.

Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse zeigen, dass aus pflanzenbaulicher Sicht hohe Rapserträge nur nach guter Vorfrucht zu erzielen sind. Hier sollte bevorzugt Klee gras genutzt werden, wobei die Erträge nach gemulchten Klee gras höher ausfielen. Nach Vorfrucht Körnererbsen konnten im Jahr 2004 vergleichbare Erträge wie nach Klee gras (schnittgenutzt) realisiert werden, in 2005 waren diese jedoch signifikant niedriger. Körnererbsen als Vorfrucht haben zudem den Nachteil, dass die Zeit zwischen Ernte der Erbsen (Mitte August) und Aussattermin des Rapses (bis zum 20. August) sehr eng bemessen ist. Weitere Reihenabstände ermöglichen neben der mechanischen Unkrautregulierung mit der Maschinenhacke insbesondere auf schweren Böden, wie am Versuchsstandort Trenthorst, eine bessere Durchlüftung und damit einhergehend eine zusätzliche N-Mineralisierung vor allem zu Beginn der Vegetationszeit im zeitigen Frühjahr, wenn der N-Bedarf des Raps besonders hoch ist.

Literatur:

Becker K., Leithold G. (2005): Ausweitung des Anbaukonzeptes Weite Reihe bei Winterweizen auf Roggen, Hafer, Raps und Körnerleguminosen. Eine pflanzenbauliche und betriebswirtschaftliche Untersuchung unter Berücksichtigung von Vorfruchtwirkungen. In: Heß J., Rahmann G. (Hrsg.) Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 2005, S. 233-234.

Kühne S., Böhm H., Reelfs T., Weiher N., Ulber B. (2006): Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Insektiziden im ökologischen Ackerbau. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 400: 334-335.

Paulsen H.-M., Rahmann G. (2004): Wie sieht der energieautarke Hof mit optimierter Nährstoffbilanz im Jahr 2025 aus? Landbauforsch Völknerode SH 274: 57-73.

**Untersuchungen über Auswirkungen unterschiedlicher Abdeckungen
(Vlies/Folie) auf Wachstum und Ertrag von Frühkartoffeln im ökologischen
Landbau**

**Effects of different coverages (fleece, mulching film) at plant growth and yield of
early potatoes in organic farming**

B. Hüsing¹, D. Trautz¹, U. Schliephake¹ und R. Heuer¹

Keywords: crop farming, business management, early potatoes

Schlagwörter: Pflanzenbau, Betriebswirtschaft, Frühkartoffeln

Abstract:

Different coverings (fleece, punched mulching film, thermal foil (Wepelen® Climatec) for early potatoes in ecological cultivation where compared in order to show their advantages and/or disadvantages concerning to crop and profit. As a result a increase of crop and profit could be appointed by all coverings (except fleece 2006). A financial success depends on the annual climate conditions and potato price.

Einleitung und Zielsetzung:

Produzenten von Frühkartoffeln sind stetig bemüht ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt durch möglichst frühzeitige Erntetermine, Qualitätsverbesserung und Ertragssteigerungen sowie -stabilisierung zu verbessern. Eine Möglichkeit, diese Ziele zu erreichen ist der Anbau von Speisefrühhkartoffeln unter Vlies und Folie. Beim Einsatz von Lochfolien im Frühkartoffelanbau hat sich in den für die Ernteverfrühung geeigneten Gebieten die Lochung der Folie auf 500 Löcher/m² (Durchmesser 1 cm) bewährt. Dies wurde für die neu entwickelte Thermofolie Wepelen® Climatec² übernommen. In einem dreijährigen Anbauversuch wird der Einfluss unterschiedlicher Abdeckungsmaterialien auf den Ertrag zweier Frühkartoffelsorten getestet. Untersucht wird neben dem Ertrag auch die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der unterschiedlichen Abdeckungen. Vorgestellt werden Ergebnisse der Jahre 2005 und 2006.

Methoden:

Als Abdeckungsmaterialien werden Vlies² (17g/m²), Lochfolie² (500 Loch und 50g/m²) und Thermofolie² (Wepelen® Climatec, 500 Loch und 50g/m²) eingesetzt. Für das Erfassen möglicher Temperaturunterschiede fand in beiden Versuchsjahren eine stationäre Temperaturmessung (Thermofox Mini Datenlogger) über die gesamte Vegetationsperiode im Kartoffeldamm in Knollenablagertiefe statt. Die Aufzeichnung erfolgte stündlich. Des Weiteren sind regelmäßig die phänologische Entwicklung der Kartoffeln, der Beikrautbesatz sowie der Feuchteverlauf unter Vlies und Folie bonitiert worden. Beikrautregulierung und Pflegemaßnahmen erfolgten betriebsüblich (Striegeln/Hacken/Häufeln). Im Versuchsdesign 2006 wurde auf zwei Folien-/Vliesvarianten zugunsten einer zweiten Sorte verzichtet.

¹Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Stiftung Fachhochschule Osnabrück, Oldenburger Landstrasse 24, 49090 Osnabrück, Deutschland, b.huesing@fh-osnabrueck.de

²Mit freundlicher Unterstützung der RKW (Werra plastic), Phillipstal sowie der Rudolf Schachtrupp KG, Hamburg, Deutschland

Die statistische Auswertung erfolgte mittels ANOVA 2.3 LT. Zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit wurde der Erlös der Varianten ermittelt, der dann um die Materialkosten, Maschinenkosten, Arbeitskosten sowie Entsorgungskosten bereinigt wurde.

Ergebnisse und Diskussion:

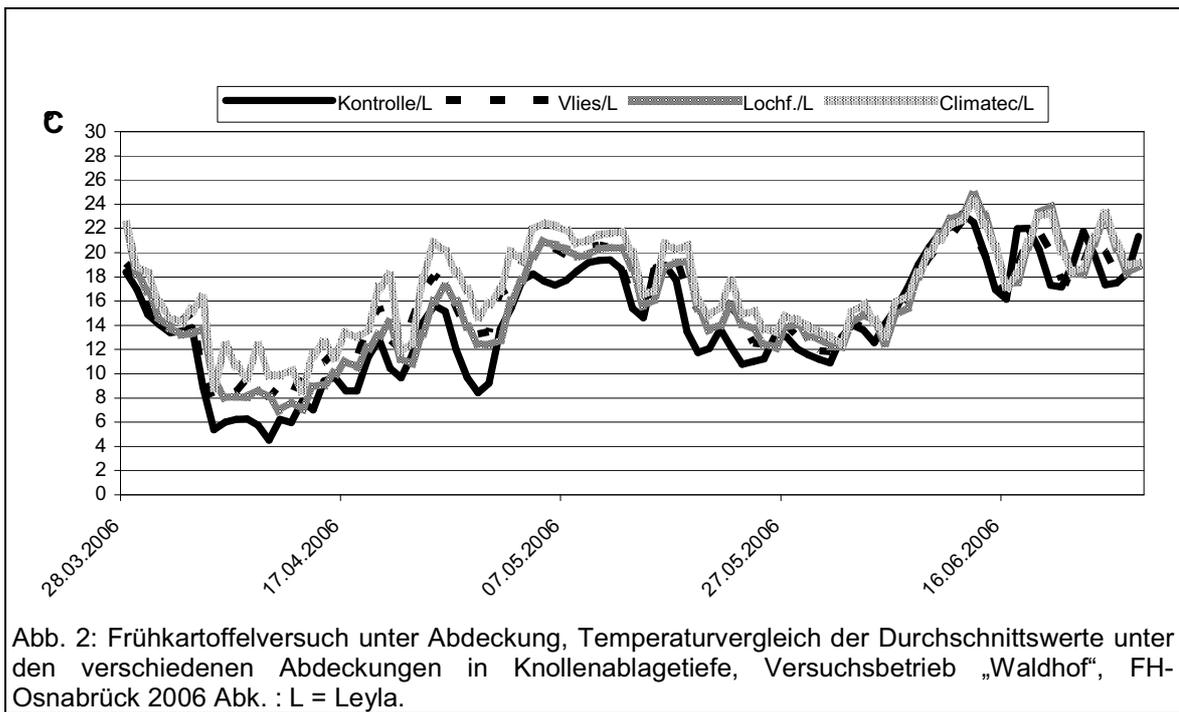
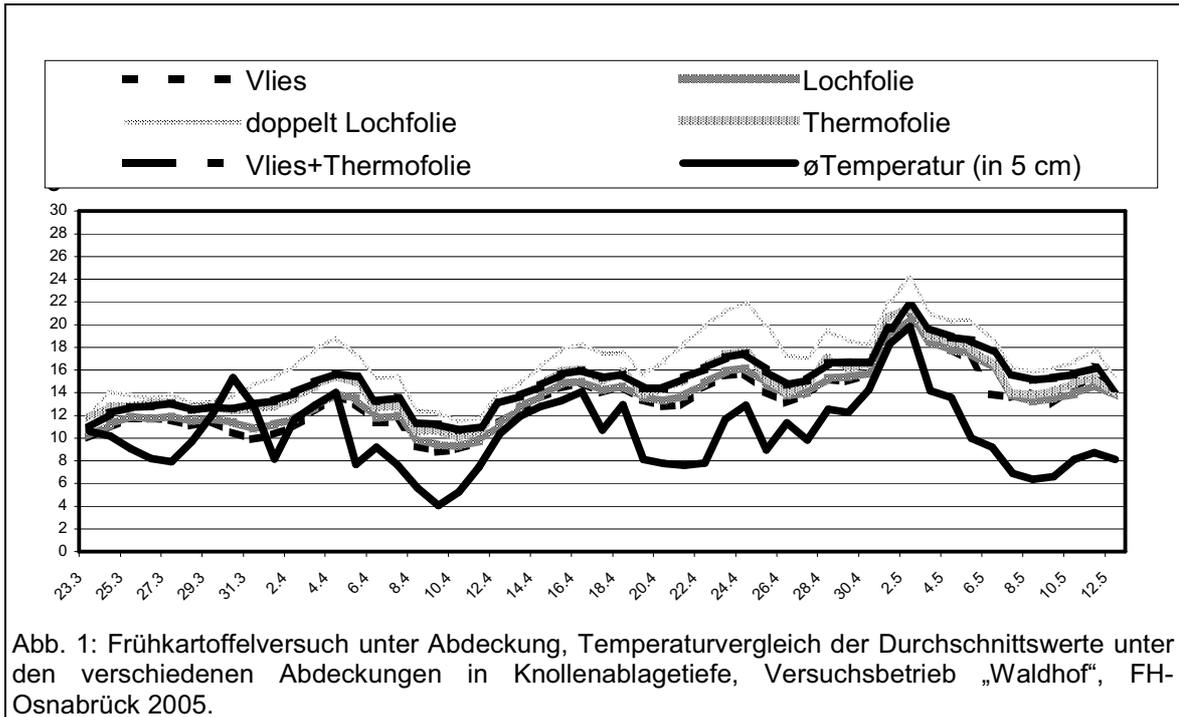
Im Folgenden werden die Ergebnisse der Sorte Leyla dargestellt mit in beiden Jahren verwendeten Abdeckvarianten. In den Versuchsjahren waren Klimaunterschiede festzustellen. Dabei stellt 2006 ein Jahr mit Extremen dar, das durch ein sehr kaltes Frühjahr (März) und einen trocken, heissen sowie sonnenscheinreichen Frühsommer (Juni/Juli) gekennzeichnet war.

Versuchsjahr 2005: In Abb. 1 sind die gemessenen Temperaturen unter Vlies bzw. Folie dargestellt. Dabei zeigt die Thermofolie einen geringen Temperaturvorteil gegenüber Lochfolie und Vlies. Die Abdeckung mit Folie erwies sich insoweit als problematisch, dass durch die teilweise starke Tauwasserbildung ein höherer Krankheits- und Beikrautdruck zu verzeichnen war. Sowohl Lochfolie als auch Climatec unterscheiden sich im Rohertrag und Marktware gut signifikant von der Kontrolle (GD 5 % = 47 dt/ha). Die Abdeckung mit Vlies erbrachte keinen signifikanten Ertragsvorteil (Tab. 1). Ein geringerer Anteil an Untergrößen unter den Abdeckvarianten im Vergleich zur Kontrolle konnte nicht nachgewiesen werden.

Verbunden mit den höheren Temperaturen und Sonnenscheinstunden kam es unter Lochfolie und Climatec auf vereinzelt Pflanzen zu Verbrennungserscheinungen. Unterschiede im Beikrautbesatz und Krankheitsdruck waren nicht feststellbar. Weder Roh- noch Marktwareertrag unterschieden sich signifikant (Tab. 1). Im Gegensatz zu 2005 war der Anteil an Untergrößen bei Lochfolie und Climatec signifikant geringer (GD 5 % = 12,02 dt/ha), bei Vlies mit 9,5 dt/ha tendenziell. Auffällig war der signifikant höhere Anteil aussortierten Knollen unter Climatec im Vergleich zur Kontrolle (GD 5 % = 17,97 dt/ha) und tendenziell bei Lochfolie und Vlies. Dies ist auf einen erhöhten Befall mit Schorf zurückzuführen.

Tab. 1: Ertragsdaten des Frühkartoffelversuches unter Abdeckung der Sorte Leyla 2005/2006, Versuchsbetrieb „Waldhof“, FH-Osnabrück 2005/2006.								
Variante	dt/ha Rohware		dt/ha Marktware		% Marktware		% Stärke	
	Leyla 2005	Leyla 2006	Leyla 2005	Leyla 2006	Leyla 2005	Leyla 2006	Leyla 2005	Leyla 2006
K	58,5 a	351,2	49,9 a	294,9	85,2	84,0	10,7	15,5
V	95,0	357,8	81,3	296,1	85,6	82,8	-	15,7
L	124,5 b	375,4	111,3 b	314,9	89,4	83,9	-	15,8
T (C)	118,3 c	401,5	105,2 c	332,4	88,9	82,8	11,6	15,6

Abk.: K = Kontrolle, V = Vlies, L = Lochfolie, T (C) = Climatec.



Aus der Tab. 2 lassen sich die Deckungsbeiträge der unterschiedlichen Varianten in 2005 und 2006 entnehmen. 2005 konnte der Deckungsbeitrag bei Verwendung aller genannten Abdeckvarianten gegenüber der Kontrolle gesteigert werden. Im Jahr 2006 hatte die Verwendung von Vlies gegenüber der Kontrolle eine Minderung des Deckungsbeitrages zur Folge. Lochfolie und Climatec zeigen wie im Jahr 2006 eine Erhöhung des Deckungsbeitrages gegenüber der Kontrolle.

Tab. 2: Deckungsbeiträge Frühkartoffeln unter Abdeckung der Sorte Leyla Versuchsbetrieb „Waldhof“, FH-Osnabrück 2005/2006.								
Variante	Erlös/Variante € ha/Jahr		Arbeits- + Maschinen- kosten €/ha		Kosten gesamt €/ha		DB €/ha	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Kontrolle	5585	33028	0	0	0	0	5585	33028
Vlies	12469	33163	107	107	731	731	8377 (+2792)	32432 (-596)
Lochfolie	9109	35268	107	107	716	716	11753 (+6168)	34552 (+1524)
Thermofolie	11782	37228	107	107	828	828	10954 (+5369)	36400 (+3372)

Schlussfolgerung:

Im Versuchsjahr 2005 traten im Gegensatz zu 2006 unter Lochfolie und Thermofolie (Climatec) signifikante Ertragsunterschiede gegenüber der Kontrolle auf. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind im Versuchsjahr 2005 alle aufgeführten Varianten zur Ernteverfrühung bei Kartoffeln geeignet. Im Jahr 2006 war die Verwendung der Vliesabdeckung nicht rentabel. Ob der Einsatz von Folien/Vlies zur Steigerung des Deckungsbeitrages führen kann, ist stark abhängig vom Jahresklima und von den zum Erntezeitpunkt vorherrschenden Kartoffelpreisen.

Literatur:

Heuer R. (2005): Diplomarbeit, Untersuchungen über Auswirkungen von Vlies und verschiedenen Folientypen auf Wachstum und Ertrag von Frühkartoffeln im ökologischen Landbau, 2005.

Untersaaten in Kartoffeln zur Reduzierung der Spätverunkrautung

Underseeds in potatoes to reduce late weed infestation

C. Stumm¹ und U. Köpke¹

Keywords: production systems, crop farming, weed control, education-consulting-knowledge transfer

Schlagwörter: Betriebssysteme, Pflanzenbau, Beikrautregulierung, Bildung-Beratung-Wissensstransfer

Abstract:

*On six "Organic Pilot Farms in North Rhine-Westfalia" and on the Experimental Farm Wiesengut in Hennef, oil radish, white mustard, buckwheat and oats were underseeded in potato stands in order to control weed infestation after senescence of potato shoots. Different sowing dates were tested. In all field trials underseeds suppressed weed growth significantly. Weed dry matter as well as the density and length of *Chenopodium album* were reduced mainly by oil radish and early sowing combined with the last mechanical treatment (ridging). Buckwheat able to suppress weed growth efficiently is suggested to be used in vegetable production.*

Einleitung und Zielsetzung:

Gelingt es im ökologischen Kartoffelanbau die Unkräuter durch mechanische Maßnahmen bis zum Bestandesschluss zu kontrollieren, bleibt dennoch das Problem der einsetzenden Spätverunkrautung insbesondere nach frühzeitigem Absterben des Krautes als Folge von *Phytophthora infestans* und/oder mangelnder Stickstoffnachlieferung. Zu den dominierenden Unkrautarten gehört dabei aufgrund seiner starken Konkurrenzkraft und hohen Reproduktionsrate mit bis zu 80.000 Samen je Pflanze (PERRON & LEGERE 2000) der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*).

Die Eignung verschiedener Untersaaten im Kartoffelbau wurde von HAAS (1999) und KAINZ et al. (1997) primär als Erosionsschutz und zur Minderung hoher Restnitratmengen nach der Ernte geprüft. Diese erfolgreichen Ansätze wurden von großen Teilen der Praxis mit Skepsis verfolgt bis zwei Betriebe in Westfalen diesen Ansatz aufgriffen und von reduzierter Spätverunkrautung sowie günstigen Erntebedingungen berichteten. Die positiven Erfahrungen der beiden Betriebsleiter wurden mit wachsendem Interesse von Berufskollegen beobachtet und eine Prüfung verschiedener Untersaaten (u.a. Ölrettich, Senf, Buchweizen, Hafer) zu unterschiedlichen Saatterminen im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“ angeregt.

Methoden:

Auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut (Lage: Niederrheinische Bucht, 50°48' N., 7°17' O., 65 m ü. NN, Durchschnittstemperatur: 10,2 °C, Jahresniederschlag: 850 mm, Bodenart: lehmig-schluffige bis sandig-schluffige Auensedimente, Ackerzahl: 20-70) wurde im Versuchsjahr 2005 ein zweifaktorieller Feldversuch (Blockanlage mit vier Wiederholungen) mit verschiedenen Untersaaten in Kartoffeln angelegt. Untersucht wurden der Einfluss verschiedener Untersaaten (Ölrettich, *Raphanus sativus* (Aussaatmenge: 25 kg/ha), Senf, *Sinapis alba* (20 kg/ha), Buchweizen, *Fagopyrum esculentum* (50 kg/ha), Hafer, *Avena sativa* L. (150 kg/ha)) und des Aussaatzeitpunktes (vor und nach dem letzten Häufeln sowie Beginn des Krautfäulebefalls) auf die Spätverunkrautung (Unkrauttrockenmasse, Dichte und Gesamtplanzenlänge von *C. album*), sowie

¹Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Deutschland, iol@uni-bonn.de

auf Ertrags- und Qualitätsparameter der Knollen. Der Einfluss der Untersaaten auf die Spätverunkrautung wurde ergänzend auf fünf weiteren ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Nordrhein-Westfalen geprüft. Dargestellt werden hier beispielhaft die Ergebnisse auf dem Leitbetrieb „Viersen“ (Lage: Niederrheinische Bucht, 51°18' N., 6°22' O., 45 m ü. NN.; Durchschnittstemperatur: 9,3 °C, Jahresniederschlag: 700 mm, Bodenart: sandiger Lehm, Ackerzahl: 60-80). Die Aussaat der Untersaaten erfolgte auf allen Praxisbetrieben zu jeweils einem, dem Standort und der Bewirtschaftung angepassten Zeitpunkt.

Ergebnisse und Diskussion:

Eine signifikante Reduzierung der Unkrautrockenmasse durch Untersaaten wurde 2005 in allen Versuchen auf Praxisbetrieben festgestellt (STUMM 2005). Ölrettich und Senf reduzierten die Verunkrautung dabei um bis zu 80 % signifikant am stärksten (Abb. 1, links) und bestätigten damit die Beobachtungen von GERL & KAINZ (1999) in Bayern sowie von LEISEN & PEINE (2003) auf Praxisbetrieben in Nordrhein-Westfalen. Für Gemüsebaubetriebe, die bei hohen Kreuziferenanteilen in der Fruchtfolge Ölrettich und Senf als Untersaaten nicht einsetzen können, wurden u.a. Buchweizen und Hafer getestet. Auch diese Untersaaten reduzierten die Spätverunkrautung im Vergleich zur Kontrolle ohne Untersaat signifikant. Diese Reduzierung war jedoch signifikant geringer als die Wirksamkeit von Ölrettich und Senf.

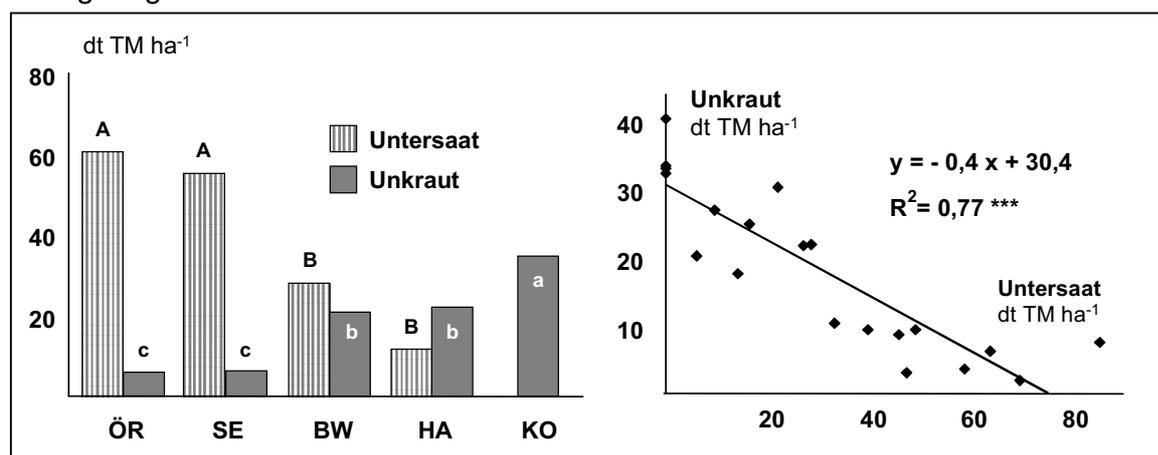


Abb. 1: Links: Sprosstrockenmasse von Unkraut und Untersaaten am 06. September 2005 auf dem Leitbetrieb „Viersen“. Die Einsaat erfolgte zum Bestandesschluss der Kartoffeln am 28. Juni 2005). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test). Rechts: Unkrautrockenmasse abhängig vom Trockenmassenaufwuchs der Untersaaten (n = 20). Bestimmtheitsmaß (R^2) *** = höchst signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,001$.

Die Entwicklung einer hohen Sprossmasse der Untersaaten war mit der Unkrautmasse höchst signifikant negativ korreliert (Abb. 1, rechts). Auch in der Literatur (DOLL 1997, BALYAN et al. 1991) wurde die Trockenmasse bereits mehrfach als geeigneter Parameter zur Beschreibung der Konkurrenzfähigkeit von Kulturpflanzenbeständen gegenüber Beikräutern angesehen. Arten, die eine hohe Trockenmasse in der vergleichsweise kurzen Zeit zwischen letztem Häufelgang und Ernte der Kartoffeln entwickeln, eignen sich in besonderer Weise als Untersaaten zur Reduzierung der Spätverunkrautung.

Untersaaten zum Zeitpunkt „Vor (V) und nach (N) dem letzten Häufeln“ reduzierten die Spätverunkrautung im Vergleich zum späteren Aussaattermin „Beginn des Krautfäulebefall (K)“ signifikant. Die Unkrautrockenmasse war in den Varianten Ölrettich und Senf im Vergleich zur Untersaat Hafer signifikant niedriger (Abb. 2, Hinweis: Kontrolle

(KO) dargestellt, jedoch nicht in die zweifaktorielle, statistische Auswertung einbezogen). HAAS (2000) stellte bei früh, d.h. zum letzten Häufelgang gesäten Untersaaten eine bis zu 85% verringerte Stickstoffaufnahme durch die Unkrautflora fest.

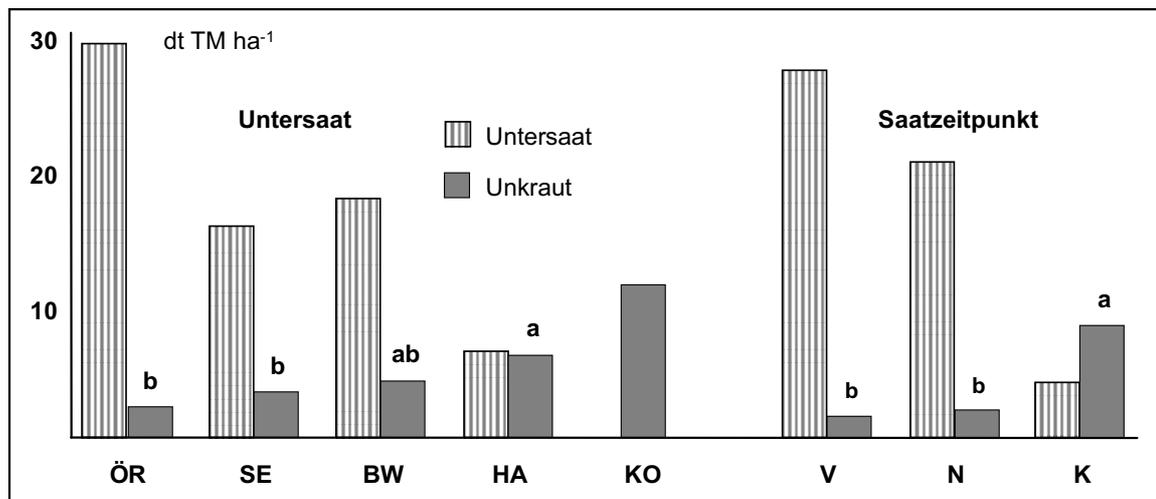


Abb. 2: Einfluss von Saatzeitpunkt und Untersaat auf die Sprossmasseentwicklung von Untersaaten und Unkraut in Kartoffeln am 14. September 2005, Standort Wiesengut. Die Einsaaten erfolgten zum letzten Häufeln am 23. Juni bzw. zu Beginn der Krautfäule am 2. August. Aufgrund signifikanter Wechselwirkungen konnten Signifikanzen für die Untersaattrockenmasse nicht dargestellt werden. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Varianten mit signifikant verschiedener Trockenmasse, $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test).

Auch die Dichte und Gesamtpflanzenlänge von *C. album* wurden durch Untersaaten zum Zeitpunkt „Vor und nach dem letzten Häufeln“ im Vergleich zum späteren Aussaattermin „Beginn des Krautfäulebefalls“ signifikant reduziert (Tab. 2). Die Reduzierung von Dichte und Gesamtpflanzenlänge des Weißen Gänsefußes war dabei durch Ölrettich signifikant am höchsten.

Tab. 2: Einfluss von Untersaat und Aussaatzeitpunkt auf das Wachstum des Weißen Gänsefußes (*C. album*) am Standort Wiesengut, 19. September 2005. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied, Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test).

	Variante	Pflanzen/m ²	Gesamtpflanzenlänge/m ²
Saatzeitpunkt	Vor letztem Häufeln	0,49 b	24,5 b
	Nach letztem Häufeln	0,53 b	22,8 b
	Beginn Krautfäule	0,95 a	43,0 a
Untersaat	Ölrettich	0,46 b	21,5 b
	Senf	0,62 ab	27,1 ab
	Buchweizen	0,74 a	33,8 ab
	Hafer	0,81 a	38,0 a

Ein Einfluss der Untersaaten auf den verkaufsfähigen Ertrag sowie den Befall mit Krankheiten und Schädlingen wurde nicht festgestellt (STUMM 2005).

Schlussfolgerungen und Ausblick:

Untersaaten reduzierten die Spätverunkrautung auf allen Versuchsstandorten signifikant, wobei eine frühe Aussaat zum letzten Häufelgang die Sprossmasseentwicklung der Untersaaten steigerte und damit die Unkraut-trockenmasse signifikant verringerte. Ölrettich entwickelte dabei die signifikant höchste Konkurrenzkraft. Buchweizen konnte die Unkrautentwicklung ebenfalls signifikant im Vergleich zur Kontrolle ohne Untersaat reduzieren und bestätigte den erfolgversprechenden Ansatz diese Anbaustrategie auch für Gemüsebaubetriebe mit hohem Kruziferenanteil umzusetzen. Das erfolgreiche Konzept hat das Interesse der landwirtschaftlichen Praxis gesteigert: Im Versuchsjahr 2006 wurden deshalb auf insgesamt 8 Standorten in NRW Versuche mit den Untersaaten Ölrettich, Senf, Buchweizen, Phacelia und Sonnenblume zu verschiedenen Aussaatzeitpunkten angelegt.

Danksagung:

Den Leitbetriebsleitern und den Kollegen der Landwirtschaftskammer NRW die mit viel Interesse und großem Einsatz immer wieder wichtige Impulse für das gemeinsame Projekt geben sowie dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen und der Europäischen Union die das Projekt seit vielen Jahren unterstützen und finanzieren gilt unser herzlichster Dank.

Literatur:

Balyan R. S., Malik R. K., Panwar R. S., Singh S. (1991): Competitive ability of winter wheat cultivars with wild oat, *Avena ludoviciana*. *Weed Science* 39, p. 154-158.

Doll H. (1997): The ability of barley to compete with weeds. *Biological Agriculture & Horticulture*, 14: 43-51.

Gerl G. & Kainz M. (1999): Erosionsschutz im Kartoffelbau. *Kartoffelbau* 50:270-272.

Haas G. (1999): Untersaaten in Kartoffeln zur Minderung von Nitratausträgen: Arteneignung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaft*. 12:121-122.

Haas G. (2000): Underseeds in potatoes to minimize environmental burdens. In: Alföldi T., Lockert W., Niggli U. (eds): *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*, 28 to 31 August 2000, Basel, Switzerland, 391 S.

Kainz M., Gerl G., Auerswald K. (1997): Verminderung der Boden- und Gewässerbelastung im Kartoffelanbau des Ökologischen Landbaus. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 85, S. 1307-1310.

Leisen E., Peine A. (2003): Ölrettich-Untersaaten zur Regulierung des Unkrautdruckes in Kartoffel-Fruchtfolgen. In: *Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen, Versuchsbericht 2003* (Eigenverlag), 61 S.

http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte_versuche/leitbetriebe_2003/20_Untersaat_Ölrettich_Unkrautregulierung_KA_03.pdf (Abruf 31.08.2006).

Perron F., Legere A. (2000): Effects of crop management practices on *Echinochloa crus-galli* and *Chenopodium album* seed production in a maize/soybean rotation. *Weed research* 40:535-547.

Stumm C. (2005): Untersaaten zur Reduzierung der Spätverunkrautung in Kartoffeln insbesondere Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*), In: *Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen, Versuchsbericht 2005* (Eigenverlag), S. 81-88.

http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/projekte_versuche/leitbetriebe_2005/16_Kartoffel_Untersaaten_KA_05.pdf (Abruf 31.08.2006).

Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörnerleguminosen sowie der Standortzuteilung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen

Effects of intercropping with winter grain legumes and spatial arrangement on grain yield and backing quality of winter wheat

C. Hof-Kautz¹, C. Hochmuth², K. Schmidtke² und R. Rauber¹

Keywords: intercrop, crop farming, food quality, biodiversity

Schlagwörter: Gemengeanbau, Pflanzenbau, Lebensmittelqualität, Biodiversität

Abstract:

*In stockless organic farms it is difficult to produce winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with high baking quality. The aim of this study was to evaluate the effects of intercropping of winter wheat with either winter field bean (*Vicia faba* L.) or winter pea (*Pisum sativum* L.) and the spatial arrangement (mixed intercropping, row intercropping or row strip intercropping) on yield formation and grain quality of winter wheat. Field experiments were executed in two years (2003/04 and 2004/05) on two different sites (Reinshof REI, clay loam and Stöckendrebber STÖ, loamy sand).*

Grain yield of wheat in mixture was significantly lower than in monocrop. In mixture with field bean, on the average in 2005, only 0.84 t DM ha⁻¹ grain yield of wheat was attained. However, the grain quality of wheat from the mixtures was always significantly higher than that of the monocrops. The highest protein content of 14.1 and 15.3% and backing quality of 310 and 297 ml bread volume per 100 g whole meal were achieved in mixture with field bean 2004 and 2005, respectively. If row width was increased from 15 to 75 cm normally grain quality of wheat was enhanced in monocrop as well as in intercrop. Wheat in mixture with field bean showed a significant higher quality than in mixture with pea except for STÖ 2004. A gradient in the spatial and temporal use of mineral soil nitrogen (N_{min}) by the wheat was found. N_{min} was available in particular from deeper soil layers during the grain filling phase in row strip intercrop trials, resulting in a higher grain protein content of the wheat.

Einleitung und Zielsetzung:

In viehlos wirtschaftenden Betrieben des ökologischen Landbaus ist es derzeit immer noch schwierig Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) mit sehr guter Backqualität zu erzeugen. Um dem Anspruch an die Qualität des Korngutes bei Winterweizen im ökologischen Landbau (z.B. > 11% Rohproteingehalt, > 25% Feuchtklebergehalt) gerecht zu werden, muss in der Kornfüllungsphase ausreichend Stickstoff zur Verfügung gestellt werden. Ergebnisse aus Feldversuchen lassen erkennen, dass in Gemengen aus Körnerleguminosen und Getreide ein deutlich höherer Kornproteingehalt des Getreides aus den Gemengen gegenüber der Reinsaat zu finden ist (SCHMIDTKE et al. 2004). Ziel war es daher zu prüfen, ob der Gemengeanbau eine wirkungsvolle Strategie zur Erzeugung hochqualitativen Backweizens ist und inwiefern die Konkurrenz mit einer Körnerleguminose zu einer zeitlichen Verzögerung der Stickstoffaufnahme des Weizens in die Kornfüllungsphase führt.

¹Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen, Deutschland, chof@gwdg.de

²Fachbereich Landbau/Landespflege, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, Deutschland, schmidtke@pillnitz.htw-dresden.de

Methoden:

In zweijährigen Feldversuchen (2004/2005) an zwei Standorten in Niedersachsen (Reinshof REI, tiefgründiger Auenlehm und Stöckendrebber STÖ, schluffiger Sand) wurde der Einfluss der Standraumzuteilung im Gemenge (mixed intercropping, row intercropping und row strip intercropping) sowie der Körnerleguminosenart (*Vicia faba* L., Sorte Hiverna und *Pisum sativum* L., Sorte Cheyenne) auf den Kornertrag und die Kornqualität des Winterweizens (Sorte Bussard) untersucht. Die Feldversuche (4 Wdh., vollständig randomisierte Blockanlage) beinhalteten Reinsaaten des Weizens mit 100% (300 Körner/m²) und 20% (60 K/m²) Saatstärke und Reinsaaten der Körnerleguminosen mit 100% Saatstärke (Ackerbohne 30 K/m², Erbse 80 K/m²) sowie die substitutiven Gemenge (80% Leguminose : 20% Weizen) mit Reihenweiten für den Weizen von 15, 30 sowie 75 cm Reihenabstand in den Reinsaaten und Gemengen. Die Qualitätsuntersuchungen der Weizenvollkornmehle wurden nach dem Standard der International Association for Cereal Science and Technology (ICC) durchgeführt (Feuchtglutengehalt ICC-Standard No. 106/2, SDS-Sedimentationswert ICC-Standard No. 151). Der Mikro-Rapid-Mix-Test erfolgte nach KIEFFER et al. (1993).

Ergebnisse und Diskussion:

Die Kornerträge des Winterweizens lagen in den Gemengen an beiden Standorten und Jahren signifikant unter denen der Reinsaaten. So wurden am Standort Reinshof im Mittel aller Reinsaaten 39,4 und 32,0 dt TM ha⁻¹ (2004/2005) Weizenkornertrag erzielt, während die Gemenge im Mittel nur 18,8 und 19,5 dt TM ha⁻¹ (2004/2005) erbrachten. Insbesondere im Gemenge mit der Ackerbohne konnten zum Teil nur geringe Kornerträge des Weizens realisiert werden (Mittel 2005: 8,4 dt TM ha⁻¹). Die Erbse war am Standort Reinshof im Vergleich der schwächere Konkurrent bzw. sie fiel aufgrund von Blattlausbefall in 2005 fast vollständig aus, so dass der Weizen ausreichend hohe Kornerträge von im Mittel 24,0 (2004) und 30,7 dt TM ha⁻¹ (2005) im Gemenge mit der Erbse erreichte. Im Jahr 2004 wurden in Stöckendrebber nur 10,9 und 5,2 dt TM ha⁻¹ Kornertrag des Weizens im Mittel der Rein- und Gemengesaaten geerntet. Hingegen konnte der Weizenkornertrag im Jahr 2005 auf 25,2 und 15,1 dt TM ha⁻¹ im Mittel der Rein- und Gemengesaaten gesteigert werden (Tab. 1).

Tab. 1: Kornerträge des Weizens [dt TM ha⁻¹] im Mittel der Rein- und Gemengesaaten an den Standorten Reinshof (REI) und Stöckendrebber (STÖ) im Jahr 2004 und 2005.

	Reinsaaten 100%	Reinsaaten 20%	Gemenge mit Ackerbohne	Gemenge mit Erbse
REI 04	36,7 b*	42,1 a*	13,6 d*	24,0 c*
REI 05	30,4 a***	33,7 a***	8,4 b***	30,7 a***
STÖ 04	9,8 b**	12,1 a**	5,1 c**	5,3 c**
STÖ 05	26,7 a***	23,7 a***	15,7 b***	14,6 b***

signifikant verschieden Reinsaat/Gemenge innerhalb des Standortes und Jahres für * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, Tukey-Test.

Tab. 2: Rohproteingehalte [%] des Weizenkorns im Mittel der Rein- und Gemengesaaten an den Standorten Reinshof (REI) und Stöckendrebber (STÖ) im Jahr 2004 und 2005.

	Reinsaaten 100%	Reinsaaten 20%	Gemenge mit AB¹⁾	Gemenge mit E
REI 04	9,6 c**	10,1 c**	14,1 a**	11,5 b**
REI 05	8,1 b***	8,4 b***	15,3 a***	8,4 b***
STÖ 04	9,4 b***	9,5 b***	10,0 b***	12,8 a***
STÖ 05	9,0 c*	9,7 bc*	11,3 a*	10,0 b*

signifikant verschieden Reinsaat/Gemenge innerhalb des Standortes und Jahres für * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, Tukey-Test; ¹⁾AB = Ackerbohne, E = Erbse.

An beiden Standorten wurden in der Regel im Mittel signifikant höhere Proteingehalte des Weizens in den Gemengen im Vergleich zu den Reinsaaten festgestellt. Gerade

bei hoher Konkurrenz mit der Ackerbohne am Standort Reins Hof erreichte der Weizen im Mittel sehr hohe Rohproteingehalte mit 14,1% (2004) bzw. 15,3% (2005) im Korn (Tab. 2). Auch JENSEN et al. (2001) fanden höhere Proteingehalte bei Gerste aus Gemengeanbau mit der Erbse im Vergleich zur Reinsaat. Im Mittel über alle Reinsaaten im Vergleich zum Mittel über alle Gemenge zeigt sich bei den Qualitätsparametern Rohproteingehalt, Feuchtglutengehalt, SDS-Sedimentationswert und Mikro-Rapid-Mix-Test die deutliche Überlegenheit der Gemenge gegenüber den Reinsaaten (Tab. 3).

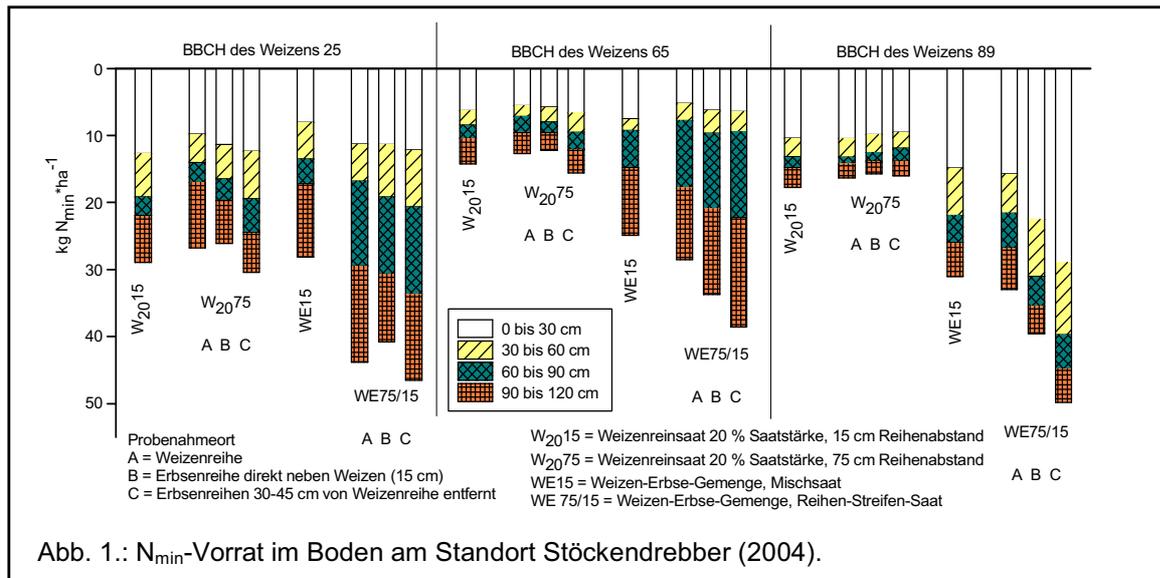
Tab. 3: Qualitätsparameter des Weizens im Mittel der Rein- und Gemengesaaen an den Standorten Reins Hof (REI) und Stöckendrebber (STÖ) im Jahr 2004 und 2005.

	Rohprotein%		Feuchtglutein%		SDS-Sedimentationswert ml		Backvolumen im MRMT ml/100g Mehl	
	RS ¹⁾	G	RS	G	RS	G	RS	G
REI 04	9,9	12,8 ***	24,8	33,8 ***	67,9	78,5 ***	280	303 ***
REI 05	8,2	11,9 ***	16,4	26,5 ***	58,1	75,5 ***	256	275 ***
STÖ 04	9,4	11,3 ***	21,6	29,1 ***	55,3	59,7 ***	263	279 **
STÖ 05	9,3	10,7 ***	17,9	23,2 ***	69,4	79,0 ***	268	286 **

signifikant verschieden Reinsaat/Gemenge innerhalb des Standortes und Jahres für ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, MRMT = Mikro Rapid Mixed Test; ¹⁾RS = Reinsaat, G = Gemenge.

Im Mittel über die Reihenweiten ergab sich mit Ausnahme des Standortes STÖ 2004 in der Regel eine Tendenz zu höheren Qualitäten bei größer werdendem Reihenabstand, wie dies von den Untersuchungen zum Anbau in weiter Reihe bekannt ist (BECKER & LEITHOLD 2003). So konnten vor allem bei einer Reihenweite von 75 cm eine signifikant höhere Qualität im Vergleich zu den Reihenweiten 15 und 30 cm erzielt werden. Nur am Standort Reins Hof in 2004 war dies mit einer deutlichen Reduzierung des Kornertrages von im Mittel 33,4 dt TM ha⁻¹ bei 15 cm über 30,0 dt TM ha⁻¹ bei 30 cm und 23,9 dt TM ha⁻¹ bei 75 cm Reihenabstand verbunden. Die Reihenweite hatte in drei von vier Fällen keinen Einfluss auf den Kornertrag (REI05, STÖ04 und STÖ05). Mit Ausnahme am Standort Stöckendrebber in 2004 wies der Weizen im Gemenge mit Ackerbohne stets eine signifikant höhere Qualität auf als im Gemenge mit der Erbse. Hier sind die ungünstigen Bodenbedingungen (Wasserhaltevermögen des Bodens) für die Ackerbohne möglicherweise die Ursache für eine geringere Konkurrenz gegenüber dem Weizen.

Als Ursache für eine höhere Kornqualität wird in der Literatur die negative Korrelation von Kornertrag und Proteingehalt beim Weizen genannt (SPANAKAKIS 2000). Dies findet sich im vorliegenden Datensatz wieder. Allerdings gibt es Varianten, die bei gleich hohem Ertrag höhere Kornqualitäten erzielen, wie es z.B. bei weiterem Reihenabstand oder im Gemenge mit der Ackerbohne am Standort STÖ der Fall war. Zur weiteren Erklärung der Qualitätsunterschiede des Weizens wurden die Änderungen des N_{min}-Vorrates im Boden zu drei Terminen und in vier Tiefenstufen auf und zwischen den Saatreihen erfasst. Es zeigte sich, dass der Weizen in allen Reinsaatvarianten den Vorrat an mineralischem Stickstoff im Boden bis zur Blüte ausgeschöpft hatte (Abb. 1, Variante W₂₀15). Im Gemenge kam es offenbar durch die Konkurrenz der Körnerleguminose zu einer Verzögerung der N_{min}-Aufnahme, insbesondere aus dem Unterboden. So war vor allem bei Reihen-Streifenanbau noch Stickstoff im Reihenzwischenraum in tieferen Bodenschichten (60 bis 120 cm) in der Kornfüllungsphase des Weizens vorhanden (Abb.1, Variante WE75/15).



Schlussfolgerungen:

Der Anbau von Winterweizen im Gemenge mit Winterkörnerleguminosen kann die Kornqualität des Weizens deutlich verbessern, allerdings unter Rückgang des Kornertrags im Vergleich zu den Reinsaaten. Die alleinige Reduzierung der Saatstärke in Reinsaat um 80% führte zu keiner signifikanten Qualitätsverbesserung des Weizens, da der Kornertrag vermutlich aufgrund der Kompensationsfähigkeit des Weizens gleich hoch oder sogar höher war als bei normaler Aussaatstärke. Im Gemenge scheint daher die Konkurrenz mit den Körnerleguminosen Ursache für einen geringeren Kornertrag des Weizens einhergehend mit der Verbesserung der Qualität zu sein. Die Konkurrenz mit der Körnerleguminose verzögert die N_{\min} -Nutzung durch den Weizen, so dass in der Kornfüllungsphase mehr N zur Verfügung steht als in Reinsaat bei gleicher Saatstärke und gleichem Reihenabstand. In einigen Fällen können über die Wahl des Gemengepartners und die Erhöhung des Reihenabstandes bei gleich hohem Ertrag höhere Proteingehalte im Korn erzielt werden.

Danksagung:

Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) für die finanzielle Unterstützung und den Amazonen Werken, Hude für die Bereitstellung der Sätechnik.

Literatur:

Becker K., Leithold G. (2003): Weitreihenbau bei Weizen: Strategie zur Optimierung von Backqualitäten und Fruchtfolge im Ökologischen Landbau. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, S. 77-80.

Jensen E. S., Mørkeberg A., Sørensen H., Sørensen S. (2001): Effects from intercropping of pea and barley on the content of proteins and bioactive molecules in the seeds. 4th European Conference on Grain Legumes, Cracow, Part I, Plenary sessions, S. 90-91.

Kieffer R., Belitz H.-D., Zweier M., Ipfelkopf R., Fischbeck G. (1993): Der Rapid-Mix-Test als 10-g-Mikrobackversuch. Z Lebensm Unters Forsch 197:134-136.

Schmidtke K., Neumann A., Hof C., Rauber R. (2004): Soil and atmospheric nitrogen uptake of lentil (*Lens culinaris* Medik.) and barley (*Hordeum vulgare* ssp. *nudum* L.) as monocrops and in mixed stands. Field crops research 87:245-256.

Spanakakis A. (2000): Züchtung von Winterweizen mit verbesserter N-Effizienz. In: Möllers C. (Hrsg.): Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Initiative zum Umweltschutz Band 21, Erich Schmidt Verlag, Berlin, S. 97-142.

Ermittlung der Vorfruchtwirkung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen in Rein- und Gemengesaat

Analyses of the preceding crop effect from different genotypes of winter peas in single and mixed cropping

P. Urbatzka¹, R. Graß¹, C. Schüler¹ und J. Heß¹

Keywords: plant nutrition, preceding crop effect, biodiversity

Schlagwörter: Pflanzenernährung, Vorfruchtwirkung, Biodiversität

Abstract:

In organic farming the cultivation of leguminous crops is one of the most important sources of nitrogen (N). However, in the case of winter field peas, the amount of N fixed, N supply to the subsequent crop and N balance there are hardly any published data. Therefore, the pre-crop effect of six genotypes of winter pea (five regular leaf type, one semi-leafless cultivar) and one semi-leafless spring pea cultivar in single and mixed cropping (with rye spring barley respectively) was examined in three successive growing seasons (2003/04-2005/06). Immediately after harvest, a catch crop was sown and sampled during the first half of October to determine biomass dry matter and N uptake.

In single cropping, N uptake by the catch crop was usually significantly higher after regular leaf type peas in two years, whereas in mixed cropping it was only in one ($p < 0.05$). It is suggested that response of N uptake was - among other possible factors (like e.g. soil tillage after harvest) - due to the mineralized N content in soil at harvest as both correlated significantly (R^2 between 0.53 and 0.79***, with exception of semi-leafless winter pea ($R^2=0,19$)). It is very important to protect the large N quantities after conventional leafed winter pea cultivars as a sole crop against leaching. Results for the third experimental season will be presented at the conference.*

Einleitung und Zielsetzung:

Im Ökologischen Landbau ist der Anbau von Leguminosen neben der tierischen Düngung die wichtigste Quelle für die Zufuhr von Stickstoff in die Fruchtfolge der Betriebe. Obwohl es sich hierbei um ein etabliertes Fruchtfolgefeld handelt, ist eine häufig mangelnde Stickstoffversorgung immer noch einer der größten Problembereiche im ökologischen Pflanzenbau. Bei Sommererbsen ist die Stickstofffixierleistung, die Stickstoff – Flächenbilanz und die Vorfruchtwirkung in den letzten Jahren für die klimatischen Bedingungen in Deutschland intensiv erforscht worden (u.a. WICHMANN et al. 2003, SCHMIDTKE 1997), während bei Wintererbsen bisher nur sehr wenige Untersuchungen vorliegen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Vorfruchtwirkung hinsichtlich der Stickstoffnachlieferung verschiedener Wintererbsengenotypen ermittelt.

Methoden:

In den drei Vegetationsperioden 2003/2004 bis 2005/2006 wurde die Vorfruchtwirkung verschiedener Erbsengenotypen (*Pisum sativum* L.) auf dem Versuchsstandort der Universität Kassel, Domäne Frankenhausen (DFH; Parabraunerde, 80 BP) untersucht. Hierfür wurden vier normalblättrige und langwüchsige Wintererbsenherkünfte der Convarietät *speciosum* aus der Genbank Gatersleben (*Griechenland, Nischkes*

¹Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Universität Kassel – Witzenhausen, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, urbatzka@mail.wiz.uni-kassel.de

Riesengebirgs, Unrra, Württembergische) mit drei EU-Sorten verglichen. Dabei handelte es sich um eine moderne semi-leafless Wintererbse der Convarietät *sativum* aus Frankreich (2004: cv. *Spirit* bzw. 2005, 2006: *Cheyenne*), um die normalblättrige Wintererbse *EFB 33* aus der Convarietät *speciosum* sowie um eine semi-leafless Sommererbse (cv. *Santana*). Die Erbsen wurden in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide (Roggen cv. *Danko*; 2004: Sommerhafer cv. *Aragon* bzw. 2005, 2006: Sommergerste cv. *Ria*) angebaut. Als Gemenge wurde eine substitutive Gemengestufe mit jeweils 50 Prozent der Reinsaatstärken, welche bei den Erbsen bei 80 kf. K. m² und beim Getreide bei 300 kf. K. m² betragen, gewählt. Die Anlageform war im Jahr 2004 ein Lateinisches Rechteck und in den Jahren 2005 und 2006 eine Spaltanlage (N=4).

Nach dem Korndrusch wurde das Stroh mit einem Schwader entfernt, gepflügt und die Nachfrucht am 20.8.2004, am 5.8.2005 bzw. am 4.8.2006 gesät (2004: Senf-Ölrettich-Gemenge cv. *Dacapo – Litember* bzw. 2005, 2006: Senf cv. *Litember*). Die Ernte der Nachfrucht wurde am 13.10.2004, am 12.10.2005 bzw. am 5.10.2006 als Ganzpflanze auf einer Fläche von 7 m² durchgeführt. Die Stickstoffanalyse des Ernteguts wurde mit einem N-Analysator durchgeführt (Fa. elementar, makro-N, Methode nach Dumas). Zusätzlich wurden zu den Ernteterminen Bodenproben bis 90 cm Tiefe zur Bestimmung der Vorräte an mineralischem Stickstoff gezogen.

Ergebnisse und Diskussion:

Während bei den normalblättrigen Wintererbsen in den drei geprüften Vegetationsperioden kaum nennenswerte Auswinterungsschäden bestimmt werden konnten, winterete die moderne Sorte *Cheyenne* im harten Winter 2005/2006 bis auf wenige Pflanzen aus. Auch in der Vegetationsperiode 2002/2003 erfroren die Pflanzen der geprüften modernen EU-Sorten aus Westeuropa (u.a. *Cheyenne*) auf dem Standort DFH vollständig (URBATZKA et al. 2005), so dass diese Sorten für die Klimabedingungen am Standort nur eine unzureichende Winterhärte aufweisen.

Die Kornerträge der normalblättrigen Wintererbsen im Gemenge lagen in den Jahren 2004 und 2005 mit 30 – 40 dt ha⁻¹ höher als in Reinsaat mit 10 bis über 20 dt ha⁻¹. Grund hierfür sind die besseren Wachstumsbedingungen im Gemenge, da in Reinsaat die Wintererbsen ab dem Blühende komplett lagerten, während im Gemenge der Roggen etwa auf Kniehöhe abknickte und die Erbsen oberhalb des Roggens weiter wuchsen und ausreiften. Dazu wurde in den Gemengen ein Roggenertrag von 15 – 30 dt ha⁻¹ festgestellt, so dass die Gesamterträge mit 50 – 70 dt ha⁻¹ bestimmt wurden. Im Jahr 2006 erzielten die normalblättrigen Erbsen dagegen in Reinsaat mit etwa 20 – 30 dt ha⁻¹ i.d.R. die höheren Erträge als im Gemenge mit etwa 20 dt ha⁻¹. In dieser Vegetationsperiode fielen die Wachstumsbedingungen für die Reinsaat aufgrund der trockenen und heißen Monate Juni und Juli besser und für die Erbsen im Gemenge wegen des kräftig bestockten Roggens aufgrund des milden Herbstes 2005 schlechter als in den Vorjahren aus. Dies spiegelte sich auch in der Höhe des Roggenertrages in den Gemengen mit etwa 50 dt ha⁻¹ wieder; die Gesamterträge wurden bei über 70 dt ha⁻¹ bestimmt. Die Erträge der Sommererbse in Reinsaat fielen im Jahr 2004 mit 18 dt ha⁻¹ geringer als in den Jahren 2005 und 2006 mit 34 bzw. 33 dt ha⁻¹ aus, weil trotz manueller Beikrautbekämpfung eine starke Spätverunkrautung im 1. Versuchsjahr auftrat. Die Qualitäten der normalblättrigen Wintererbsen und der Sommererbse hinsichtlich des Rohproteingehalts und der Aminosäurezusammensetzung sind vergleichbar (Daten nicht gezeigt).

Bei den normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat wurden zum Zeitpunkt des Korndrusches in den ersten beiden Jahren die höchsten N_{min}-Mengen im Boden vorgefunden, während sie nach den beiden semi-leafless Erbsen und in allen Gemengevarian-

ten deutlich geringer bestimmt wurden (Tab. 1). Grund hierfür sind die höhere Stickstofffixierungsleistung (KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL 2000), die vermutlich analog zum oberirdischen Aufwuchs größere Wurzelmasse und der höhere Bestandesabfall der normalblättrigen Erbsen. Zur Ernte der Nachfrucht im Oktober lagen die N_{\min} -Gehalte im Boden in beiden Jahren bei allen Varianten bis ca. 35 kg ha^{-1} .

Tab. 1: N_{\min} -Gehalte im Boden.

Variante	Zeitpunkt	Korndrusch (kg ha^{-1})		NF-Ernte (kg ha^{-1})	
		2004	2005	2004	2005
Spirit bzw. Cheyenne Reinsaat		26	19	25	12
Spirit bzw. Cheyenne Gemenge		18	13	28	20
normalblättrige Erbsen Reinsaat		84	72	33	12
normalblättrige Erbsen Gemenge		20	26	23	18
Santana Reinsaat		32	35	25	13
Santana Gemenge		12	22	23	16

Die höchsten Stickstoffträge im oberirdischen Aufwuchs der Nachfrucht wurden in den ersten beiden Jahren mit ca. 90 kg ha^{-1} nach den normalblättrigen Erbsen in Reinsaat festgestellt (Abb. 1). Nach den Gemengen betrug die Stickstoffmenge im Aufwuchs etwa 40 kg ha^{-1} . Nach der Sommererbse in Reinsaat wurden im Jahr 2004 ebenfalls 40 kg N ha^{-1} in der Zwischenfrucht bestimmt, während im Sommer 2005 die Stickstoffmenge mit 65 kg ha^{-1} deutlich höher ausfiel. Dies ist vermutlich mit einer höheren Spätverunkrautung im Jahr 2004 zu begründen (s.o.).

Insgesamt sind mit Ausnahme der modernen, französischen Wintererbse die unterschiedlichen Stickstoffmengen in der Nachfrucht neben der Bodenbearbeitung nach dem Korndrusch v.a. auf die unterschiedliche Höhe des mineralischen Stickstoffs im Boden zum Zeitpunkt des Drusches zurückzuführen: In der Regressionsanalyse wurde das Bestimmtheitsmaß für die einzelnen Erbsen zwischen 0,53 und 0,79 berechnet (Abb. 2).

Die noch nicht vorliegenden Ergebnisse aus dem Jahr 2006 (N_{\min} -Gehalte im Boden, N-Ertrag in der Nachfrucht) werden auf der Tagung vorgestellt.

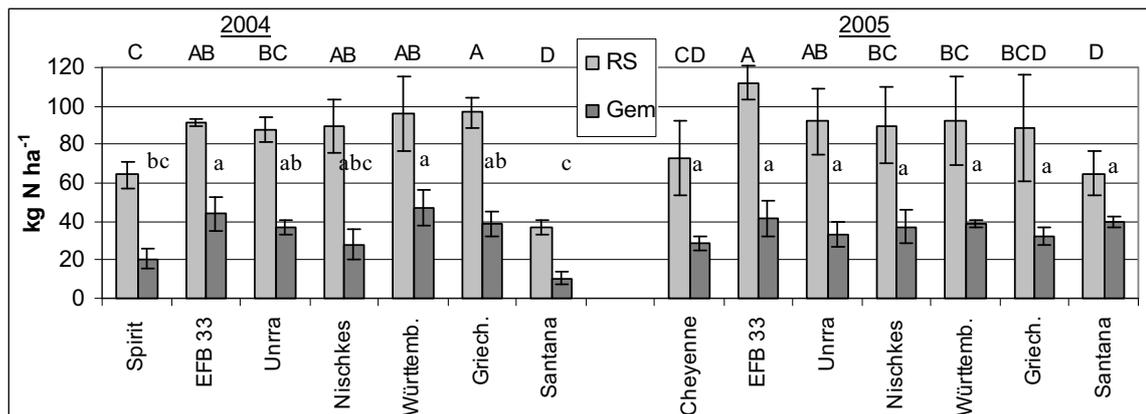


Abb.1: Stickstoffmengen im oberirdischen Aufwuchs in der Nachfrucht (unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Großbuchstaben beziehen sich jahrweise auf die Reinsaaten, kleine Buchstaben jahrweise auf die Gemenge; Wechselwirkung zwischen Jahr X Sorte*** und zwischen Gemengestufe X Sorte***).

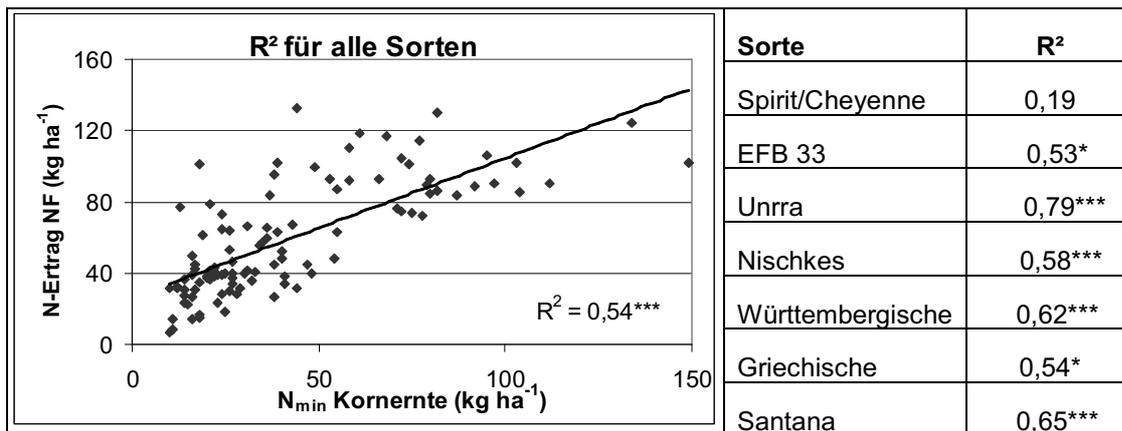


Abb.2: Zusammenhang zwischen N_{\min} -Gehalt zum Zeitpunkt des Druschs und N-Menge in der Nachfrucht (*= $p < 0,05$; ***= $p < 0,001$).

Schlussfolgerungen:

Der Vorfruchtwert hinsichtlich der Stickstoffnachlieferung fiel in Reinsaat bei den normalblättrigen Wintererbsen in den ersten beiden Jahren deutlich höher als bei den semi-leafless Erbsen aus, während im Gemenge die Unterschiede nur in einem Jahr statistisch abzusichern waren. Die normalblättrigen Wintererbsen können somit einen wichtigen Beitrag für die Stickstoffversorgung einer Fruchtfolge leisten. Wichtig ist dabei, die großen N-Vorräte nach den Wintererbsen in Reinsaat vor Auswaschung zu schützen.

Danksagung:

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

Literatur:

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 and Soil* 218: 215-232.

Schmidtke K. (1997): Stickstoff-Fixierleistung und N-Flächenbilanz beim Anbau von Erbsen (*Pisum sativum* L.) unterschiedlichen Wuchstyps in Reinsaat und Gemengesaat mit Hafer (*Avena sativa* L.). *Mitt Ges Pflanzenbauwiss* 10: 63-64.

Urbatzka P., Graß R., Schüler C. (2005): Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für den Ökologischen Landbau am Beispiel der Wintererbsen. In: Heß J. und Rahmann G. (Hrsg.): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 4.-6.3.2005 in Kassel, S. 59-60.

Wichmann S., Loges R., Taube F. (2003): Vergleich von Körnererbsen in Reinsaat und im Gemenge mit Sommergerste in Hinblick auf Ertrag und Ertragsentwicklung sowie N-Fixierungsleistung, Ernterückstandsmengen und Vorfruchtwirkung. Freyer B. (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft, Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 24.-26.2.2003 in Wien, S.185-188.

Einfluss unterschiedlicher Konkurrenzverhältnisse beim Mischanbau von Sommergerste und Erbse auf den Kornertrag, die Kornqualitäten und der symbiontischen N₂-Fixierung

Influence of different competitions in spring barley-field pea intercropping on grain yield, quality and the proportion of nitrogen derived from the atmosphere

C. Dahlmann¹, P. von Fragstein und Niemsdorff¹

Keywords: crop farming, intercropping, food quality

Schlagwörter: Pflanzenbau, Gemengeanbau, Lebensmittelqualität

Abstract:

*Field experiments with spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and field pea (*Pisum sativum* L.) were carried out in three subsequent growing seasons 2004 to 2006 at the Hessian State Estate Frankenhausen located near Kassel in Central Germany. Spring barley and field pea were sown out as sole crops and intercropped with different seed rates in replacement and additive design, using two sowing modes: row by row (IC) and mixed intercropping (MC). Intercropping (IC and MC) was able to increase grain yield in most of the treatments. The Land Equivalent Ratio (LER) was always higher than 1, indicating that plant growth factors were used more efficiently by the intercrop than by the sole crop. Besides, the N content in spring barley grain was increased by intercropping. The influence of the sowing mode was much less profound than that of the seed rate. The proportion of nitrogen derived from the atmosphere (% Ndfa) of peas was higher when cultivated together with spring barley.*

Einleitung und Zielsetzung:

Das Defizit an rohproteinreichen Produkten aus pflanzlicher Erzeugung in Europa bewegt sich momentan in einer Größenordnung von 75 %. Dies hat mehrere nachteilige Konsequenzen. So bedeutet dies zum Beispiel einen massiven Import von Sojaprodukten, einhergehend mit langen Transportwegen. Des Weiteren führt der Anstieg des Sojabohnenanbaus, speziell in Südamerika, zu einem Verlust an Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit. Der zunehmende Anbau von gentechnisch veränderten Sojabohnen steht den Prinzipien des Ökologischen Landbaus diametral entgegen und stößt auf wenig Akzeptanz bei den Konsumenten (FRAGSTEIN 2004, NEMECEK & SCHNEIDER 2004). Im Ökologischen Landbau spielen Leguminosen eine wichtige Rolle für die Stickstoffversorgung der angebauten Nichtleguminosen. Aufgrund der schwachen Beikrautunterdrückung und geringen Standfestigkeit der Erbse (*Pisum sativum* L.) (VOELKEL & SCHINDLER 2005, REITER 2002) bieten sich Mischanbausysteme mit Erbse an. Mögliche Vorteile von Mischanbausystemen sind höhere Gesamtkornerträge, eine verbesserte Produktqualität und die Erhöhung der symbiontischen N₂-Fixierleistung der Leguminose, d.h. eine effizientere Nutzung der Ressourcen am Standort (RAUBER 2002). Einfluss auf diese Parameter haben möglicherweise pflanzenbauliche Maßnahmen wie zum Beispiel das Aussaatverhältnis und die Standraumzuteilung.

Zielsetzung dieser Arbeit ist es, Strategien zu entwickeln, welche den Kornertrag, die Produktqualität und den Anteil der N₂-Fixierung steigern; jeweils im Vergleich Mischanbau zu Reinsaat.

¹Fachgebiet Ökologischer Landbau- und Pflanzenbau, FB Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, dahlmann@wiz.uni-kassel.de

Methoden:

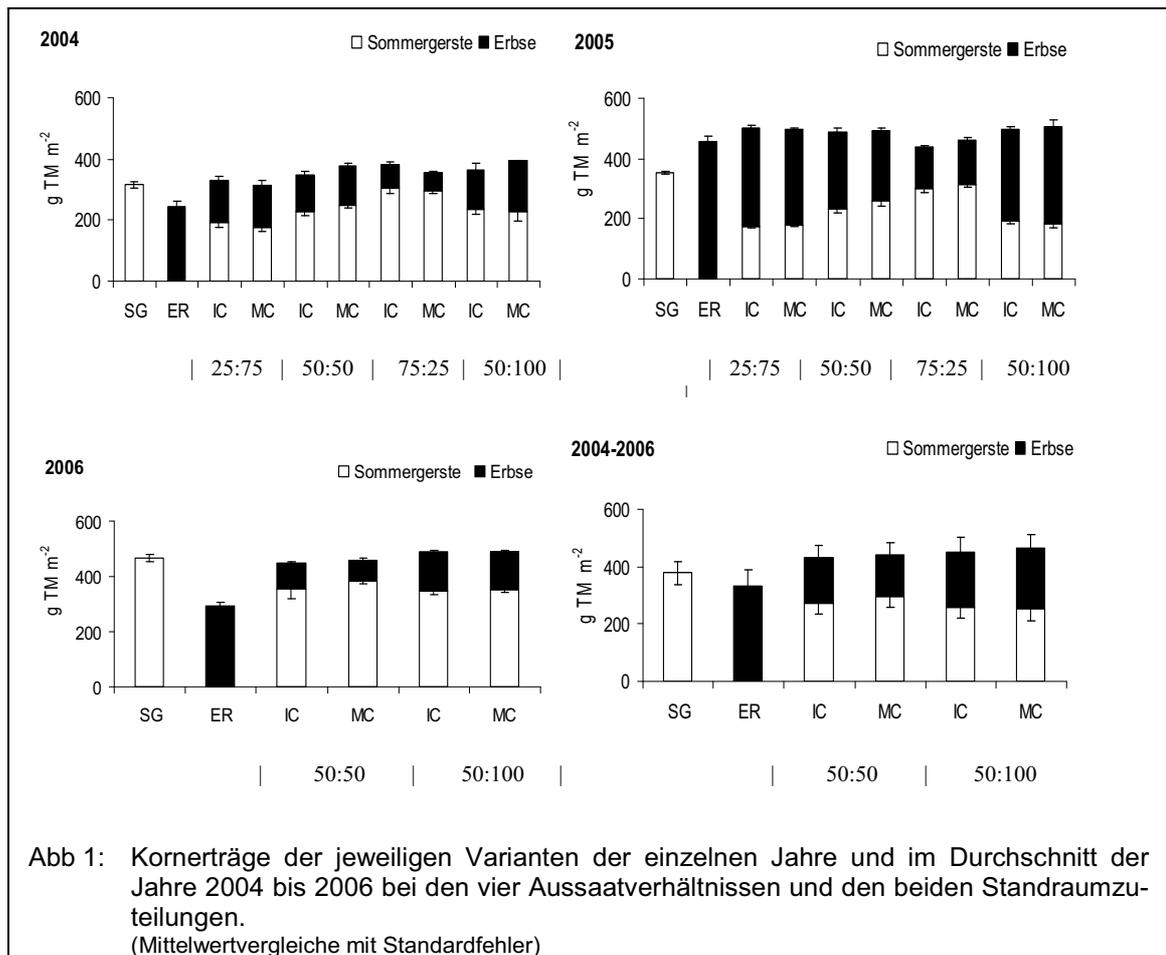
In einem dreijährigen Feldversuch wurden zwischen 2004 und 2006 auf dem Versuchsbetrieb der Universität Kassel, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (Parabraunerde, Ut 3, 75 BP), unterschiedliche Mischbauvarianten von Erbse ‚*Baccara*‘ und Sommergerste ‚*Scarlett*‘ getestet. Verglichen wurden verschiedene Aussaatverhältnisse in substitutiven und additiven Gemengen sowie in zwei unterschiedlichen Verfahren der Standraumzuteilung. Als Kontrolle dienten die jeweiligen Reinsaat (Tab. 1). Der Parzellenversuch wurde in einer vollrandomisierten Blockanlage (n=4) ausgesät. Die Standraumzuteilung variierte über zwei unterschiedliche Verfahren: (1) das Row Intercropping (IC), bei dem Leguminose und Getreide in alternierenden Reihen ausgedrillt werden und (2) das Mixed Intercropping (MC), der gemeinsamen Aussaat in der gleichen Drillreihe. Als Messparameter wurden herangezogen: Kornerträge, Rohproteingehalte im Korn und der Anteil der N₂-Fixierung der Leguminose (¹⁵N-Verdünnungsmethode nach HEICHEL & HENJUM 1991).

Tab. 1: Anzahl gesäter, keimfähiger Körner m⁻² in den jeweiligen Versuchsvarianten
*2 = 2004 - 2005; *3 = 2004 - 2006.

Variante Anteile (%)	Reinsaat 100	IC / MC 25 / 75	IC / MC 50 / 50	IC / MC 75 / 25	IC / MC 50 / 100
Sommergerste (SG)	300	75	150	225	150
Erbse (ER)	90	68	45	23	90
Anbaujahre	*3	*2	*3	*2	*3

Ergebnisse und Diskussion:

Die Kornerträge aus den Jahren 2004 - 2006 verdeutlichen, dass bis auf wenige Ausnahmen, die jeweiligen Mischbauvarianten der besten Reinsaat bezüglich der Absoluterträge überlegen waren. Ausnahmen, mit größeren Ertragsunterschieden, waren in 2004 die Variante SG25ER75 in MC und 2005 SG75ER25 in beiden Aussaatdesigns. In 2006 gab es keine nennenswerten Ertragsunterschiede zwischen der stärksten Reinsaat, der Sommergerste, und den unterschiedlichen Mischbauvarianten. Dies liegt unter anderem auch daran, dass 2006 keine Varianten mit einem Mischanteil von 25 % des jeweiligen Partners angebaut wurden. Offensichtlich hat das Aussaatverhältnis einen großen Einfluss auf die Ertragssicherheit des Gemenges. Konnten 2004 die Mischbauvarianten mit einem 25%igen Anteil Gerste die blattlausbedingten Verluste der Erbse im Gemenge nicht ausgleichen, so waren es 2005 die Mischbauvarianten mit einem 25%igen Erbsenanteil, die das schlechte Abschneiden des Gerstenertrages nicht kompensieren konnten (Abb. 1). Die Ertragsvorteile des Gemengeanbaus kommen auch im Land Equivalent Ratio zum Ausdruck, der für alle Mischbauvarianten über 1 lag. Der LER ist ein Parameter für die Ressourcenkomplementarität. Werte über 1 geben einen relativen Mehrertrag des Gemenges an und lassen auf eine komplementäre Nutzung der Wachstumsfaktoren, vor allem Nährstoffe, Wasser und Licht, schließen (RAUBER 2002). Keine konsistenten Unterschiede im Kornertrag ergaben sich für den Faktor Standraumzuteilung über alle Erntejahre hinweg. Zwischen MC und IC ließ sich kein Unterschied feststellen, ob schon inter- bzw. intraspezifische Konkurrenz durchaus bei unterschiedlicher Anordnung der Mischungspartner auftreten kann. Schon beim Keimprozess von Samen differierender Größe ist eine Konkurrenz um das Keimwasser nicht ausgeschlossen. Im späteren Wachstumsverlauf, mit ansteigender Wuchshöhe und zunehmender Bodendurchwurzelung, werden aber die Einflüsse der Aussaattechnik sogar noch wahrscheinlicher, wenn es zu zunehmender Konkurrenz um Ressourcen aber auch zu verstärkten Beschattungsverhältnissen kommen kann (AUFHAMMER 1999).



Ogleich ein Ertragseffekt nicht abzusichern ist, deuten die höheren Ndfa-Werte im MC (2005) darauf hin, dass die Standraumzuteilung einen Einfluss auf die Höhe der N₂-Fixierung (hier: % Ndfa) der Erbse haben kann (Tab. 2). Des Weiteren bestätigen die Daten zur Ndfa des Jahres 2005 die Ergebnisse von JENSEN (1996), der durch den Mischanbau von Erbse mit Sommergerste ebenso die N₂-Fixierung gegenüber der Erbsenreinsaat erhöhte. Die Rohproteingehalte des Kornes zeigen ein differenziertes Bild. Einer signifikanten Erhöhung des Rohproteingehaltes des Getreidekorns stehen tendenziell niedrigere Gehalte im Korn der Erbse gegenüber. Bezüglich der höheren Rohproteingehalte im Getreidekorn aus Mischanbau (IC wie MC) liegt die Vermutung nahe, dass die Sommergerste im Gemenge während der Kornfüllungsphase von einem Stickstofftransfer der Erbse profitierte. Analysen der ¹⁵N Isotope im Getreidekorn bestätigen dies nur bedingt. Konnten im additiven Aussaatmodell im Jahre 2005 Transferleistungen von 10 und 24 % N gefunden werden, so war der Einfluss im substitutiven Aussaatmodell unwesentlich. SCHMIDTKE (2004) schreibt dem Stickstofftransfer keine nennenswerte Bedeutung zu. Bei der Betrachtung von den Stickstoffflüssen im Hafer-Erbsen-Gemenge fand er eine spätere Stickstoffaufnahme des Hafers im Mischanbau aus tieferen Bodenschichten gegenüber dem Hafer in Reinsaat. Möglicherweise kommt es aber auch zu Synergieeffekten dieser beiden Erklärungsmuster.

Tab. 2: % Ndfa (proportion of nitrogen derived from the atmosphere) und Kornrohproteingehalte von Sommergerste und Erbse aus den Jahren 2004 und 2005.
Signifikanz bei Mittelwerten einer Doppel-Spalte (= Parameter) mit ungleichen Buchstaben (Tukey: $P \leq 0.05$).

	% Ndfa		% RP (Gerste)		% RP (Erbse)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Sommergerste (SG)			9,32 b	9,04 b		
Erbse (ER)	87,25 a	74,00 b			27,71 a	23,12 b
SG50ER50 (IC)	87,88 a	75,50 b	10,59 ab	10,34 ab	26,09 a	21,57 ab
SG50ER50 (MC)		82,12 ab	10,91 a	11,11 a	26,09 a	21,55 ab
SG50ER100 (IC)	81,23 ab	76,84 b	11,14 a	11,12 a	26,36 a	21,15 ab
SG50ER100 (MC)		81,59 ab	11,25 a	11,52 a	25,40 a	21,04 ab

Schlussfolgerungen:

Mischanbau ist eine viel versprechende pflanzenbauliche Strategie, um die Absolutkornträge, die Produktqualität des Getreides und die N₂-Fixierung der Leguminose zu erhöhen. Das Aussaatverhältnis hat innerhalb der Jahre im Vergleich zur Standraumzuteilung einen vergleichsweise hohen Einfluss auf die Kornträge. Allgemein lässt sich für die Praxis tendenziell das additive Aussaatverhältnis empfehlen.

Literatur:

- Aufhammer W. (1999): Mischanbau von Getreide und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 32.
- Fragstein und Niemsdorff, P. von (2004): Fertilizers and soil conditioners in organic farming in Germany. In: Current Evaluation Procedures for Fertilizers and Soil Conditioners Used in Organic Agriculture. Proceedings of a Workshop held April 29-30, 2004 at Emerson College, Great Britain. <http://www.organicinputs.org/>, (Abruf 12.02.2006).
- Heichel G. H., Henjum K. I. (1991): Dinitrogen Fixation, Nitrogen Transfer and Productivity of Forage Legume-Grass Communities. *Crop Science* 31:202-208.
- Jensen E. S. (1996): Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea – barley intercrops. *Plant and Soil* 182:25-38.
- Nemecek T., Schneider A. (2004): Grain legumes and the environment: how to assess benefits and impacts, AEP workshop, Zürich, S. 4-5.
- Rauber R. (2002): Pflanzenbauliche Optimierung von Gemengen, Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 14:26-27.
- Reiter K. (2002): Einfluss langjährig differenzierter Bodenbearbeitung auf die N₂-Fixierungsleistung von Erbse und Rotklee, ermittelt mit Hilfe einer großflächigen ¹⁵N-Spurenanreicherung. Dissertation, Universität Göttingen.
- Schmidtke K. (2004): Körnerfruchtgemenge mit Leguminosen – neue Strategien im Ackerbau des ökologischen Landbaus. *Gäa-Journal* 3/2004:11-13.
- Voelkel G., Schindeler T. (2005): Körnererbsen mit Getreidepartner. *Bioland*, 05/2005:9-10.

Anbau von Erbsen, Sommerweizen und -gerste in Reinsaaten und in Gemengen **Cultivation of Peas, Spring Wheat and Spring Barley Sole and Intercropped**

M. Hänsel¹

Keywords: Crop farming, weed control, intercropping

Schlagwörter: Pflanzenbau, Beikrautregulierung, Gemengeanbau

Abstract:

Two varieties of peas and two species of cereals have been tested sole and intercropped during three years with respect to yield and weed competition on a fruitful soil in saxony. A randomized complete block design with four replications was used. Yield of grain was highest with sole cropped spring wheat and lowest with a variety of pea. Intercropping of peas with wheat or barley did not increase total grain yield significantly compared to the pure stands of cereals. In mixed crops grain yield of pea seed was low at harvest and weed competition was only slightly enhanced. Nitrogen yield was highest with sole cropped peas.

Einleitung und Zielsetzung:

Körnererbsen gelten im ökologischen Landbau auf Grund großer Probleme mit Unkräutern beim Drusch häufig als „Verdrussfrüchte“ (VÖLKEL 1997). Auch ELMERS (2001) beschreibt das Unkrautproblem im Erbsenanbau, das auch durch Striegeln nicht ausreichend gelöst werden kann. Vor allem zwei Wege wurden untersucht, um die Konkurrenzfähigkeit der Erbsenbestände gegenüber Unkraut zu verbessern. Einerseits durch den Anbau blattreicher Erbsensorten und andererseits durch den Gemengeanbau, bisher vor allem mit Hafer (KIMPEL-FREUND et al. 1998). Im Mittelpunkt steht auch das Bestreben durch Gemengebau die Ertragsleistung zu erhöhen. Des Weiteren besteht der Bedarf Backeigenschaften von Weizen zu verbessern.

Methoden:

Von 2000 bis 2002 wurden auf dem Lößstandort (Fahlerde-Pseudogley) Roda in Sachsen in einer komplett randomisierten Blockanlage bei vier Wiederholungen zwei Erbsensorten sowie Sommerweizen und Sommergerste als auch deren Gemenge hinsichtlich Ertragsbildung und Unkrautunterdrückung untersucht. Die Versuchsfläche wurde seit 1994 ökologisch bewirtschaftet. Im Versuchszeitraum wies die Witterung deutliche Abweichungen von den Mittelwerten auf. Das Versuchsjahr 2000 war mit 626 mm Niederschlag deutlich trockener als im langjährigen Mittel mit 711 mm (2001: 708 mm; 2002: 729 mm). Alle Versuchsjahre waren überdurchschnittlich warm und übertrafen den langjährigen Temperaturmittelwert von 8,6°C um 1 bis 2,1 Grad (2000-2002: 10,7°C, 9,6°C bzw. 9,9°C). Ausgesät wurden die Erbsen in den Gemengen mit 60 Körnern je m², der Anteil Getreide betrug dabei 100 Körner je m². Während die Saatstärke der Erbsen (Sorten: Grana, Miami) im Reinanbau mit 80 Körnern je m² vorgegeben wurde, waren es bei Sommerweizen (Sorte: Triso) 400 Körner je m² sowie bei Sommergerste (Sorte: Henni) 320 Körner je m². Als Vorfrüchte dienten die Getreidearten Roggen oder Triticale, deren Vorfrüchte bildeten für die Versuchsjahre 2000 Kartoffeln, 2001 Klee gras und 2002 Winterweizen. Die Unkrautregulierung erfolgte ausgerichtet an Witterungs- und Vegetationsbedingungen durch Striegeln.

¹Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig, Deutschland, martin.haensel@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

Die autochtone Unkrautflora bildete die Basis zur Bestimmung der Unkrautdeckungsgrade als Maß für die Konkurrenzkraft der unterschiedlichen Kulturpflanzenbestände. Dabei waren vor allem die Unkrautarten Windenknöterich (*Fallopia convolvulus*), Vogelmiere (*Stellaria media*) sowie der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*) relevant. Die Schätzung der Deckungsgrade der Pflanzen erfolgte visuell in einem Skalenbereich von 0 bis 100% in einem Wert jeweils über die gesamte Parzelle. Die statistischen Berechnungen erfolgten mit Programm SPSS 12.0 für das Betriebssystem MS Windows. Die Daten zu Korn- und Stickstoffträgen wurden mit der Varianzanalyse und nachfolgend mit dem Tukey-Test geprüft. Die Analyse der Daten der Pflanzendeckungsgrade erfolgte mit dem Friedman-Test und nachfolgend mit dem Wilcoxon-Test.

Ergebnisse und Diskussion:

Das höchste Kornertragsniveau wurde im Reinanbau des Sommerweizens und bei Gemengen mit der Erbsensorte des blattarmen Sortentyps im Mittel aller Jahre erreicht (Abb. 1). Die Erbsensorte Grana (voll beblättert) erzielte mit 19,6 dt/ha den geringsten Kornertrag. Ein mittleres Ertragsniveau erreichten alle weiteren Gemenge sowie die Erbsensorte Miami (halbblattlos) und die Sommergerste in Reinsaat. In den Gemengen war der Erbsenteilertrag jeweils auf unter 10 dt/ha begrenzt. Wechselwirkungen zwischen den Versuchsvarianten und den Versuchsjahren waren nachweisbar: Während Sommerweizen in allen drei Jahren der Gruppe mit dem höchsten Kornertrag angehörte, fielen alle Gemenge bei späterer Aussaat im Jahr 2002 signifikant gegenüber der halbblattlosen Erbsensorte und dem Weizen zurück. Damit zeigten sich die Gemenge vergleichsweise schwächer in ihrer Anpassung an die verschiedenen Wachstumsbedingungen. Die Ertragsunterschiede zwischen den beiden Erbsensorten waren in keinem Jahr signifikant.

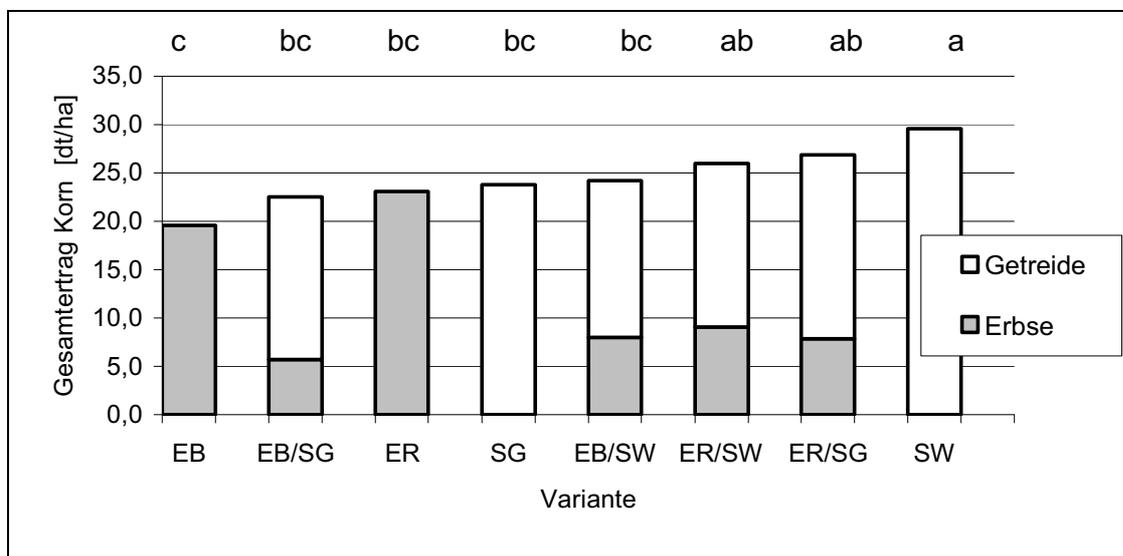


Abb. 1: Kornerträge der Reinsaaten und der Gemenge bei 86% TS im 3-jährigen Mittel. (EB = voll beblätterte Erbse; ER = halbblattlose Erbse; SG = Sommergerste; SW = Sommerweizen); (verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede; Tukey-Test, $\alpha = 0,05$).

Die hohen Ertragsanteile des Getreides lassen sich durch die allgemeine Gunst des Ackerbaustandortes in Verbindung mit der umfangreichen Verfügbarkeit von mineralisiertem Stickstoff schon zu Beginn der Vegetationsperiode in allen Versuchsjahren erklären (von 2000 bis 2002, in kg/ha N_{min} bis 90 cm Bodentiefe: 69; 121 bzw. 81).

Zudem sind die Fruchtfolgepositionen nach einjährigem Getreideanbau in den Jahren 2000 und 2001 noch günstig für die Getreidepflanzen im Versuchsjahr zu beurteilen.

Gemessen am Stickstofftrag im Korn belegten dagegen die Reinsaaten der Erbsen im Mittel der Versuchsjahre die ersten beiden Ränge (Abb. 2). Während sich die Erbsensorten in allen Versuchsjahren in der Spitzengruppe positionierten, hob sich die Sommergerste nie von der schlechtesten Ertragsgruppe ab. Die Erbsensorte Miami lagerte mit 80 kg N/ha mehr als die doppelte Menge an N im Korn ein als die Sommergerste. Beide Erbsensorten erreichten in Reinsaat ein einheitliches Stickstofftragsniveau. Jedoch verfügte die Sorte Miami mit 3,47% N einen signifikant niedrigeren Stickstoffgehalt in der Korn-TM als die blattreiche Sorte Grana mit 3,68 % N in der Korn-TM. Die Gemengesaat fielen im Stickstofftrag z.T. signifikant ab. Sommerweizen erreichte trotz hoher Massenerträge nur eine N-Einlagerung ins Korn von knapp 50 kg N/ha im Mittel der Versuchsjahre. Relativ hohe N-Erträge auf dem Niveau der Erbsensorten erzielte der Sommerweizen nur 2002 bei später Aussaat. Die Stickstoffgehalte im Getreidekorn wurden sowohl bei der Sommergerste als auch bei Sommerweizen durch den Gemengeanbau um 0,5 Prozentpunkte von 1,8% auf 2,3% signifikant erhöht (ohne Abb.).

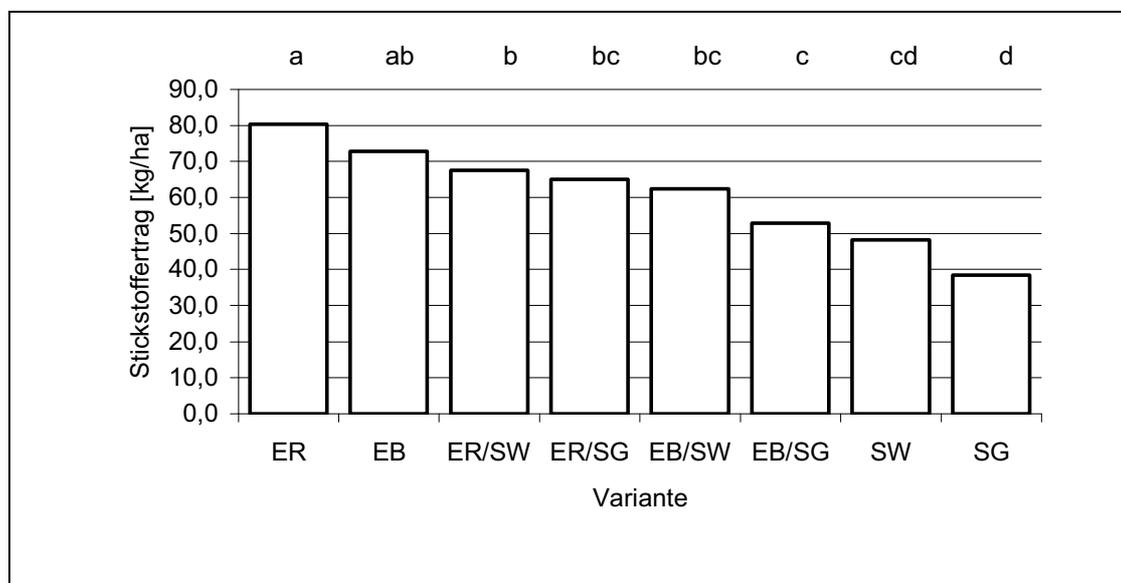


Abb. 2.: Stickstoffträge im Korn der Varianten im Mittel der 3 Versuchsjahre (Tukey-Test, $\alpha = 0,05$), (EB = voll beblätterte Erbse; ER = halblattlose Erbse; SG = Sommergerste; SW = Sommerweizen).

Die Unkrautunterdrückung durch die Kulturen stand nicht im Zusammenhang mit dem maximalen Deckungsgrad der Kulturpflanzen (Tab. 1). Insbesondere die Erbsen entwickelten zeitweise sehr hohe Deckungsgrade mit etwa 80%, ohne dadurch das Unkraut bis zur Ernte wirksam zu unterdrücken. Als eine Ursache kommt die geringe Abschöpfung der Bodennitrostoffvorräte durch die Leguminosenreinsaaten in Frage (Tab. 1), gestützt wird dies durch eine signifikante, positive Korrelation von 0,4 (Koeffizient nach Spearman), zwischen dem Grad der Unkrautbedeckung vor der Ernte und den mineralischen N-Gehalten im Boden zur Kornfüllung. In zwei Versuchsjahren wurden signifikant höhere N_{\min} -Werte zur Kornfüllung bei den Erbsenreinsaaten gegenüber den weiteren Prüfgliedern festgestellt. Im Jahr 2002 lag ein einheitliches und hohes Niveau von 54 kg/ha N_{\min} vor. Die Reinsaaten von Getreide bedeckten den Boden am schwächsten. Dabei war die Intensität der Unkrautunterdrückung abhängig von der Getreideart.

Sommerweizen ließ die geringste Unkrautentwicklung zu, während in Sommergerste eine vergleichsweise starke Unkrautentwicklung festzustellen war. Die günstigen Werte in der Unkrautunterdrückung des Sommerweizens wurden jedoch nicht durchgängig auf die entsprechenden Gemenge mit Erbsen übertragen. Insgesamt konnten mit dem Gemengeanbau im Mittel der Versuchsjahre geringere Unkrautdeckungsgrade von 1% bis 10% gegenüber der Reinsaat der halbblattlosen Erbse erzielt werden. Eine generelle Überlegenheit der blattrreichen Erbsensorte als Gemengepartner mit den Getreidearten bestätigte sich in Bezug auf die Unkrautkonkurrenz nicht.

Tab. 1: Maximale Deckungsgrade der Kulturpflanzen und Unkräuter im Kulturverlauf sowie die N_{\min} -Werte bei Kornfüllung im Mittel der Versuchsjahre. (EB = voll beblätterte Erbse; ER = halbblattlose Erbse; SG = Sommergerste; SW = Sommerweizen).

Variante	Deckungsgrad [%]				N_{\min} [kg/ha] 0-90 cm	
	Kultur		Unkraut			
EB	82	a ¹	28	ab ¹	50	a ²
ER	78	ab	32	a	48	ab
ER/SG	73	ab	24	bc	39	b
EB/SG	72	b	25	ab	38	bc
EB/SW	69	bc	22	bc	37	c
ER/SW	65	c	26	ab	33	c
SG	46	d	29	ab	32	c
SW	43	d	17	c	32	c

¹ unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Wilcoxon-Test, $\alpha = 0,05$). ² (Tukey-Test, $\alpha = 0,05$).

Schlussfolgerungen:

Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass auf diesem fruchtbaren Standort der Reinanbau von Erbsen ohne Alternative ist, wenn das Produktionsziel Rohproteinertrag je Flächeneinheit im Mittelpunkt steht. Sind hohe Kornerträge für den Marktfruchtverkauf von wirtschaftlicher Bedeutung oder verhindert ein hoher Unkrautbesatz den Erbsenanbau, dann muss bei der Auswahl von Sommerkulturen der Weizen auf vergleichbaren Lößstandorten mit in Betracht gezogen werden. Der Gemengeanbau sollte unter dem Aspekt hinsichtlich der Erhöhung des Rohproteingehaltes in den Getreidekörnern weiterentwickelt werden. Auch die Unkrautregulierung im Erbsenanbau benötigt weitere Unterstützung durch die Forschung um eine zuverlässige Produktion auch im Sinne einer vielfältigen Fruchtfolgegestaltung abzusichern.

Literatur:

Völkel G. (1997): Die Verdrußfrüchte im Ökolandbau? Top Agrar 3:104-107.

Elers B. (2001): Einfluss der Sorte und Bestandesdichte auf Ertrag und Unkrautbesatz bei Futtererbsen. In Reents H.-J., (Hrsg) Von Leit-Linien zu Leit-Bildern. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Freising. Verlag Dr. Köster, S. 409-412.

Kimpel-Freund H., Schmidtke K., Rauber R. (1998): Einfluß von Erbsen (*Pisum sativum* L.) mit unterschiedlichen morphologischen Merkmalen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer (*Avena sativa* L.) auf die Konkurrenz gegenüber Unkräutern. Pflanzenbauwissenschaften 2 (1):25-36.

Einfluss von Intensität und Zeitpunkt der Bodenbearbeitung auf Ertragsbildung von Weizen und N-Dynamik in Wasserschutzgebieten

Effects of intensity and timing of soil tillage on yield and N-dynamics in water protection areas

S. Gruber¹, A. Häberle¹, C. Prade², K. Stahr² und W. Claupein¹

Keywords: cultivation, production systems, water protection, crop farming, nature protection and environmental compatibility

Schlagwörter: Bodenbearbeitung, Betriebssysteme, Wasserschutz, Pflanzenbau, Naturschutz und Umweltverträglichkeit

Abstract:

Water protection is controlled by specific regulations in the German Federal States, e.g. the SchALVO in Baden-Württemberg. An amendment of the SchALVO demands, amongst others, a changed timing and intensity of soil tillage directly after growing crops with high-nitrogen residues. As Organic Farming highly relies on soil tillage for weed control, there is concern about decrease of yield and increase of weed infestation in water protection areas if tillage is restricted. Field experiments were performed on practical farms with three treatments according to SchALVO (rigid tine cultivator or mouldboard plough for primary tillage, used in October, December or February) and two treatments according to best management practice (mouldboard plough in October or November). The treatments were combined with growing either winter wheat or spring wheat, depending on the date of tillage. There were no significant differences between the SchALVO and the practice-related treatments for yield, yield parameters, protein content and weed infestation, whereas there were differences between the winter crop and spring crop. The total N_{min} in soil was slightly lower in the SchALVO treatments. Here, N_{min} reached 39 – 42 kg $N_{min} ha^{-1}$ (mean of the experimental years), compared to the practice-related treatments with 42 or 43 kg $N_{min} ha^{-1}$ in the sub-experiment exemplarily presented in this paper. These differences were not significant at $P \leq 0.05$. Mean N_{min} was 38.5 kg ha^{-1} before starting the experiment. The lowest N_{min} was found after using a cultivator in October. Since the one-time use of a cultivator instead of the plough did not result in obvious disadvantages for the crop, the risk of yield reduction and increased weed infestation seems to be small. Nevertheless, if the initial number of perennial weeds, e.g. thistles, is high, a plough is supposed to be more effective for weed control than non-inversion tillage by cultivator.

Einleitung und Zielsetzung:

Zum Schutz des Grundwassers gelten in den Bundesländern gesetzliche Vorschriften, die in die landwirtschaftliche Bewirtschaftung der Flächen eingreifen. In Baden-Württemberg wird der Grundwasserschutz über die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) geregelt, die u.a. die Terminierung und Intensität der Bodenbearbeitung nach dem Anbau von N-intensiven Vorfrüchten beinhaltet. Je nach Witterung und Erntezeit der Vorfrucht kann eine Winterung folgen, zu der nur pfluglos bearbeitet werden darf. Alternativ kann entweder ein später Umbruch mit dem Pflug

¹Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim (340), 70593 Stuttgart, Deutschland, grubersf@uni-hohenheim.de

²Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim (310), 70593 Stuttgart, Deutschland

im Dezember oder im Folgejahr ab Februar vorgenommen werden, beides verbunden mit dem Anbau einer Sommerung. Zeitlich angepasste Bodenbearbeitung ist besonders in ökologisch wirtschaftenden Betrieben ein wichtiges Instrument zur Regelung des Unkrautdruckes. Landlläufig gilt, dass der Pflug ein unverzichtbares Gerät für den Ökologischen Landbau ist. Bei einer Novellierung der SchALVO im Jahre 2001 stellte sich die Frage, ob die in der Verordnung vorgesehenen Maßnahmen zur Reduzierung bzw. die zeitlichen Verschiebung der Bodenbearbeitung in den Spätherbst oder ins Frühjahr in ökologisch wirtschaftenden Betrieben zu einer Beeinträchtigung der Ertragsbildung und zu einem erhöhten Unkrautauflkommen führen könnten. Daher wurde von der Universität Hohenheim im Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg im Zeitraum 2002 – 2005 auf Praxisflächen geprüft, welchen Einfluss die SchALVO-gemäße Bodenbearbeitung im Vergleich zur üblichen, ordnungsgemäßen Bewirtschaftung ohne Auflagen auf verschiedene pflanzenbauliche und bodenkundliche Kenngrößen hat.

Methoden:

Die Praxisbetriebe lagen in Wasserschutzgebieten Baden-Württembergs in den Regionen Gäu, Schwäbische Alb und Main-Tauber und deckten verschiedene Naturräume und Standortverhältnisse ab. Bei den Versuchen handelte es sich um einfaktorielle Blockanlagen mit vier Wiederholungen, die jeweils in zwei Telexperimenten auf wechselnden oder stationären Flächen angelegt wurden. Die variierte Bodenbearbeitung erfolgte nach dem Anbau von Silomais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Einjährigem Klee gras oder Einjährigem Rotklee. Zwischenfrüchte zur Begrünung waren entweder Senf oder Weidelgras, oder das als Vorfrucht bereits vorhandene Klee gras bzw. der Rotklee wurden für diesen Zeitraum als Begrünung definiert. Die Bodenbearbeitung erfolgte nach den in Tab. 1 angegebenen Zeiträumen und Intensitäten.

Tab. 1: Varianten der Bodenbearbeitung und des Weizenanbaus; grau: nach SchALVO, weiß: praxisüblich nach ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung (ogL); WW: Winterweizen; SW: Sommerweizen.

Variante	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März
Pflug Okt.	Pflug/WW	WW	WW	WW	WW	WW
Grubber Okt.	Grubber/WW	WW	WW	WW	WW	WW
Pflug Nov.	Begrünung	Pflug				SW
Pflug Dez.	Keine Stoppelbearbeitung		Pflug			SW
Pflug Feb.	Begrünung				Pflug	SW

In den Varianten Pflug bzw. Grubber Oktober wurde Winterweizen gesät, in den übrigen Varianten erfolgte im März die Aussaat von Sommerweizen. In diesen Kulturen wurden als pflanzenbauliche Kenngrößen Aufgang, Bestandesdichte, Korn- und Strohertrag, Proteingehalt und N-Gehalt der Pflanzen sowie die Ertragskomponenten untersucht. Zur Erfassung der Stickstoffdynamik wurde auf den Standorten im Telexperiment mit stationären Flächen wöchentlich oder 14-tägig der N_{\min} -Gehalt in 0–90 cm Tiefe bestimmt, auf den wechselnden Flächen monatlich oder halbjährlich.

Ergebnisse und Diskussion:

Bei den pflanzenbaulichen Kenngrößen ergaben sich kaum einheitliche und signifikante Unterschiede zwischen den SchALVO-Varianten und der praxisüblichen, ordnungsgemäßen (ogL) Landbewirtschaftung (Tab. 2). Der Ertrag der Winterungen lag im Durchschnitt aller Jahre, Standorte und Telexperimente leicht über dem der Sommerungen. Es gab jedoch im Versuchszeitraum einzelne Standorte und Jahre, bei denen der Sommerweizen ertraglich überlegen war. Der Sommerweizen erzielte einen signifikant höheren Rohproteingehalt, wie es für die Backqualität erwünscht, im Ökologischen Landbau jedoch wegen des Verzichts auf chemisch-synthetische N-Dünger

nicht ohne weiteres zu realisieren ist. Die meisten Unterschiede in den pflanzenbaulichen Kenngrößen dürften sich auf den Sortencharakter bzw. auf Winter- oder Sommertyp zurückführen lassen.

Tab. 2: Korn- und Strohertrag, Feldaufgang, Ertragskomponenten, Proteingehalt im Korn und Unkrautdichte von Weizen in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung über alle Jahre und Standorte. in Klammern: Standardabweichung; Werte mit gleichen Buchstaben auf gleicher Stufe der Bodenbearbeitung und Kenngröße: nicht signifikant verschieden ($P \leq 0,05$, t-Test). Grau: praxisüblich (ogL), weiß: SchALVO.

	Winterweizen		Sommerweizen		
	Pflug Okt.	Grubber Okt.	Pflug Nov.	Pflug Dez.	Pflug Feb.
Kornertrag dt ha ⁻¹	40,4 a (12,52)	37,9 ab (11,42)	36,8 ab (7,34)	36,3 b (9,82)	36,7 ab (10,75)
Strohertrag dt ha ⁻¹	60,9 a (18,32)	57,7 ab (16,74)	55,7 ab (16,17)	56,2 ab (15,69)	52,2 b (17,88)
Feldaufgang %	62,9 b (19,66)	62,0 b (15,91)	65,3 a (11,44)	67,2 a (11,63)	63,8 a (11,11)
Ährentr. Halme m ⁻²	412,5 b (118,24)	394,1 b (124,04)	466,2 a (96,72)	485,9 a (103,76)	474,4 a (117,21)
Körner/Ähre	29,4 a (13,96)	29,2 a (13,59)	25,0 b (8,21)	23,6 b (8,78)	25,4 b (9,37)
TKM (g)	36,4 a (5,47)	36,3 a (5,71)	33,3 b (4,46)	33,1 b (4,29)	33,3 b (4,94)
Proteingehalt %	11,1 b (2,23)	11,1 b (1,76)	11,8 a (2,43)	11,9 a (2,49)	12,1 a (2,25)
N-Gehalt Pflanze (kg ha ⁻¹)	103,1 a (9,65)	93,8 a (13,21)	95,9 a (0,56)	98,5 a (4,75)	99,6 a (5,87)
Unkraut Pfl. m ⁻² ¹⁾	79,6 ab	76,2 b	112,7 a	104,6 a	125,3 a

¹⁾ rücktransformierte Werte; transformiert: 10,89; 10,01; 11,86; 11, 59, 12,15; s.e.m.: 1,1933.

Innerhalb der Systeme „Winterung“ bzw. „Sommerung“ traten zwischen den SchALVO-Varianten und den praxisüblichen Varianten nach ogL keine signifikanten Unterschiede im pflanzenbaulichen Bereich auf, vergleichbar den Ergebnissen von WALD (2003). Es ist zu betonen, dass es sich – gemäß den Vorgaben der SchALVO – nicht um eine generelle Umstellung des Betriebes auf reduzierte Bodenbearbeitung oder spätere Umbruchtermine handelte, sondern dass diese Maßnahmen nur nach dem Anbau einer Fruchtart mit stickstoffreichen Ernteresten vorzunehmen sind. Bei N_{\min} führten die SchALVO-Varianten im Teilversuch „stationäre Flächen“ bei intensiver Beprobung mit 39 – 42 kg N_{\min} ha⁻¹ zu leicht geringeren Gehalten an mineralischem Stickstoff im Boden gegenüber den ogL-Varianten mit 42 bzw. 43 kg N_{\min} ha⁻¹ (Abb. 1). Dieses Ergebnis steht für den Durchschnitt über die Regionen und die gesamte Prüfzeit. Die Unterschiede waren nicht signifikant. In den Teilversuchen mit wechselnden Flächen fanden sich ebenfalls in der Variante „Grubber Oktober“ die niedrigsten N_{\min} -Gehalte, die sich entweder von der Variante „Pflug Oktober“ (ogL) oder „Pflug November“ (SchALVO) signifikant abhoben. Wegen der uneinheitlichen Beprobungsrhythmen lassen sich die Werte dieser Teilversuche nicht direkt mit denen der stationären Flächen vergleichen. In allen Versuchsjahren waren aus versuchstechnischen Gründen Vorfrüchte angebaut, die im Vergleich zu Getreide nach der Ernte höhere N-Mengen mit den Ernteresten auf dem Feld hinterlassen. Weitaus größere N-Mengen fallen jedoch mit den Ernterückständen der eigentlichen N-intensiven Kulturen an, z.B.

nach dem Umbruch von 2-jährigem Klee gras, die eine weitere Differenzierung der N_{\min} -Gehalte zwischen den Varianten erwarten lassen.

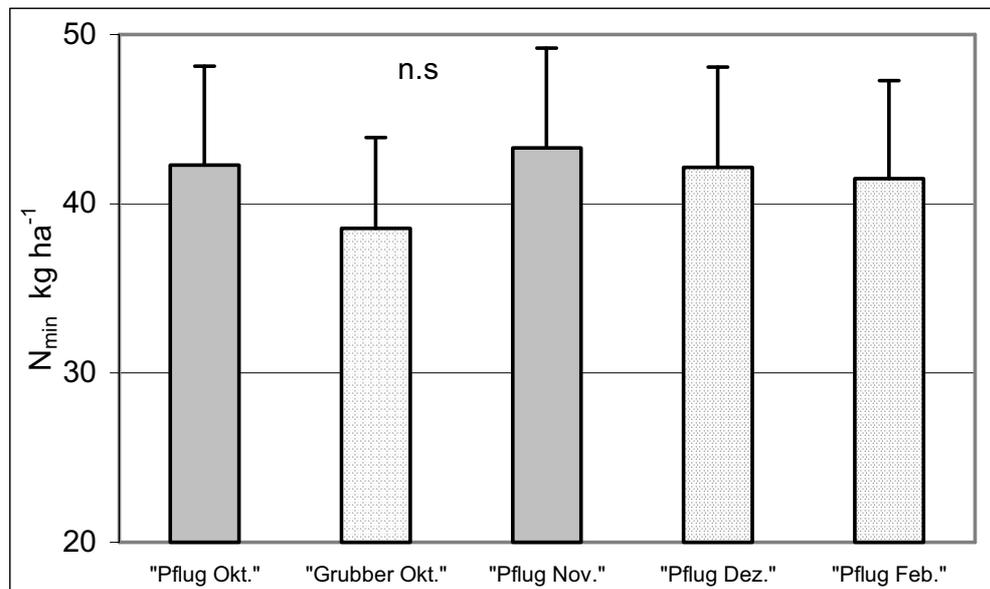


Abb. 1: Durchschnittlicher N_{\min} -Gehalt über 3 Standorte und 2 Versuchsjahre, im Teilversuch mit stationären Flächen; Balken: Standardfehler des Mittelwerts. Nach Auskunft von C. Prade, in HÄBERLE et al. (2006); N_{\min} vor Versuchsbeginn: 38.5 kg ha⁻¹.

Schlussfolgerungen:

Das Risiko von erheblichen Ertragsbeeinträchtigungen auf Grund einer einmalig reduzierten bzw. im Zeitpunkt verschobenen Bodenbearbeitung gemäß SchALVO scheint gering. Wenn wegen der späten Ernte der Vorfrucht oder witterungsbedingt erst spät bearbeitet werden kann und eine Sommerung angebaut werden muss, kann es gegenüber vergleichbaren Wintertypen zu Ertragsrückgängen kommen, die bei Weizen durch eine höhere Qualität kompensiert werden. Üblicherweise folgt in einer ökologischen Fruchtfolge Weizen einer Vorfrucht mit N-reichen Ernteresten. Wenn Sommerweizen wirtschaftlich oder arbeitswirtschaftlich im Betrieb nicht gewünscht ist, sollte geprüft werden, ob alternativ andere Sommerungen mit guter Stickstoffverwertung, z.B. Feldgemüse oder Mais, angebaut werden können. Perennierende Unkräuter, die auf den Versuchsflächen kaum auftraten, könnten sich durch den Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung ausbreiten. Da die reduzierte bzw. späte Bearbeitung jedoch nur in mehrjährigen Abständen (nach N-intensiven Vorfrüchten) zu erfolgen hat, scheint eine effektive Kontrolle über Stoppelbearbeitung und wendende Grundbodenbearbeitung in den anderen Jahren praktikabel. Der Einsatz reduzierter, d.h. nicht-wendender Bodenbearbeitung ermöglicht überdies Einsparungen an Energie und Arbeitszeit. Die SchALVO-konforme Bodenbearbeitung, besonders der Grubber, hat zu leichter Reduzierung der N_{\min} -Gehalte im Boden geführt. Die Relevanz dieser Differenz bleibt Gegenstand der Diskussion im Rahmen der umweltpolitischen Ziele.

Literatur:

Häberle A., Prade C., Gruber S., Stahr K., Claupein W. (2006): „Ökologischer Landbau und Wasserschutz“. Schlussbericht des MLR-Projekts, Universität Hohenheim.

Wald F. (2003): Einfluss der Bearbeitungsintensität beim Umbruch von Luzerne-Klee gras auf die Stickstoffmineralisation im organischen Landbau. Dissertation, Universität Hohenheim.

Bewirtschaftungsfreie Zeitfenster für den Naturschutz - Auswirkung auf die N₂-Fixierleistung von Luzernebeständen

Periods without soil management for nature conservation – effects on nitrogen fixation of Lucerne crops

G. Pietsch¹, R. Hrbek¹, G. Schmutzer² und J. K. Friedel¹

Keywords: crop farming, plant nutrition, soil fertility, nature protection and environmental compatibility, Lucerne

Schlagwörter: Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Bodenfruchtbarkeit, Naturschutz und Umweltverträglichkeit, Luzerne

Abstract:

We studied the effect of a mulching regime optimised with respect to nature conservation on yield and nitrogen fixation rate of Lucerne. The first harvest was two weeks earlier and the second harvest was two weeks later than usual. At the first harvest in 2004, the shoot yield from the nature conservation variant was significantly lower than the yield from the usual treatment. At the second harvest date in 2004, there were no differences. The total nitrogen fixation in 2004 did not differ between the treatments. In 2005, both shoot yield and total nitrogen fixation showed no differences between the two variants as well. From this study it can be concluded that a displacement of mulching dates of Lucerne in most cases will have no significant effect on the total nitrogen fixation and percentage of N derived from the air. A negative effect, like at the first harvest in 2004, is only to be expected if weather conditions are moist until the first harvest and extremely dry further on until the second harvest. The results were used in recommendations for the agricultural practice to diminish the mortality rate of wild game and were regarded in the agricultural legislation in Austria.

Einleitung und Zielsetzung:

Biologisch bewirtschaftete Ackerflächen weisen eine hohe Attraktivität für viele Wildtiere der offenen Ackerbaulandschaft auf. In intensiv ackerbaulich genutzten Regionen wie dem Marchfeld, das durch große Bewirtschaftungseinheiten und einen geringen Anteil an Brachen und Landschaftselementen charakterisiert ist, können Bio-Flächen trotz ihres Naturschutzpotentials zur ökologischen Falle werden. Die Luzerne (*Medicago sativa* L.) ist in den überwiegend viehlosen ökologisch bewirtschafteten Betrieben in Ostösterreich die wichtigste Leguminose in der Fruchtfolge. Durch das praxisübliche häufige Häckseln bzw. Mulchen von Luzernebeständen im Zeitraum Ende Mai bis Mitte Juni wurden massive Ausfälle von Niederwild und bodenbrütenden Vögeln beobachtet (DISTELVEREIN 2003). Durch die kurzen Mahdintervalle ist keine ausreichende Reproduktion für die Feldlerche möglich, für andere Feldvögel und den Feldhasen kann eine ähnliche Problematik angenommen werden (STEIN-BACHINGER et al. 2002). Im Rahmen dieses Projektes³ sollte geklärt werden, ob und in welchem Umfang die aus wildtierbiologischer Sicht sinnvolle Vorverlegung des ersten Nutzungstermins (zwei Wochen früher als der produktionsoptimierte, praxisübliche Nutzungstermin) und die Verzögerung des zweiten Nutzungstermins (zwei Wochen später als in der praxisüblichen, produktionsoptimierten Variante) die Ertrags- und

¹Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich, gabriele.pietsch@boku.ac.at

²Bio-Landwirt mit abgeschlossenem landwirtschaftlichem Universitätsstudium

³Teilprojekt einer Studie des Distelvereins (Kelemen-Finan und Frühauf 2005)

biologische Stickstofffixierleistung von mulchgenutzten Luzernebeständen beeinflussen.

Methoden:

Der Feldversuch wurde in den Jahren 2004 und 2005 auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen der Universität für Bodenkultur in Raasdorf (nordöstliches Flach- und Hügelland Marchfeld, 150-160 m Seehöhe) durchgeführt. Die Versuchsvarianten (naturschutzoptimierter vs. praxisüblicher Luzerne-Nutzungstermin) wurden in 4-facher Wiederholung in einem randomisierten Blockversuch angelegt. Der Standort Raasdorf ist durch spezifische pannonische Klimabedingungen geprägt (geringe Niederschlagssummen 500 - 550 mm im Jahr, Dürreperioden von 3 - 6 Wochen pro Jahr, Jahresdurchschnittstemperatur 9.8 °C). Die Saat wurde Mitte April 2004 als Drillsaat (Luzerne-Sorte *Sitel*, Saatstärke 25 kg ha⁻¹) durchgeführt. Zur Abschätzung der N₂-Fixierleistung mit der ¹⁵N-Verdünnungsmethode (CHALK 1985) wurde ein Gräser-Gemenge bestehend aus Glatthafer, Knautgras, Deutschem Weidelgras und Rotschwingel als Referenzpflanze verwendet. In beiden Vegetationsperioden (1. Hauptnutzungsjahr: 2004, 2. Hauptnutzungsjahr: 2005) wurde der Einfluss von zwei variierten Nutzungsterminen pro Jahr auf den Ertrag (Schnittgut und Ernterückstände) und die N₂-Fixierleistung der Luzernebestände untersucht. In der naturschutzoptimierten Variante 1 wurden die Erntetermine um etwa zwei Wochen vor (1. Ernte) bzw. nach (2. Ernte) der praxisüblichen Erntetermine verschoben und somit ein um vier Wochen verlängertes bewirtschaftungsfreies Zeitfenster eingerichtet.

Ergebnisse und Diskussion:

Durch den kalt-feuchten Frühling im Jahr 2004 erfolgte die Aussaat erst Mitte April und die Luzernebestände erreichten nach 81-95 Tagen Anfang (Var. 1) bzw. Mitte Juli (Var. 2) das Entwicklungsstadium Blühbeginn bzw. Vollblüte. Im 2. HNJ (2005) hatten die Luzernepflanzen naturgemäß einen Entwicklungsvorsprung und die Wachstumsperiode von Vegetationsbeginn bis zur 1. Ernte betrug nur 38-53 Tage. Deshalb ergab die akkumulierte Temperatur- bzw. Niederschlagssumme bis zur 1. Ernte im 1. HNJ etwa doppelt so hohe Werte wie im 2. HNJ und der TM-Schnittgutertrag beider Varianten war ergiebiger zur 1. Ernte im Jahr 2004. Dagegen zeichnete sich im 2. HNJ der Zeitraum von der 1. zur 2. Ernte durch eine höhere Niederschlagssumme aus (Tab. 1).

Tab. 1: Erntedaten, Witterungsverhältnisse und TM-Erträge der Luzernebestände im 1. und 2. Hauptnutzungsjahr (Mittelwert von 4 Wiederholungen).

Jahr Erntetermin Nutzungsvariante Datum	2004 (1. HNJ)				2005 (2. HNJ)			
	1. Ernte		2. Ernte		1. Ernte		2. Ernte	
	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2
Tage ¹	81	95	63	35	38	53	63	35
Temperatursumme [°C] ¹	1244	1507	1266	752	505	779	1203	635
Niederschläge [mm] ¹	189	197	34	10	70	86	121	99
[mm / Tag]	2,3	2,1	0,5	0,3	1,8	1,6	1,9	2,8
Entwicklungsstadium ²	61	65	57	51	57	65	70	65
Schnittgutertrag [dt ha ⁻¹]	32 ^b	46 ^a	12 ^a	14 ^a	30 ^a	24 ^a	16 ^a	11 ^a
Stoppelertrag [dt ha ⁻¹]	4 ^b	6 ^a	6 ^a	7 ^a	6 ^a	7 ^a	9 ^a	11 ^a
Wurzeltrug [dt ha ⁻¹] ³	-	-	48 ^a	88 ^a	-	-	111 ^a	106 ^a

HNJ: Hauptnutzungsjahr; Var 1: naturschutzoptimiert; Var 2: praxisüblich; ¹: Vegetationsbeginn 15.4. bis 1. Ernte, 1. Ernte – 2. Ernte; ²: Koordinierter Dezimalcode (KDC) nach Buhtz et al. (1990): 51 = Beginn Knospenstadium, 57 = Ende Knospenstadium, 61 = Blühbeginn, 65 = Vollblüte, 70 = Beginn Hülsenentwicklung; ³: Wurzeltrug 0-60 cm; Mittelwerte eines Erntetermines mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($P < 0,05$).

Zur 1. Ernte im 1. HNJ war der TM-Schnittgut- und Stoppelertrag der naturschutz-optimierten Variante 1 signifikant geringer als beim praxisüblichen Nutzungsregime (Variante 2 siehe Tab. 1). Zu allen anderen Ernteterminen wurden keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den beiden Nutzungsregimen festgestellt. Zur 1. Ernte im 1. HNJ war die N₂-Fixierleistung (nur oberirdische Biomasse) der naturschutz-optimierten Variante 1 signifikant geringer als die des praxisüblichen Nutzungsregimes (Abb. 1). Grund dafür war der signifikant höhere TM-Schnittgutertrag der Variante 2 mit 46 dt ha⁻¹ im Vergleich zur Variante 1 mit 32 dt ha⁻¹. Zu allen anderen Ernteterminen wurden keine signifikanten Unterschiede in der N₂-Fixierleistung festgestellt.

Die Jahres-N₂-Fixierungsleistung⁴, die für die N-Versorgung der Nachfrüchte von größerer Bedeutung ist als die N₂-Fixierleistung der einzelnen Aufwüchse, betrug im 1. HNJ 200 kg N ha⁻¹ (Var. 1) / 265 kg N ha⁻¹ (Var. 2) und im 2. HNJ 260 kg N ha⁻¹ (Var. 1) / 228 kg N ha⁻¹ (Var. 2). Der ertragsunabhängige Anteil N aus der Luft (N_{dfa}) in den Leguminosen ergab 66-73% (1. Ernte) und 68-76% (2. Ernte) im 1. HNJ sowie 60-63% (1. Ernte) und 67-70% (2. Ernte) im 2. HNJ. In beiden Hauptnutzungsjahren unterschieden sich weder die Jahres-N₂-Fixierleistung noch der Anteil des Leguminosen-N aus der Luft signifikant zwischen den Varianten.

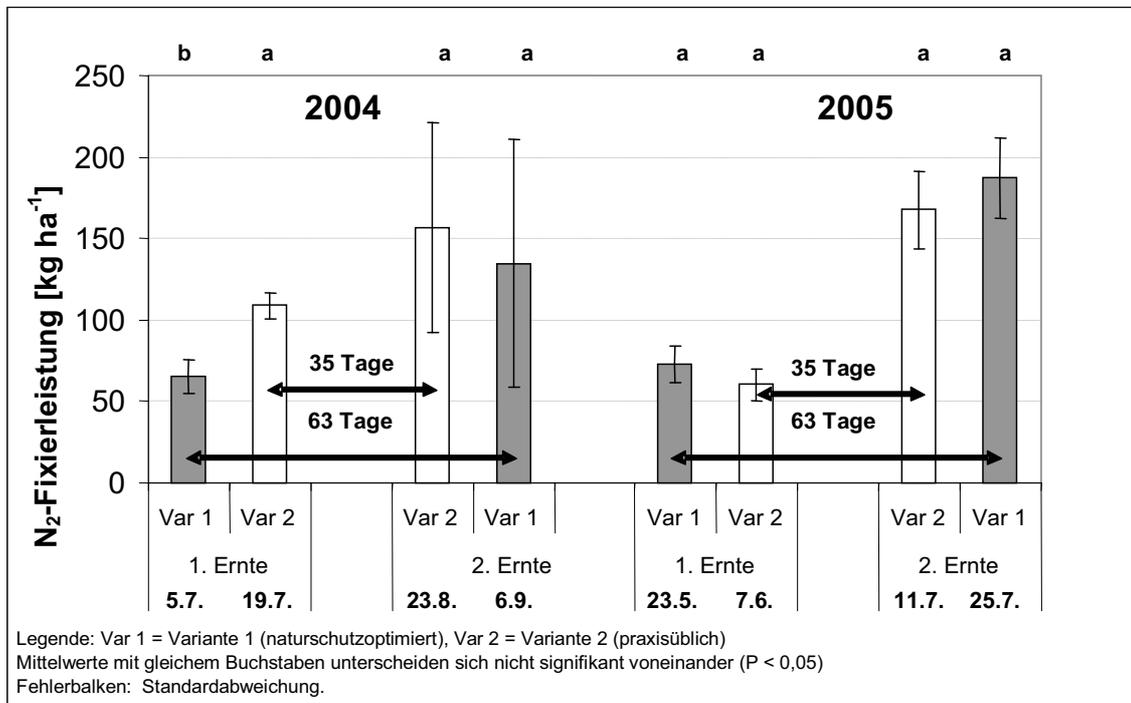


Abb. 1: N₂-Fixierleistung der Luzernebestände zum 1. (nur oberirdisch) und 2. Erntetermin (gesamtpflanzliche N₂-Fixierleistung) in Abhängigkeit vom Nutzungsregime.

Die tendenziell geringere Jahres-N₂-Fixierleistung im 1. HNJ war witterungsabhängig und ist nur bei der Kombination einer guten Wasserversorgung zum ersten Aufwuchs und mit Trockenheit zum zweiten Aufwuchs zu erwarten (Szenario 2, Tab. 2). Bei allen anderen Szenarien ist die naturschutzoptimierte der praxisüblichen Nutzungsvariante gleichzusetzen (Tab. 2). Die Ergebnisse aus dem 2. HNJ dieser Untersuchung bestätigen diese Annahme (Szenario 3).

⁴Summe der symbiotisch gebundenen N-Menge im Schnittgut aller Aufwüchse und in den Wurzeln zur letzten Ernte

Tab. 2: Auswirkung der Witterungsverhältnisse auf die Jahres-Stickstofffixierleistung der Versuchsvarianten 1 (naturschutzoptimiert) und 2 (praxisüblich) – 4 Szenarien (HRBEK 2005).

Witterungsverhältnisse vom 1. bis zum 2. Erntetermin	Witterungsverhältnisse bis zum 1. Erntetermin		
	trocken		feucht
	trocken	Szenario 1: 1. Ernte: Var 1 \leq Var 2 2. Ernte: Var 1 = Var 2 Gesamt: Var 1 = Var 2	Szenario 2: 1. Ernte: Var 1 < Var 2 2. Ernte: Var 1 = Var 2 Gesamt: Var 1 \leq Var 2
feucht	Szenario 3: 1. Ernte: Var 1 \leq Var 2 2. Ernte: Var 1 \geq Var 2 Gesamt: Var 1 = Var 2	Szenario 4: 1. Ernte: Var 1 < Var 2 2. Ernte: Var 1 \geq Var 2 Gesamt: Var 1 = Var 2	

Schlussfolgerungen:

Eine an die Bedürfnisse der Wildtiere orientierte Verschiebung der Nutzungstermine der Luzerne bzw. ein verlängertes Zeitfenster ohne Bewirtschaftungsmaßnahmen hat aus pflanzenbaulicher Sicht in der Mehrzahl der Fälle keinen nachteiligen Effekt für die Versorgung der Fruchtfolge mit Stickstoff. Die Ergebnisse dieser Studie wurden bei der Gestaltung der ÖPUL-Maßnahmen (Österreichisches Programm für den ländlichen Raum 2007-2013) berücksichtigt.

Literatur:

Buhtz E., Boese L., Grunert C., Hamann W. (1990): Koordinierter Dezimalcode (KDC) der phänologischen Entwicklung für landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Gemüse, Obst und Sonderkulturen. Feldversuchswesen 7/1, Berlin, 94 S.

Chalk P. M. (1985): Estimation of N_2 fixation by isotope dilution: An appraisal of techniques involving ^{15}N enrichment and their application. Soil Biol Biochem 17: 389-410.

Distelverein (2003): Wirkungsgefüge Biolandbau und Artenschutz. Attraktivität von biologisch bewirtschafteten Feldern für Indikatorarten der offenen Agrarlandschaft im pannonischen Raum. 2. überarbeitete Fassung. Studie im Rahmen der ÖPUL-Evaluierung 2003. Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 52 S.

Hrbek R. (2005): Auswirkungen variierteter Nutzungstermine auf den Ertrag, die Stickstofffixierleistung und auf die Beikrautentwicklung in ökologisch bewirtschafteten Luzernebeständen im pannonischen Klimaraum Ostösterreichs. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Kelemen-Finan J., Frühauf J. (2005): Einfluss des biologischen und konventionellen Landbaus sowie verschiedener Raumparameter auf bodenbrütende Vögel und Niederwild in der Ackerbau-landschaft: Problemanalyse – praktische Lösungsansätze. http://www.distelverein.at/media/pdf/Bio_Syn.pdf.

Stein-Bachinger K., Fuchs S., Petersen H. (2002): Integration von Naturschutzzielen in Produktionssystemen des Ökologischen Landbau – Möglichkeiten und Konfliktfelder. Schriftenreihe des BMVEL, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, Heft 494:196 – 201.

Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln

Preceding catch crop effects on yield and quality of maize and potato

H. Kolbe¹

Keywords: plant nutrition, soil fertility, catch crops

Schlagwörter: Pflanzenernährung, Bodenfruchtbarkeit, Zwischenfrüchte

Abstract:

Catch crops of different species (legumes (I), legume and non-legume mixtures (II), grasses (III), herbs (IV), without (V)) lead to yield increasing (potato tuber) and also to yield decreasing effects (silage maize) of the subsequent crops. Main reason for these results seems to be differences in the C/N ratios, so that especially in organic farming the catch crops have to plough under in a relatively young growth stage. Over this, most catch crop species have had small but significant increasing effects on the contents of N, P, K, Mg and further ingredients of the following crops.

Einleitung und Zielsetzung:

Zur Verbesserung des Nährstoffmanagements und zur Ausnutzung von Vorfruchteffekten wurden verschiedene Zwischenfrüchte zur Gründüngung unter den kontinentaleren Bedingungen des Öko-Feldes in Roda (Sachsen) geprüft (KOLBE 2006). Neben der Wirkung auf die Erträge wurden in diesen Versuchen besonders die Veränderungen in den Gehalten an Inhaltsstoffen bei den nachfolgenden Früchten Silomais und Kartoffelknollen untersucht.

Methoden:

Versuchsort: Öko-Feld Roda, Lößlehm, 68 Bodenpunkte.

Versuchsansatz: Für die Nachfrüchte Mais (1998/99 – 2000/01: 662 mm Niederschlag, 10,1 °C) und Kartoffeln (2001/02 – 2003/04: 602 mm Niederschlag, 9,8 °C) wurden Feldversuche mit Ortswechsel in Form von Blockanlagen mit 4 Wiederholungen nach Getreide im 2. Glied nach mehrjährigen Leguminosen angelegt.

Versuchsvarianten: Jeweils nach Getreideernte Pflügen, Saatbettbereitung und Ein-saat der Zwischenfrüchte (KOLBE 2006). Umbruch der Zwischenfrüchte im Spätherbst: Bei hohem Bewuchs zunächst Mulchen, Grubbern, dann Pflügen; bei geringem Bewuchs nur Pflügen (25 cm), Saatbettbereitung im Frühjahr.

Nachbau von Mais: Aussaat Ende April, Sorten *Goldoli* u. *Bangay*, 14 Körner/m² (Ziel 12 Pflanzen/m²), 0,75 m Reihenabstand.

Unkrautregulierung: im Voraufbau 1 x Striegeln, im Nachaufbau bei 5 - 10 cm Höhe nach Bedarf leicht Striegeln sowie später je nach Unkrautentwicklung mehrmals mit Rollhacke zunächst von der Reihe Weghacken, später in die Reihe Anhäufeln.

Nachbau von Kartoffeln: Pflanzung Ende April, Sorte *Agria*, 40 000 Knollen/ha, 0,75 m Reihenabstand.

Pflege: mehrmals Ab- und Anhäufeln, zuletzt Anhäufeln kurz vor Reihenschluss.

Analysemethoden: N_{min}-Methode nach HOFFMANN (1991), TM: Trockenschrank bei 105 °C; NEL (Mais): nach Weißbach; Stärke (Kartoffeln): Unterwassergewicht; N: Kjeldahl-Verfahren, P, K, Mg nach BUCHHOLZ (1993); statistische Analysen: Varianzanalyse, Dunnet-Test (gegen Nullvariante V) mit SPSS.

¹FB Pflanzliche Erzeugung, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, G.-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig, Deutschland, Hartmut.Kolbe@smul.sachsen.de

Ergebnisse und Diskussion:

Die Ergebnisse werden als Mittelwerte folgender Zwischenfruchtgruppen dargestellt:

- I **Leguminosen** (Perserklee, Inkarnatklee, Weißklee, Zottelwicke, Lupine, Felderbse, Platterbse)
- II **Gemenge** (Landsberger Gemenge, „Meliorationsgemenge“ abfrierend aus Platterbse, Perserklee, Buchweizen, Phacelia)
- III **Gräser** (Welsches Weidelgras)
- IV **Kräuter** (Phacelia, Buchweizen, Weißer Senf)
- V **ohne Zwischenfrucht**.

Zum Herbsttermin wurde eine deutliche Reduzierung der N_{\min} -Werte durch Anbau von Gräsern und Kräutern erzielt. Durch Anbau von Leguminosen wurden die Herbst-Werte nur geringfügig verringert, in den Varianten ohne Zwischenfrucht traten keine großen Veränderungen ein (Abb. 1).

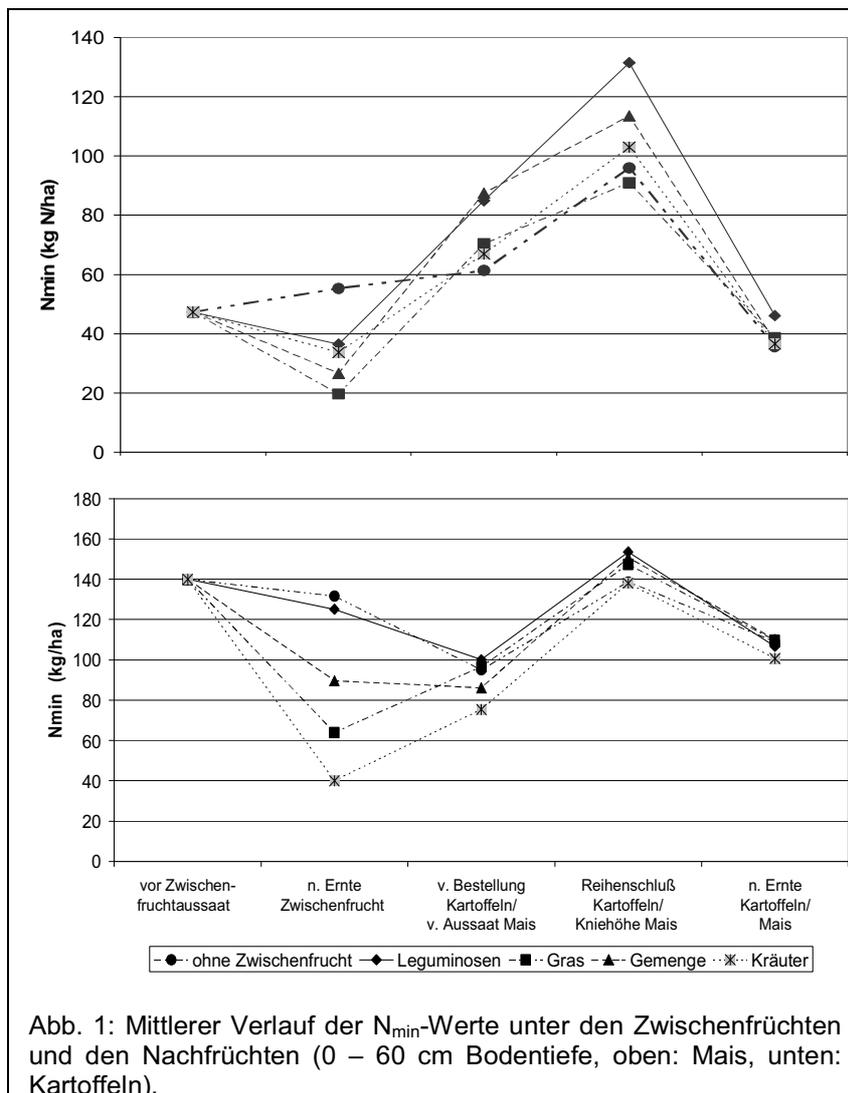


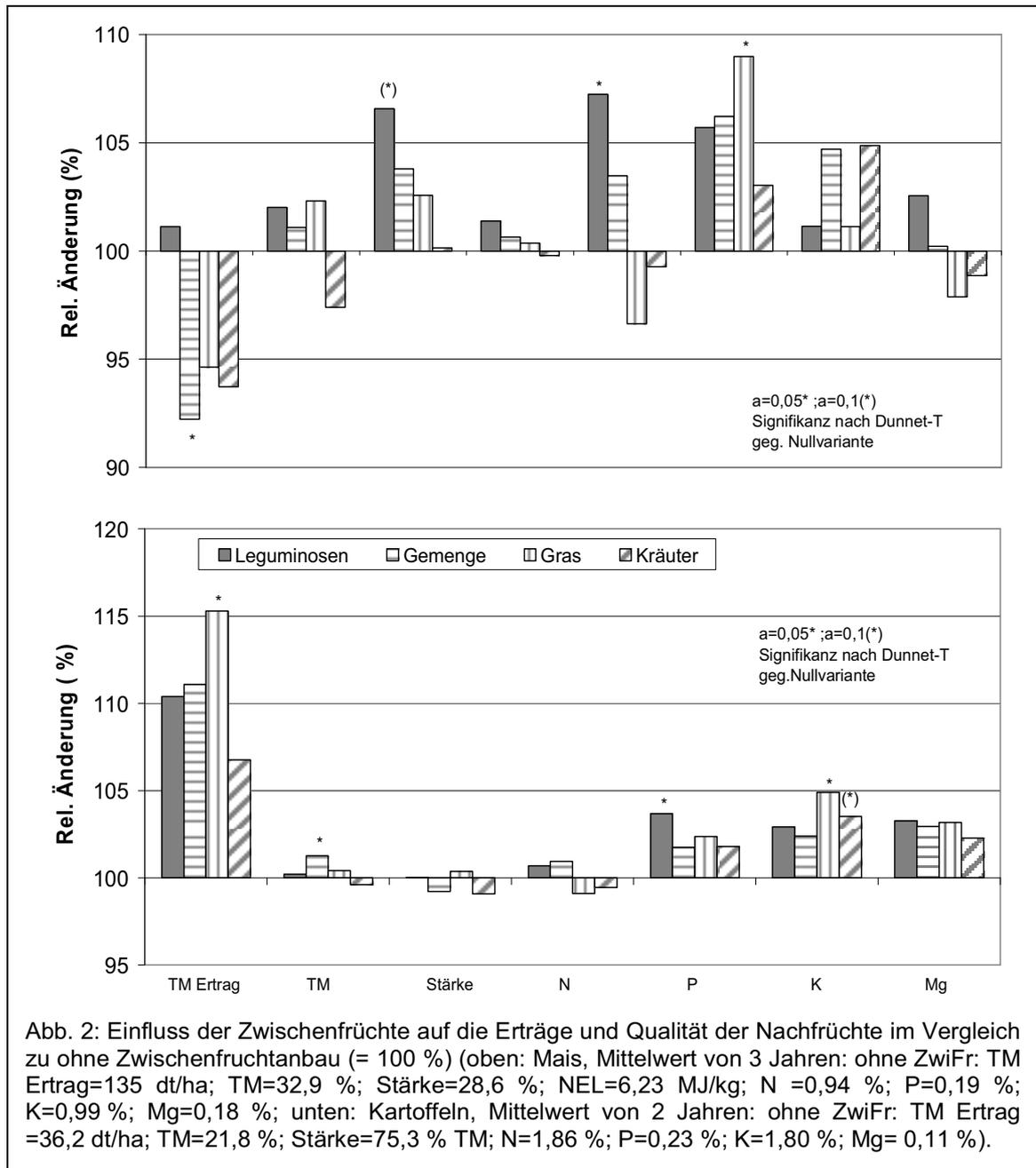
Abb. 1: Mittlerer Verlauf der N_{\min} -Werte unter den Zwischenfrüchten und den Nachfrüchten (0 – 60 cm Bodentiefe, oben: Mais, unten: Kartoffeln).

Im nächsten Frühjahr lagen die N_{\min} -Werte der Leguminosen und Gemenge über denen der anderen Varianten. In fast allen Zwischenfruchtvarianten war ein höherer Anstieg der Werte bis zum Reihenschluss der Kartoffeln bzw. im kniehohen Maisbestand zu verzeichnen als in der Variante ohne Zwischenfruchtanbau.

Diese relativ ähnliche Entwicklung der N_{\min} -Werte hatte aber eine deutlich unterschiedliche Ertragsreaktion der Nachfrüchte zur Folge (Abb. 2). Beim **Mais** wurden im Vergleich zu ohne Zwischenfrucht die Ganzpflanzenerträge besonders durch

Anbau von Gemenge, Gräsern und Kräutern herabgesetzt. Lediglich durch die Leguminosen-Zwischenfrüchte konnte das Ertragsniveau der Variante ohne Zwischenfruchtanbau erreicht werden. Die aufgeführten Werte an Inhaltsstoffen wurden dagegen meistens angehoben. Durch Leguminosen wurden besonders die Gehalte an Stärke, NEL und die N-Gehalte erhöht, während Gras und Kräuter hierauf kaum einen Einfluss ausübten.

Bei den **Kartoffeln** führten dagegen alle Zwischenfruchtvarianten zu höheren Knolenerträgen (von bis zu 25 dt/ha), während lediglich die Werte der Mineralstoffe in den Knollen angehoben werden konnten (Abb. 2). Ähnliche Ertragsreaktionen konnten auch BÖHM (2001) und REENTS & MÖLLER (2000) ermitteln. Leguminosenanbau hatte eine Anhebung der P-Gehalte und Gras- und Kräuter-Zwischenfrüchte eine Erhöhung der K-Werte in den Knollen zur Folge.



Zwischen den Gehalten an Mineralstoffen in den Zwischenfrüchten und den Werten in den Nachfrüchten bestanden in der Regel geringe positive Korrelationen. Durch weitere Auswertungen konnte eine spezifische Abhängigkeit der Ertragsergebnisse der Nachfrüchte von den C/N-Verhältnissen der Zwischenfrüchte aufgezeigt werden (Abb. 3). Die C/N-Verhältnisse sind mit steigenden Erträgen an Zwischenfrüchten angestiegen, was auch Rückschlüsse auf das Alter der Zwischenfrüchte zulässt. Daneben sind

die C/N-Verhältnisse der Leguminosen deutlich enger als die der Nichtleguminosen. Die Erträge der Nachfrucht Kartoffeln sind infolge steigender C/N-Verhältnisse der Zwischenfrüchte abgefallen.

Schlussfolgerungen:

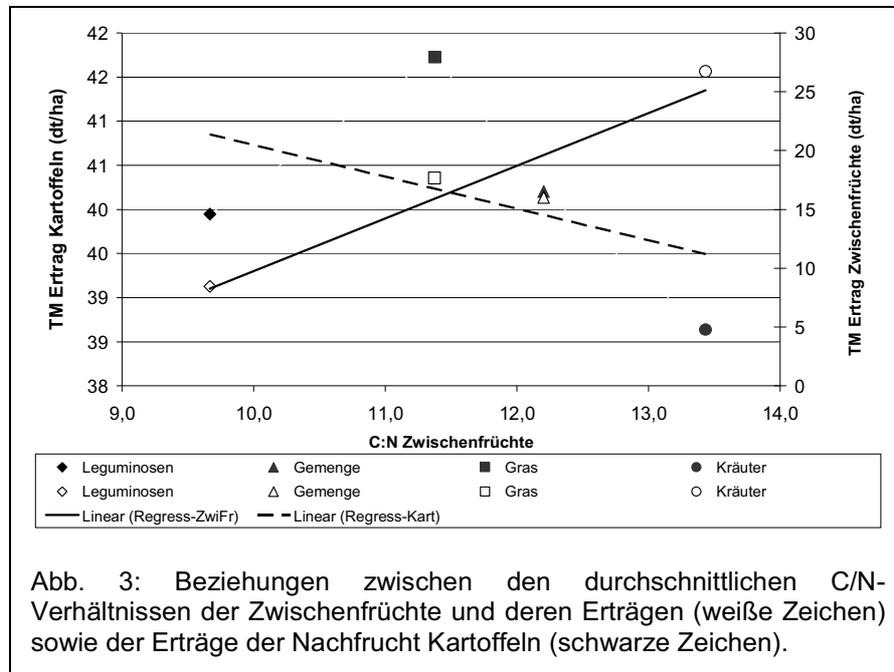


Abb. 3: Beziehungen zwischen den durchschnittlichen C/N-Verhältnissen der Zwischenfrüchte und deren Erträgen (weiße Zeichen) sowie der Erträge der Nachfrucht Kartoffeln (schwarze Zeichen).

Die Ergebnisse zeigten eine unterschiedliche Ertragsreaktion der zwei Hauptfrüchte auf die Zwischenfrüchte. Auf Grund der relativ niedrigen N-Versorgung im Ökolandbau sollten die Zwischenfrüchte nicht zu alt bzw. nicht zu spät untergepflügt werden, damit keine zu weiten C/N-Verhältnisse sich einstellen, die über eine zwi-

schenzeitliche N-Festlegung zu negativen Ertragsreaktionen bei der Nachkultur führen können (s. MÖLLER et al. 2003). Dagegen bewirkte der Anbau verschiedener Zwischenfrüchte eine relativ gleichmäßige, erhöhende Wirkung der Gehalte an Inhaltsstoffen in den nachgebauten Früchten. Das Ausmaß in der Anhebung sollte aber nicht überschätzt werden.

Literatur:

Böhm H. (2001): Bodenseparierung mit integriertem Zwischenfruchtanbau und variiertes organischer Düngung im ökologischen Kartoffelbau. In: Reents H.J. (Hrsg.): Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 269 – 272.

Buchholz H. (1993): Pflanzliche Inhaltsstoffe. VDLUFA-Methodenbuch Bd. III, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Hoffmann G. (1991): Die Untersuchung der Böden. VDLUFA-Methodenbuch Bd. I, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Kolbe H. (2006): Eignung verschiedener Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln. Poster, Vortragsveranstaltung mit Feldtag „Forschung zum Ökologischen Landbau in Sachsen“, Roda, 14.06. 2006. <http://orgprints.org/8878> (Abruf: 27.09. 2006).

Möller K., Kolbe H., Böhm H. (2003): Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 200 S.

Reents H. J., Möller K. (2000): Effect of different catch crops grown after peas on nitrate dynamics in soils and on yield and quality of subsequent potatoes and wheat. Proceedings of IFOAM Scientific Conference 13, S. 73 – 76.

Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau - Variabilität wichtiger Inhaltsstoffe in Abhängigkeit vom Standort -

Breeding of lupines for the ecological farming Variability of important ingredients in relation to location

H.-U. Jürgens¹, G. Jansen¹ und J. Kuhlmann²

Keywords: development of organic agriculture, crop farming, blue lupin

Schlagwörter: Entwicklung Ökolandbau, Pflanzenbau, Blaue Lupine

Abstract:

Lupines are used as protein-rich feeding stuff with high quality for the organic farming. Therefore important quality parameters are estimated in different cultivars and breeding lines of blue lupins in relation to location. Protein content, amino acid composition, fat and fatty acid composition, as well as antinutritive substances (raffinose oligosaccharides and alkaloids) were often more different between locations than cultivars. The reason for differences in content and composition of the ingredients is caused probably by diverse environmental conditions especially soil acidity (pH-value).

Einleitung und Zielsetzung:

Der Anbau von einheimischen Körnerleguminosen hat im ökologischen Landbau für die Betriebe eine besondere Bedeutung bei der Versorgung mit proteinreichen Futtermitteln und stellt gleichzeitig neben der organischen Düngung eine wichtige Quelle für die Zufuhr von Stickstoff in den Boden dar. Nach Erbsen rangiert der Anbau von Lupinen mit einer durchschnittlichen Anbaufläche von 40.000 ha im Jahr an zweiter Stelle noch vor den Ackerbohnen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006). Dies wurde durch die Züchtung von bitterstoffarmen Sorten mit einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Anthraknose (*Colletotrichum gloeosporioides*) vornehmlich bei der Blauen Lupine (*Lupinus angustifolius*) ermöglicht.

In einem 2-jährigen Versuch wurden aktuelle Sorten und Zuchtmaterial auf ihre wertgebenden Inhaltsstoffe an 3 ökologischen Standorten geprüft. Die Untersuchungen umfassten die Bestimmung von Protein, Fett und freien Zuckern einschließlich der Raffinoseoligosaccharide (RFO's), die ebenso wie die analysierten Alkaloide den antinutritiven Substanzen zugeordnet werden. Weiterhin wurde die Proteinqualität hinsichtlich ihrer Zusammensetzung an wichtigen, insbesondere schwefelhaltigen, Aminosäuren betrachtet.

Im folgenden Beitrag sollen die Ergebnisse vorgestellt und in Abhängigkeit vom Standort diskutiert werden.

Methoden:

Der Anbau der Lupinen (17 Blaue, darunter 5 Zuchtstämme) erfolgte in 4facher Wiederholung auf zwei ökologischen Standorten in Mecklenburg-Vorpommern (Groß Lüsewitz, Gülzow) und auf einem ökologischen Standort in Niederbayern (Bogen).

Der Rohstickstoff wurde nach Kjeldahl bestimmt und der Rohproteingehalt aus dem nach Kjeldahl bestimmten Stickstoffgehalt durch Multiplikation mit 6.25 berechnet. Die Aminosäurenanalyse erfolgte nach Hydrolyse der Proteine und Derivatisierung der freigesetzten Aminosäuren mit 6-Aminoquinolyl-N-Hydroxysuccinimidyl-Carbat an

¹Institut für abiotische Stresstoleranz, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß Lüsewitz, Deutschland, h.juergens@bafz.de

²Saatzucht Steinach GmbH, Station Bornhof, Klockower Str. 11, 17219 Bocksee, Deutschland

der HPLC mittels fluoreszenzspektrometrischer Detektion (COHEN & MICHAUD 1993). Die Alkaloide wurden zuerst mit Salzsäure extrahiert, anschließend an einer Chem-Elut Säule aufkonzentriert und am GC/MS bzw. GC identifiziert und quantifiziert (TORRES et al. 2002, WINK et al. 1995). Die Bestimmung der mit wässrigem Methanol extrahierten RFO's erfolgte nach Umsetzung zu den Trimethylsilylethern am GC (GORECKI et al. 1997). Am GC wurde ebenfalls die Fettsäurezusammensetzung des extrahierten Öls nach Umesterung zu den Methylestern bestimmt (ARENS et al. 1994).

Ergebnisse und Diskussion:

Über das durchschnittlich um ein Drittel höhere Ertragsniveau der Blauen Lupinen (Sorten und Zuchtstämme) mit über 30 dt/ha auf den beiden ökologischen Standorten in Gülzow und Groß Lüsewitz gegenüber dem Standort Bogen in den Versuchsjahren 2004 und 2005 wurde bereits berichtet (JANSEN et al. 2005b). Als Ursache wird eine unterschiedliche Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit auf den Standorten angenommen. So zeichnen sich beide Standorte in Mecklenburg-Vorpommern durch leichtere Böden mit niedrigem pH-Wert aus, während im niederbayrischen Bogen kalkhaltiger Boden mit hohen pH-Werten vorhanden ist. Gleichzeitig wurden auch gravierende Differenzen im Rohproteingehalt zwischen diesen Standorten beobachtet. Die Unterschiede zwischen dem Standort Bogen mit durchschnittlich etwa 21% Rohprotein und den beiden Standorten in Mecklenburg-Vorpommern mit durchschnittlich etwa 30% Rohprotein waren so groß, dass die Sortenunterschiede fast vernachlässigbar waren (JANSEN et al. 2005a). Werden die Proteingehalte im Zusammenhang mit den Erträgen betrachtet, multiplizieren sich die Differenzen zwischen den Standorten und führten auf den schwach sauren Böden zu einem Proteinertrag von durchschnittlich 10 dt/ha gegenüber 4 dt/ha auf dem kalkhaltigen Boden. Nachfolgend sollen weitere wichtige Inhaltsstoffe näher betrachtet werden. Der Rohfettgehalt unterschied sich innerhalb der Sorten und Zuchtstämme an einem Standort ebenfalls nur geringfügig und betrug für die Standorte in Mecklenburg $4.0 \pm 0.6\%$ (2004) bzw. $5.7 \pm 0.6\%$ (2005). Am bayrischen Standort Bogen hingegen lagen die Werte mit $6.5 \pm 0.5\%$ (2004) bzw. $7.3 \pm 0.7\%$ (2005) signifikant höher. Die im Fett hauptsächlich gefundenen ungesättigten Fettsäuren waren Linol-, Öl- und Linolensäure mit einem gesamten prozentualen Anteil von durchschnittlich 80%. Die gesättigten Fettsäuren bestanden überwiegend aus Palmitin- und Stearinsäure. Der Gesamtanteil an ungesättigten Fettsäuren war in beiden Versuchsjahren unabhängig vom Standort, jedoch wurde insbesondere im Jahre 2005 am bayrischen Standort eine Verschiebung zu höheren Anteilen an Linolsäure beobachtet.

Für eine ökologische Nutzung von Lupinen als Futtermittel hat die Proteinqualität eine besondere Bedeutung, da fehlende Aminosäuren nicht ergänzt werden können, wie es bei Futtermitteln aus konventionellem Anbau möglich ist. Der Bedarf an einzelnen Aminosäuren wird in der Tierernährung im Verhältnis zum Lysin als erstlimitierende Aminosäure angegeben. Hier sind vor allem neben Lysin der Gehalt an Methionin + Cystin und Threonin zu betrachten. In der Tierfütterung für Monogastride wird das optimale Verhältnis von Lysin : Methionin + Cystein : Threonin im Protein mit 100 : 60 : 60 angestrebt (JEROCH et al. 1999). Es ist bekannt, dass Lupinen häufig ein Defizit an den essentiellen schwefelhaltigen Aminosäuren haben (SUJAK et al. 2006) und es wird bei der Berechnung der Aminosäuren über Futterwerttabellen im Allgemeinen von einer gleich bleibenden Aminosäurezusammensetzung der Proteine ausgegangen.

Um diese Aussage zu prüfen, wurde von allen geernteten Proben eine vollständige Aminosäurenanalyse mit Ausnahme von Tryptophan durchgeführt. Als Ergebnis wurden signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung des Proteins zwischen den

Standorten in Mecklenburg und Niederbayern gefunden, die auch hier häufig größer waren, als die innerhalb der Sorten. So betrug die Werte für Lysin bezogen auf 100 g Protein im untersuchten Sortiment der Blauen Lupine in Bogen 5.27 ± 0.32 g (2004) bzw. 5.23 ± 0.82 g (2005) und in Groß Lüsewitz 4.62 ± 0.66 g (2004) bzw. 4.55 ± 0.24 g (2005). Die gleichen Aussagen konnten für Cystein und Methionin getroffen werden. Hier lagen die Mittelwerte in Mecklenburg für alle Sorten über beide Jahre für Cystein bei 1.53 g und für den bayrischen Standort bei 1.95 g je 100 g Protein. Für Methionin wurden bei gleicher Auswertung der Messergebnisse 0.60 g bzw. 0.80 g auf 100 g Protein berechnet. Auch bei Threonin konnte mit 3.74 g auf 100 g Protein in Bogen ein um etwa 8% höherer Wert gefunden werden. Werden diese Einzelergebnisse zusammengefasst, so wurden auf dem bayrischen Standort zwar einerseits geringere Proteinerträge dafür aber andererseits bessere Proteinqualitäten erzielt. Trotzdem bleibt ein insgesamt unzureichender Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren und insbesondere an Methionin.

Wichtige antinutritive Inhaltsstoffe der Lupine und auch anderer Leguminosen sind die Raffinoseoligosaccharide zu denen die Raffinose, Stachyose und Verbascose gehören. Aufgrund des Fehlens von α -1,6-Galactosidase im Verdauungstrakt der Monogastriden werden diese Verbindungen erst im Dickdarm durch Mikroorganismen unter Bildung von Gasen fermentativ abgebaut (MINORSKY 2003) und führen zu einer erhöhten Flatulenz. Die in den untersuchten Blauen Lupinen gefundenen Gehalte an RFO's lagen 2004 bei 3.7% und im darauf folgenden Jahr bei 3.5% mit einem relativen Anteil von 16% Raffinose, 54% Stachyose und 30% Verbascose. Signifikante Unterschiede zwischen den Standorten bezüglich der verschiedenen Bodenqualitäten über beide Jahre wurden nicht beobachtet, jedoch lagen 2004 die Werte in Groß Lüsewitz um durchschnittlich 8% niedriger.

Die Saccharose gehört nicht zu den antinutritiven Substanzen, ihr Gehalt ist aber für die qualitative Bewertung als Futter von Bedeutung und betrug im Jahre 2004 1.6% und 2005 1.9%. Neben diesem Jahresunterschied wurde für den Standort Groß Lüsewitz im Jahre 2005 ein signifikant höherer Mittelwert von 2.2% Saccharose gegenüber den anderen Standorten gefunden.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Bewertung antinutritiver Inhaltsstoffe der Lupine sind die toxisch wirkenden Quinolizidin-Alkaloide, die den typischen bitteren Geschmack verursachen. Als alkaloidarme, auch als Süßlupinen bezeichnete Formen, gelten Lupinensorten mit einem Alkaloidgehalt von weniger als 0,05%. Häufig vorkommende Alkaloide der Blauen Lupine mit ihren relativen Anteilen sind Lupanin (59%), 13-Hydroxy-Lupanin (18%), Iso-Lupanin (5%) und das Angustifolin (14%), das nur in dieser Lupinenart in erhöhten Anteilen vorliegt.

Werden zunächst die prozentualen Gesamtmengen der Alkaloide in Abhängigkeit vom Anbauort betrachtet, so zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen Groß Lüsewitz mit 0.03% über beide Versuchsjahre und dem bayrischen Bogen mit nur 0.005% im Jahre 2004 und 0.002% im Jahre 2005. Auch auf dem zweiten mecklenburgischen Standort wurden deutlich höhere Alkaloidmengen im Vergleich zum bayrischen mit zusätzlichen Jahresunterschieden von 0.04% im Jahre 2004 und 0.02% im Jahre 2005 beobachtet.

Die geringen Gesamtalkaloidgehalte auf dem bayrischen Standort sind hauptsächlich auf niedrigere Lupanin-Werte zurückzuführen, die sich dann auch in einem niedrigeren relativen Anteil von 24% (2005) widerspiegeln.

Auf den leichten Böden in Mecklenburg mit einem insgesamt erhöhten Alkaloidniveau lassen die niedrigeren Alkaloidgehalte in den neu zugelassenen Sorten bzw. untersuchten Zuchtstämmen den Züchtungsfortschritt der letzten Jahre klar erkennen. So betragen auf diesen Standorten die Alkaloidmengen bei den Sorten, die bis einschließlich 2000 zugelassen wurden, im Mittel 0.048% (2004) bzw. 0.035% (2005) und bei jüngeren Sorten 0.025% (2004) bzw. 0.018% (2005).

Schlussfolgerungen:

Der Einfluss von Standort und Sorte auf wichtige Qualitätsparameter, wie Proteingehalt und -ertrag, Aminosäurezusammensetzung, Fettgehalt und die Fettsäurezusammensetzung sowie der Gehalt von antinutritiven Substanzen, wie Raffinoseoligosaccharide und Alkaloide, von ökologisch erzeugten Blauen Lupinen aktueller Sorten und von Zuchtmaterial wurde untersucht. Die Standortunterschiede zwischen Niederbayern und Mecklenburg-Vorpommern waren für viele der genannten Qualitätsparameter deutlich höher als die Sortenunterschiede und sind wahrscheinlich auf unterschiedliche Umweltbedingungen insbesondere in den Bodeneigenschaften (hoher pH-Wert am Standort Bogen) zurückzuführen.

Literatur:

Arens M., Schulte E., Weber K. (1994): Fatty-Acid Methyl esters, Transesterification with Trimethyl Sulfonium Hydroxide (Rapid Method). *Fett Wissenschaft Technologie* 96:67-68.

Cohen S. A., Michaud D. P. (1993): Synthesis of A Fluorescent Derivatizing Reagent, 6-Aminoquinolyl-N-Hydroxysuccinimidyl Carbamate, and Its Application for the Analysis of Hydrolysate Amino-Acids Via High-Performance Liquid-Chromatography. *Analytical Biochemistry* 211:279-287.

Gorecki R. J., Piotrowicz-Cieslak A. I., Lahuta L. B., Obendorf R. L. (1997): Soluble carbohydrates in desiccation tolerance of yellow lupin seeds during maturation and germination. *Seed Sci Res* 7: 107-115.

Jansen G., Jürgens H.-U., Flamme W. (2005a): Einfluss von Standort und Sorte auf ausgewählte Qualitätsparameter ökologisch erzeugter Lupinen für die Nutztierfütterung. In: Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2005. *Landbauforsch Völkenrode SH* 290:1-9.

Jansen G., Jürgens H.-U., Kuhlmann J., Flamme, W. (2005b): Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau – Erste Ergebnisse zu Ertrags- und Qualitätsuntersuchungen In: Hrsg. J. Heß, Rahmann, G.: 8. Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ende der Nische, Kassel, 01.03.2005 - 04.03.2005, S. 57-58.

Jeroch H., Drochner W., Simon O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere : Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. UTB, Stuttgart, 544 S.

Minorsky P. V. (2003): Raffinose oligosaccharides. *Plant Physiol* 131:1159-1160.

Sujak A., Kotlarz A., Strobel W. (2006): Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food Chem* 98: 711-719.

Torres K. B., Quintos N. R., Necha L. L. B., Wink M. (2002): Alkaloid profile of leaves and seeds of *Lupinus hintonii* C. P. Smith. *Zeitschrift für Naturforschung C* 57:243-247.

Wink M., Meissner C., Witte L. (1995): Patterns of Quinolizidine Alkaloids in 56 Species of the Genus *Lupinus*. *Phytochemistry* 38:139-153.

Auswirkungen einer Weißklee-Untersaat in Winterraps auf den Ertrag der Folgekultur Weizen

Effect of a white clover underseed in oil seed rape on yield of the following crop wheat

H. Böhm¹

Keywords: crop farming, plant nutrition, oil seed rape

Schlagwörter: Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Raps

Abstract:

Due to the high nitrogen requirements, oil seed rape should be cultivated after ryegrass-clover mixtures (Böhm 2007). But in this case oil seed rape is in competition with wheat, because wheat has a high N-requirement as well. So, the crop rotation must be organized in another way, so that there is no competition between oil seed rape and wheat. In two-year field trials at the experimental farm of the Institute of Organic Farming (FAL) in Trenthorst the hypothesis was tested, whether oil seed rape with an undersown white clover is a better preceding crop to wheat compared to oil seed rape without underseed. Additionally, the yield was compared to "wheat after ryegrass-clover mixture". The results showed a higher yield of wheat after oil seed rape with undersown white clover compared to the wheat after oil seed rape without underseed. Only in one year was the yield of wheat after ryegrass-clover mixture about 0.45 t ha⁻¹ higher than the yield of wheat after oil seed rape with undersown white clover. Under the given conditions of location, the yield of wheat after "oil seed rape with an undersown white clover" is similar to that after ryegrass-clover mixture. So, an integration of oil seed rape in the crop rotation seems possible without a lower yield of wheat.

Einleitung und Zielsetzung:

Aufgrund seines hohen Stickstoffbedarfes sollte Winterraps im ökologischen Landbau bevorzugt nach Klee gras angebaut werden, um somit die Voraussetzungen für die Realisierung eines hohen Ertragspotenzials zu schaffen (BÖHM 2007). Damit steht Raps jedoch in der Fruchtfolge in Konkurrenz zu Winterweizen, der aufgrund seiner hohen Ansprüche oftmals nach Klee gras gestellt wird. Hieraus ergibt sich die Überlegung, ob es gelingt Raps derart in die Fruchtfolge zu integrieren, dass sein ohnehin recht guter Vorfruchtwert so weit verbessert werden kann, dass ein hinsichtlich Ertrag und Qualität erfolgreicher Anbau von Weizen nach Raps möglich wird. In Vorversuchen konnte gezeigt werden, dass eine erfolgreiche Etablierung einer Weißklee-Untersaat in Raps im Vergleich zu Raps ohne Untersaat den Ertrag der Folgekultur Hafer deutlich verbessern kann (PAULSEN & RAHMANN 2004). Diese Fragestellung wurde nun systematisch in Bezug auf den Anbau von Weizen nach Raps untersucht. Hierzu wurde Raps in unterschiedlichen Reihenabständen jeweils mit und ohne Weißklee-Untersaat angebaut und die Auswirkungen auf den nachfolgend angebauten Weizen geprüft.

Methoden:

Grundlage für den Anbau der Folgekultur Weizen nach Raps waren die in den Jahren 2003/04 und 2004/05 durchgeführten Versuche zum Rapsanbau, in dem ausgewählte

¹Institut für ökologischen Landbau, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),
Trenthorst 32, 23847 Westerau, Deutschland, herwart.boehm@fal.de

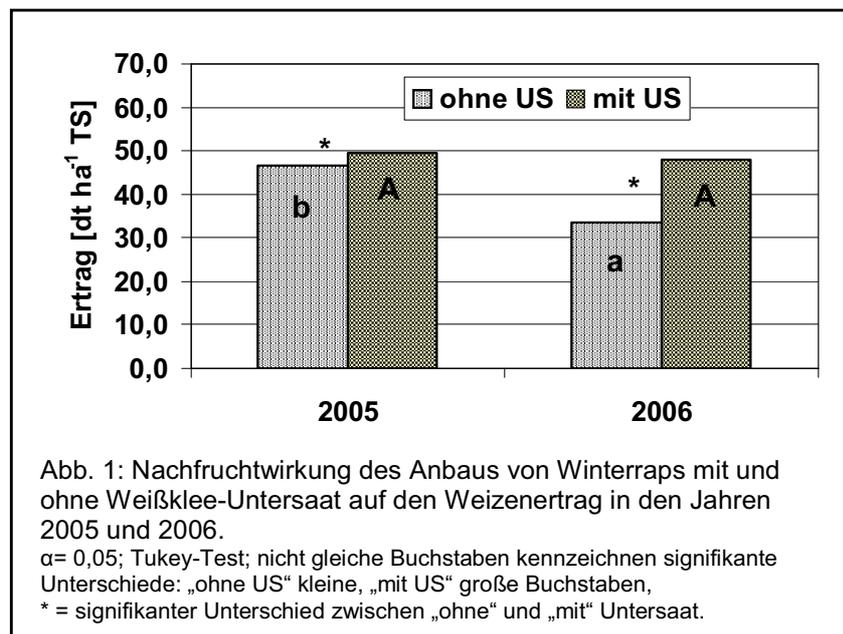
Vorfrüchte zu Raps, unterschiedliche Reihenabstände (RA = 12,5 cm, 25,0 cm, 37,5 cm und 50,0 cm) jeweils mit und ohne Weißklee-Untersaat (US) geprüft wurden (BÖHM 2007). Nach der Ernte des Raps Ende Juli wurden die Parzellen ohne Untersaat praxisüblich flach gegrubbert. Die Parzellen mit Weißklee wurden Ende September gemulcht, anschließend wurde der gesamte Versuch gepflügt. Im Jahr 2004 konnte aufgrund einsetzender Niederschläge kein Winterweizen gedrillt werden, so dass im Frühjahr 2005 So-Weizen (5. April, Sorte Fasan, 425 Kö m⁻²) eingesetzt wurde. Im zweiten Versuchsjahr wurde nach dem Pflügen und der Saatbettbereitung Wi-Weizen (7. Oktober, Sorte Capo, 400 Kö m⁻²) gedrillt.

Die Feldversuche wurden auf dem Versuchsbetrieb des Instituts für ökologischen Landbau der FAL in Trenthorst in 4-facher Wiederholung angelegt. Der Standort ist als sandig-schluffiger Lehm mit ca. 55 Bodenpunkten gekennzeichnet. Die Bodennährstoffversorgung für P, K und Mg lag in der Gehaltsklasse C und D, der pH-Wert im Bereich von 6,2-6,5.

Ergebnisse und Diskussion:

Die statistische Verrechnung wies signifikante Unterschiede für die Hauptfaktoren Jahr und Untersaat sowie für die Wechselwirkungen US*JA, US*JA und RA*JA aus. Die Ergebnisse werden somit vor allem für die Wechselwirkungen dargestellt.

Der Sommerweizenertrag im Jahr 2005 fiel mit 47,8 dt ha⁻¹ deutlich höher aus als der Ertrag des Winterweizens im Jahr 2006 mit 40,6 dt ha⁻¹, was vor allem auf das niedrigere Ertragsniveau des Weizens nach Raps ohne Weißklee-Untersaat zurückzuführen ist (Abb. 1).



In beiden Versuchsjahren führte die im Raps etablierte Untersaat zu einem signifikanten Mehrertrag, der im Jahr 2005 nur 3,0 dt ha⁻¹ betrug, in 2006 jedoch 14,4 dt ha⁻¹ ausmachte. Das Ertragsniveau des Weizens nach Raps mit Weißklee-Untersaat war in beiden Jahren auf vergleichbarem Niveau (49,4 bzw. 47,7 dt ha⁻¹), wohingegen der Weizenertrag

nach Raps ohne Untersaat in 2006 deutlich niedriger ausfiel als in 2005. Ein Erklärungsansatz hierfür könnte sein, dass die Rapsernte im Jahr 2004 aufgrund des starken Befalls mit Rapsglanzkäfern auf sehr niedrigem Niveau lag. Damit fand nur ein geringer Nährstoffexport statt bzw. die Rückfuhr organischer Substanz durch die Erntereste des Raps fiel höher aus und konnte den Vorfruchtwert des Raps verbessern, so dass der Unterschied zwischen den Varianten mit und ohne Untersaat nicht mehr so deutlich zum Tragen kam. Auch der Anbau von Sommerweizen im Jahr

2005 und die damit verbundene stärkere N-Verlagerung über Winter kann zu einer Nivellierung der Erträge beigetragen haben.

Zusätzlich wurden im Jahr des Rapsanbaus in jeder Feldwiederholung Parzellen mit Klee gras, das 2-3x/Jahr gemulcht wurde, angelegt. Die Erträge des Weizens nach Klee gras betragen in 2005 50,1 dt ha⁻¹ und in 2006 52,1 dt ha⁻¹. Im Vergleich zu den Erträgen des Weizens nach Raps mit Weißklee-Untersaat lagen die Erträge in 2005 auf gleichem Niveau, in 2006 war der Weizen ertrag nach Klee gras um 4,5 dt ha⁻¹ höher als nach Raps mit Weißklee-Untersaat.

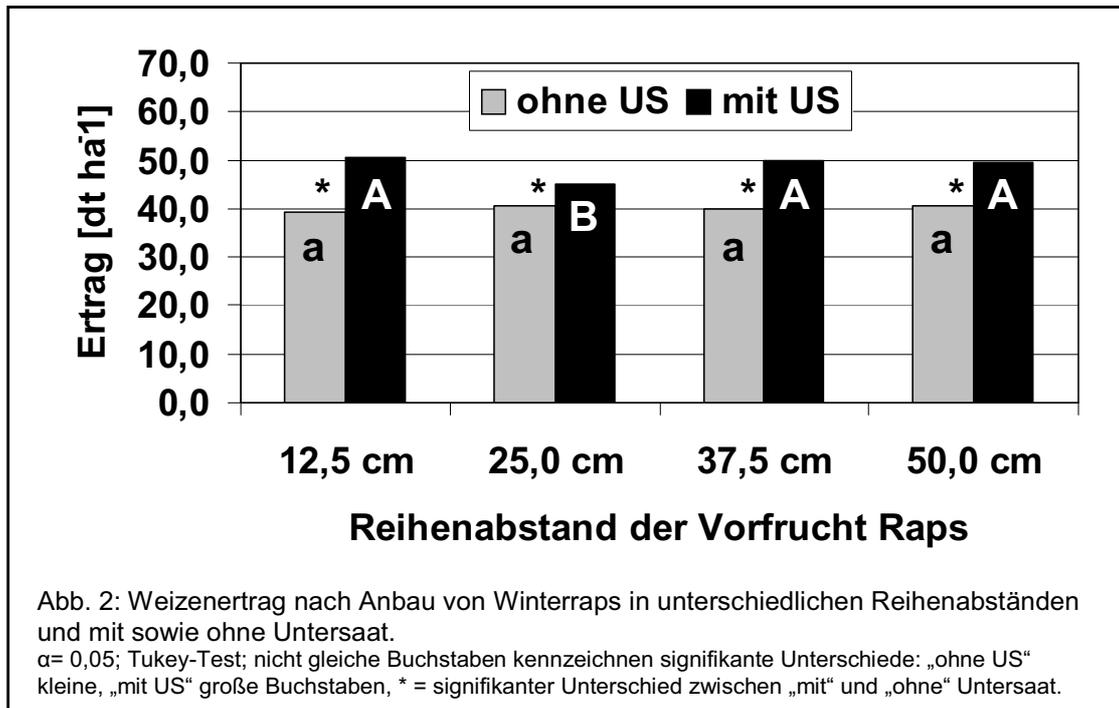
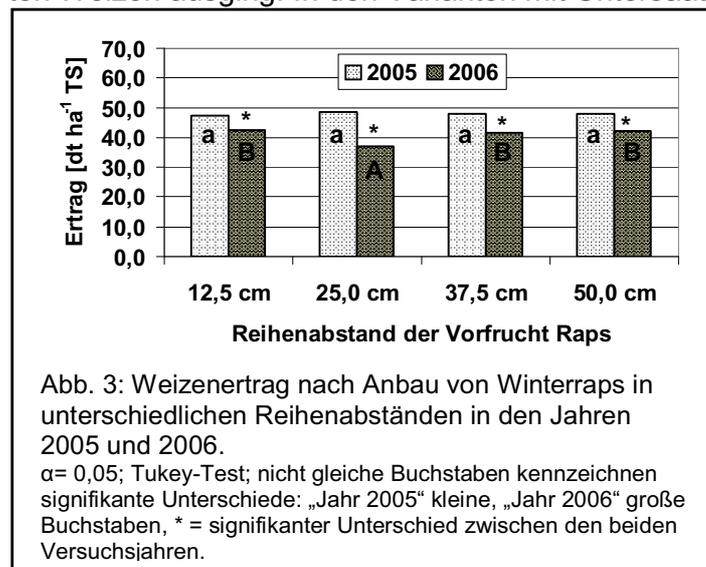


Abb. 2 verdeutlicht, dass von den unterschiedlichen Reihenabständen der Rapsvarianten in Kombination ohne Untersaat kein Einfluss auf den nachfolgend angebaute n Weizen ausging. In den Varianten mit Untersaat im Raps zeigte die Anbauvariante mit 25,0 cm Reihenabstand einen geringeren Ertrag bei der Folgekultur Weizen. Dies deutet daraufhin, dass die Weißklee-Untersaaten sich im Vergleich zu den anderen Reihenabständen in der Variante mit 25,0 cm nicht so gut entwickeln konnten. Die Rapsbestände bei diesem Reihenabstand waren dichter und führten zu einem reduzierten Lichtangebot und in Folge zu einer schwächeren Entwicklung der Untersaat.



Die Wechselwirkung Reihenabstand der Vorfrucht Raps und Jahr wies vor allem aus, dass der Weizenertrag in der Rapsvariante mit 25,0 cm im Jahr 2006 geringer war im Vergleich zu den anderen Reihenabständen im Raps (Abb. 3).

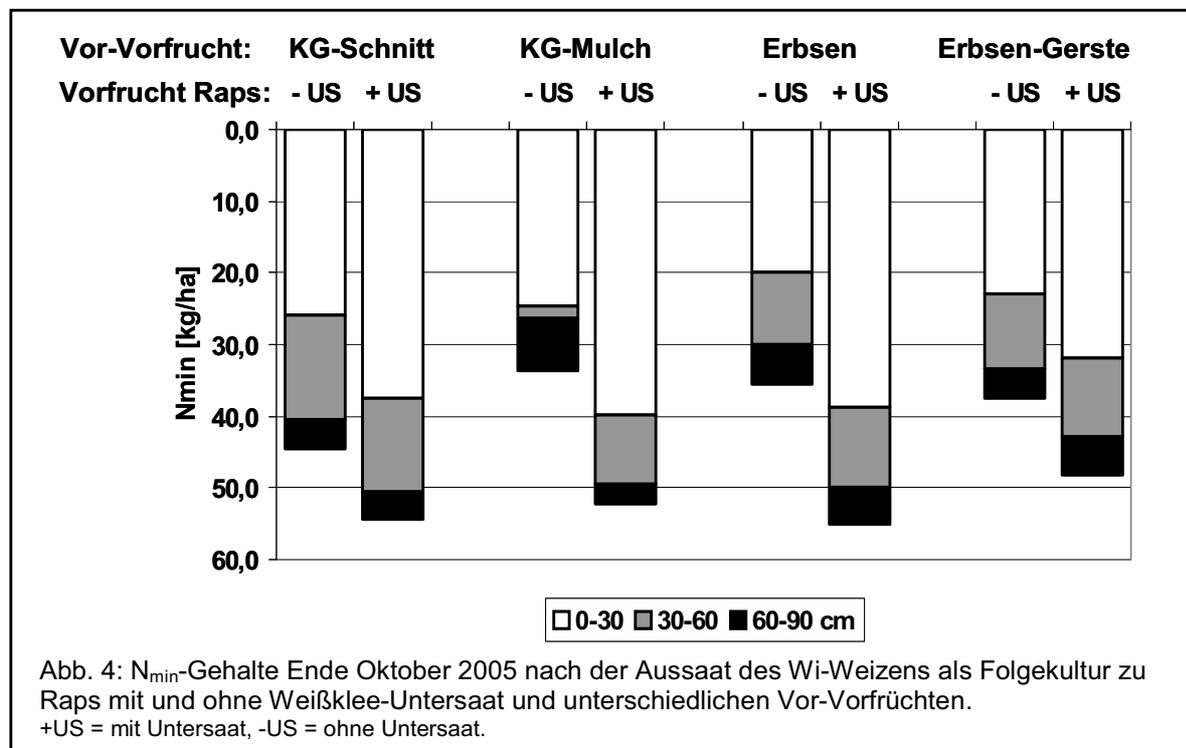


Abb. 4 zeigt die N_{min} -Gehalte nach Aussaat des Winterweizens zum Ende der Vegetationsperiode 2005 in Abhängigkeit der unterschiedlichen Vor-Vorfrüchte und der Rapsvarianten mit und ohne Untersaat. Deutlich sind die in den Varianten „Raps mit Weißklee-Untersaat“ um 10-20 kg ha⁻¹ höheren N_{min} -Gehalte, die vor allem auf die höheren Gehalte in der obersten Bodenschicht 0-30 cm zurückzuführen sind. Die Weißklee-Untersaat trägt somit zu einer besser N-Versorgung der Folgekultur Weizen bei.

Schlussfolgerungen:

Die durchgeführten Untersuchungen im Rahmen eines zweijährigen Feldversuches zum Anbau von Weizen nach Raps mit und ohne Untersaat zeigen, dass Mehrerträge der Folgekultur Weizen nach Raps mit Weißklee-Untersaat realisiert werden können. Ein geringer Ertragsunterschied zwischen Weizen nach Klee gras und Weizen nach Raps mit Klee-Untersaat lag nur im Jahr 2006 vor. Somit kann unter den gegebenen Standortbedingungen mit dem Anbauverfahren „Raps mit Weißklee-Untersaat“ Raps in der Fruchtfolge nach Klee gras gestellt werden, ohne dass der Ertrag der Folgekultur Weizen im Vergleich zu Weizen nach Klee gras deutlich geringer ausfällt.

Literatur:

Böhm H. (2007): Rapsanbau im ökologischen Landbau – Auswirkungen von Vorfrucht, Reihenabstand und Untersaat mit Weißklee auf den Ertrag. (in diesem Band.)

Paulsen H-M., Rahmann G. (2004): Wie sieht der energieautarke Hof mit optimierter Nährstoffbilanz im Jahr 2025 aus? Landbauforsch Völkenrode SH 274:57-73.

Auswirkungen von Schnitt- und Weidenutzung auf die Ertragsbildung und den Stickstoffgehalt verschiedener Futterleguminosen

Effects of different management systems on agronomic performance and the N-content of several forage legumes

J. Kleen¹, M. Gierus¹ und F. Taube¹

Keywords: forage legumes, grassland

Schlagwörter: Futterleguminosen, Grünland

Abstract:

*The objective of this study was to compare the agronomic performance of different forage legume species submitted to different management systems, i.e. grazing, silage-cut and simulated grazing to find alternatives for white clover. The experiment was established in 2003 and 2004 as binary swards with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) as the companion grass with three replicates in two different sites on the experimental station "Lindhof" of the University of Kiel. Legume species were arranged within each management system as completely randomised blocks. Results of agronomic performance of the first production years in 2004 and 2005 (DM-yield, botanical composition, N-yield, N-content) are presented for white clover swards (*Trifolium repens* L.), red clover swards (*Trifolium pratense* L.), lucerne swards (grazing type, *Medicago sativa* L.) and birdsfoot trefoil swards (*Lotus corniculatus* L.). Considering both years the birdsfoot trefoil/grass-swards were the only ones which produced significantly less DM-yield ($736 \text{ g DM m}^2 \text{ a}^{-1}$) under simulated grazing than the white clover/grass-swards ($805 \text{ g DM m}^2 \text{ a}^{-1}$). While under grazing all legume/grass-swards produced a significant lower DM-yield compared to the white clover/grass-swards, no significant differences can be found under the silage-cut system. Considering the N-yield, birdsfoot trefoil/grass-swards were the only legume/grass-swards which produced a significant lower N-yield under the 5-cut system ($14.1 \text{ g N m}^2 \text{ a}^{-1}$) as well as under grazing ($15.7 \text{ g N m}^2 \text{ a}^{-1}$) compared to the white clover/grass-swards ($26 \text{ g N m}^2 \text{ a}^{-1}$ and $21.9 \text{ g N m}^2 \text{ a}^{-1}$ respectively). Considering the botanical composition of the different legume/grass-swards all legume species had a significant higher proportion of total DM-yield under cutting compared to white clover in 2004. Comparisons between systems showed that beside the white clover/grass-swards all legume/grass-swards had a significant lower legume proportion under grazing in comparison to the cutting systems. Because of the comparable agronomic performance of the red clover/grass-swards and lucerne/grass-swards, both legume species could be used as alternatives for white clover under cutting, while the birdsfoot trefoil/grass-swards should be considered carefully because of their low agronomic performance. Whereas white clover showed the highest performance under the grazing system, none of the different legume species present an alternative for white clover.*

Einleitung und Zielsetzung:

Der Weißklee stellt, aufgrund seiner positiven Eigenschaften die bedeutendste Leguminose der Weidewirtschaft dar. Jedoch verfügt er neben seinen positiven Eigenschaften über ein geringeres Ertragspotential unter Schnittnutzung im Vergleich zu anderen Leguminosen. Bislang liegen kaum Untersuchungen zu alternativen Futterle-

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald-Str. 9, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24118 Kiel, Deutschland, jkleen@email.uni-kiel.de

guminosen vor, die sowohl verschiedene Nutzungssysteme, als auch unterschiedliche Leguminosenarten vergleichen. Das Ziel des Projektes besteht darin, potentielle alternative Futterleguminosen zum Weißklee bezüglich ihrer Ertragsbildung unter Weide- und Schnittsystemen zu untersuchen, wobei in Abhängigkeit der Leguminosenart und des Nutzungssystems Unterschiede in der Ertragsbildung erwartet werden.

Methoden:

Das Projekt wurde 2004 und 2005 auf zwei unterschiedlichen Standorten auf dem Versuchsbetrieb Lindhof der Universität Kiel durchgeführt. Der Lindhof liegt 25 km nördlich von Kiel. Die Bodenart besteht aus IS bis sL mit durchschnittlich 43 Bodenpunkten. Die langjährigen Mittel der Jahresdurchschnittstemperatur und der jährlichen Niederschlagsmenge liegen 8,7 °C bzw. 774 mm. Die Versuchsanlage erfolgte als Spaltanlage in vollständig randomisiertem Blockdesign mit drei Wiederholungen. Die Versuchsdurchführungen erfolgten jeweils im ersten Hauptnutzungsjahr der Bestände. Der Rotklee (*Trifolium repens* L., RK, Sorte Pirat), Hornklee (*Lotus corniculatus* L., HO, Sorte Rocco), eine Weideluzerne (*Medicago sativa* L., LA, Sorte Ameristand), jeweils im Gemenge mit Dt. Weidelgras (*Lolium perenne* L., Sorte Fennema), wurden unter folgenden Nutzungssystemen im Vergleich zum Weißklee (*Trifolium repens* L., WK, Sorte Klondike) betrachtet: Siloschnitt, Weide, simulierte Weide. Die simulierte Weide wurde als Behandlung mit einbezogen, um die Auswirkungen auf Ertragsbildung der Gemenge ohne den Einfluss von Tritt, Verbiss und Exkrementen der Weidetiere beobachten zu können. Im Jahr 2004 wurden 4 Siloschnitte, im Jahr 2005 3 Siloschnitte und jeweils 5 Schnitte bei der simulierten Weide sowie 5 Beweidungsdurchgänge durchgeführt. Die Schnittnutzungen erfolgten mit einer Schnitthöhe von 5 cm; die Beweidung erfolgte als Umtriebsweide mit Färsen der Fleischrinder-Rasse *Limousin*. Nach den Probennahmen wurden die Proben bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und anschließend mit einer Cyclotech-Mühle auf 1 mm vermahlen. Zu jedem Termin wurden der TM-Ertrag (unter Schnittnutzung direkt auf dem Feld mittels einer automatischen Wiegeeinrichtung des Grünlandvollernters, Fa. Haldrup; unter Weidenutzung von Hand mittels Rasenkantenschere in mindestens 4-facher, randomisierter Wiederholung von je 0,25 m² vor Auftrieb der Tiere) und die botanische Zusammensetzung der Bestände (Ertragsanteile der Leguminosen am Gesamtertrag) bestimmt. Der N-Gehalt wurde mittels des Elementaranalysators vario MAX CN bestimmt. Die varianzanalytische Auswertung der Daten erfolgte mittels SAS-Programm (proc mixed). Die Mittelwerte wurden mit dem Student t-Test mit dem Weißklee verglichen und die Irrtumswahrscheinlichkeiten mittels Bonferroni-Holm-Test korrigiert.

Ergebnisse und Diskussion:

Für den Anteil der Leguminosen am Gesamtertrag der Gemenge, als Ausdruck für die botanische Zusammensetzung, ergab sich eine signifikante Wechselwirkung für Jahr x System x Leguminosenart.

Wird zunächst das Jahr 2004 betrachtet, so konnten unter den Schnittsystemen für alle Leguminosen im Vergleich zu WK ein signifikant höherer Anteil am Gesamtertrag beobachtet werden, während sich unter Weide lediglich für LA (47,8%) signifikante Unterschiede im Vergleich zu WK (34,4%) ergaben.

Tab. 1: Leguminosenertrag als Anteil (%) am Gesamtertrag (SE=4,2).

Gemeinde /System	2004			2005		
	Siloschnitt	sim. Weide	Weide	Siloschnitt	sim. Weide	Weide
WK	35,9 ^a	39,1 ^a	34,4 ^a	32,4 ^b	53,3 ^a	29,0 ^b
RK	63,7 ^{*a}	65,1 ^{*a}	45,5 ^b	41,1 ^b	61,8 ^a	46,1 ^{*b}
LA	64,8 ^{*a}	73,9 ^{*a}	47,8 ^{*b}	44,9 ^b	59,7 ^a	42,1 ^{*b}
HO	54,1 ^{*a}	50,6 ^{*a}	26,6 ^b	20,5 ^a	13,0 ^{*a}	8,5 ^{*a}

^{*}signifikant ($P < 0,05$) unters. zu WK innerhalb der Leguminosen/Gras-Gemeinde .

^{a,b}signifikante ($P < 0,05$) Unterschiede zw. den Systemen.

Werden die verschiedenen Nutzungssysteme verglichen, so konnten für WK keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden, während alle anderen Leguminosen unter Weide signifikant geringere Anteile erzielten als unter Schnitt. Im Jahr 2005 ergaben sich unter den Schnittnutzungen lediglich für HO unter simulierter Weide (13%) signifikante Unterschiede zu WK (53,3%). Unter Weide konnte dagegen für alle Leguminosen signifikante Unterschiede im Vergleich zu WK festgestellt werden, wobei sowohl RK, als LA einen signifikant höheren Anteil erzielten, während HO mit lediglich 8,5% einen deutlich geringeren Anteil am Gesamtertrag aufwies. Im Vergleich der verschiedenen Nutzungssysteme führte, mit Ausnahme von HO, für den keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren, eine Erhöhung der Schnitffrequenz (3 Siloschnitte vs. 5 Schnitte simulierte Weide) zu einer signifikanten Steigerung des Anteils der Leguminosen am Gesamtertrag der Gemeinde.

Bezüglich der TM-Jahreserträge ergab die varianzanalytische Verrechnung eine signifikante Wechselwirkung für System x Leguminosenart. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in Tab. 2 dargestellt. Wie aus Tab. 2 ersichtlich, konnten im Siloschnittsystem für keine der untersuchten Arten signifikante Unterschiede zum WK-Gemeinde gefunden werden, während unter Weidenutzung alle Leguminosen/Gras-Gemeinde deutlich geringere Erträge im Vergleich zum WK-Gemeinde bildeten. Eine Steigerung der Schnitthäufigkeit (Siloschnitt vs. simulierte Weide) resultierte bei allen untersuchten Leguminosen/Gras-Gemeinden in einer Verringerung der Erträge, mit Ausnahme der WK-Gemeinde, für welches die Unterschiede nicht signifikant abzuschließen waren.

Tab. 2: TM-Jahreserträge (g TM m² a⁻¹) der verschiedenen Leguminosen/Gras-Gemeinde in den verschiedenen Nutzungssystemen (SE=44,4).

Gemeinde / System	Siloschnitt	sim. Weide	Weide
WK	805,5 ^b	718,2 ^b	1059,2 ^a
RK	895,5 ^a	678,5 ^b	842,9 ^{*a}
LA	877,6 ^a	712,6 ^b	882,1 ^{*a}
HO	736,1 ^a	528,4 ^{*b}	854,5 ^{*a}

^{*}signifikant ($P < 0,05$) unters. zum WK innerhalb der Leguminosen/Gras-Gemeinde.

^{a,b}signifikante ($P < 0,05$) Unterschiede zw. den Systemen.

Auch SCHILS et al. (1999) erzielten mit einer Erhöhung der Schnitffrequenz eine Verringerung der Erträge. Zudem bildete das WK-Gemeinde die höchsten Erträge unter Weide, wobei mit 1059,2 g TM m² a⁻¹ ähnlich hohe Erträge erzielt werden konnten, wie von WILLIAMS et al. (2003) berichtet.

Tab. 3: N-Jahreserträge ($\text{g N m}^{-2} \text{ a}^{-1}$) der verschiedenen Leguminosen/Gras-Gemenge in den verschiedenen Nutzungssystemen ($\text{SE}=1,2$).

Gemenge /System	Siloschnitt	sim. Weide	Weide
WK	18,6 ^b	21,9 ^b	26,0 ^a
RK	22,0 ^a	21,1 ^a	24,8 ^a
LA	23,8 ^a	25,0 ^a	26,9 ^a
HO	17,2 ^a	14,1 ^{*a}	15,7 ^{*a}

^asignifikant ($P<0,05$) unters. zum WK innerhalb der Leguminosen/Gras-Gemenge.

^{a,b} signifikante ($P<0,05$) Unterschiede zw. den Systemen.

Im Hinblick auf den N-Ertrag ergaben sich signifikante Wechselwirkungen für System x Leguminosenart. Die entsprechenden Daten sind in Tab. 3 dargestellt. Während sich im Siloschnittsystem für kein Leguminosen/Gras-Gemenge signifikante Unterschiede zum WK-Gemenge ergaben, wies das HO-Gemenge sowohl unter der simulierten Weide, als auch unter Weide einen signifikant geringeren N-Ertrag auf als das WK-Gemenge. Diese Ergebnisse spiegeln die geringen Ertragsanteile des Hornklees von 13,0% (simulierte Weide) bzw. 8,5% (Weide) am Gesamtertrag der Gemenge wieder (Tab. 3). Unterschiede zwischen den Nutzungssystemen ergaben sich bezüglich des N-Ertrages lediglich für das WK-Gemenge, welches unter Weide einen deutlich höheren N-Ertrag bildete als unter den Schnittsystemen. Bezüglich des N-Gehaltes der verschiedenen Leguminosen/Gras-Gemenge ergab sich eine signifikante Wechselwirkung für Jahr x System x Leguminosenart. Im Vergleich der verschiedenen Gemenge zum WK-Gemenge konnten in beiden Untersuchungsjahren unter Siloschnittnutzung keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, während unter Weide für alle Gemenge signifikante Unterschiede zum WK-Gemenge zu finden waren. Mit 2,97% N im ersten Jahr bzw. 2,93% N im zweiten Jahr wiesen die RK-Gemenge ebenso wie die LA-Gemenge (3,19% N bzw. 2,86% N) unter Weide signifikant höhere N-Gehalte im Vergleich zum WK-Gemenge (2,58% N bzw. 2,35% N) auf. Im Gegensatz dazu wies das HO-Gemenge mit 1,97% N (2004) und 1,73% N (2005) deutlich geringere N-Gehalte im Vergleich zum WK-Gemenge auf. Unter simulierter Weide wiesen im ersten Untersuchungsjahr alle Gemenge einen höheren N-Gehalt im Vergleich zu WK-Gemenge auf, während im zweiten Untersuchungsjahr lediglich das HO-Gemenge einen signifikant geringeren N-Gehalt vorwies. Im Vergleich der Nutzungssysteme bildeten alle Gemenge (mit Ausnahme des HO-Gemenges) 2004 einen signifikant höheren N-Gehalt unter Weide als unter den Schnittnutzungen.

Schlussfolgerungen:

Für das erste Hauptnutzungsjahr und unter den gegebenen Standortbedingungen des gemäßigten, maritimen Klimas des Versuchstandortes können aufgrund der vergleichbaren Ertragsleistungen des Rotklees und der Luzerne diese Leguminosenarten unter Schnittnutzungen Alternativen zum Weißklee in binären Gemengen mit Deutschem Wiedelgras darstellen, wohingegen eine Verwendung von Hornklee aufgrund seiner geringeren Leistungsfähigkeit unter höheren Nutzungsintensitäten (simulierte Weide, Weide) eher kritisch zu betrachten ist. Unter Weidenutzung wies das Weißklee/Gras-Gemenge die höchste Leistungsfähigkeit auf, weshalb keines der untersuchten Leguminosen/Gras-Gemenge eine echte Alternative darstellen könnte.

Danksagung:

Das Projekt wird von der W. H. Schaumann - Stiftung gefördert.

Literatur:

Schils R. L. M., Vellinga T. V., Kraak (1999): Dry-matter yield and herbage quality of perennial ryegrass/white clover swards in a rotational grazing and cutting system. *Grass Forage Sci* 54:19-29.

Williams T. A., Abberton, M. T., Rhodes, I. (2003): Performance of white clover varieties combined in blend and alone when grown with perennial ryegrass under sheep and cattle grazing. *Grass Forage Sci* 58:90-93.

Beeinflusst die Bewirtschaftung das Vorkommen von Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea*)?

Can the Occurrence of *Senecio Jacobaea* be influenced by Management Practice?

M. Suter^{1,2}, S. Siegrist-Maag¹ und A. Lüscher¹

Keywords: grassland, weed control, nutrient management, rotational grazing

Schlagwörter: Grünland, Beikrautregulierung, Nährstoffmanagement, Rotationsweide

Abstract:

Senecio jacobaea is a poisonous weed in grasslands of various countries (e.g. Great Britain, New Zealand, Central European states), and the further spread of the species into farmland must be prevented. Due to strong restrictions of curative measures, the prevention of *S. jacobaea*'s spread is of primary importance for organic farming. To assess the influence of management practice and site conditions on the occurrence of *S. jacobaea*, we conducted an on-farm survey in the northern and central part of Switzerland. Botanical assessments were carried out on grassland plots with *S. jacobaea* occurrence and on neighbour plots without *S. jacobaea*. For these plots, we analysed the soil nutrients and the details of management practice such as type and intensity of management and fertiliser application (mainly slurry). The most important factors influencing the occurrence of *S. jacobaea* were related to management: There was a considerably high risk for the occurrence of the species on parcels with low nitrogen fertilisation, continuous-extensive grazing (set stocking), and a high openness of the sward. *S. jacobaea* was not present in intensively managed meadows cut more than twice per year. We conclude that a long-term control of *S. jacobaea* can best be achieved by avoiding sward damage, by replacing continuous by rotational grazing, and by adjusting stocking rates.

Einleitung und Zielsetzung:

Das für Rindvieh und andere Nutztiere giftige Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea* L.) ist in verschiedenen Ländern ein bekanntes Unkraut (Großbritannien, Neuseeland, USA) (McEVOY et al. 1993, SCHMIDL 1972). *S. jacobaea* ist eine Pionierpflanze mit einem hohen Ausbreitungs- und Etablierungspotential; die Art ist zweijährig, wird unter Störungen (z. B. Schnitt) aber perennierend. Einzelne Individuen produzieren mehrere tausend Samen pro Jahr, die Keimfähigkeit (ca. 80%) und die Persistenz der Samen im Boden (20 Jahre) sind hoch (WARDLE 1987, CRAWLEY et al. 1985). Seit einigen Jahren wird diese einheimische Art auch in der Schweiz vermehrt beachtet (BOSS-HARD et al. 2003). Die vorliegende ‚On-Farm‘-Untersuchung hatte zum Ziel, das Auftreten von *S. jacobaea* in den landwirtschaftlich genutzten Flächen der Schweiz und den Einfluss der Bewirtschaftung auf das Vorkommen von *S. jacobaea* zu evaluieren.

Methoden:

Datenerhebung: Auf gemeldeten Flächen mit *S. jacobaea* wurde auf je 25 m² eine Vegetationsaufnahme gemacht (inkl. Schätzung der Lückigkeit), verschiedene Stand-

¹Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz, matthias.suter@art.admin.ch

²Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus AGFF, Postfach 412, 8046 Zürich, Schweiz

ortfaktoren erhoben (Neigung, Exposition), der Bewirtschafter nach der Nutzung und Düngung der Parzelle befragt und eine Bodenprobe analysiert (0-10 cm, P- und K-Test mit CO₂ gesättigtem Wasser, Agroscope FAL Reckenholz 1999). Der applizierte, pflanzenverfügbare Stickstoff (N_{verfügbar}-gedüngt) wurde nach WALTER et al. (2001) berechnet (80% der Flächen mit 0 - 80 kg N_{verfügbar}-gedüngt, hauptsächlich appliziert als Gülle). Um den Einfluss der Bewirtschaftung auf das Vorkommen von *S. jacobaea* zu erfassen, wurde in unmittelbarer Nähe der Fläche mit *S. jacobaea* eine Vergleichsfläche untersucht, die möglichst gleiche Standorteigenschaften aber kein Kreuzkraut aufwies. Das Aufnahmedesign entsprach einer gepaarten Case-Control Studie (AGRESTI 2002) mit 62 untersuchten Flächen in den Schweizer Regionen Jura, Mittelland und Alpennordrand. Datenanalyse: Der Einfluss der verschiedenen Bewirtschaftungs- und Umweltfaktoren auf das Vorkommen von *S. jacobaea* wurde mittels logistischer Regression analysiert; die Zielvariable war die Präsenz bzw. Absenz von *S. jacobaea*. Die Variablen wurden mittels Vorwärtsselektion getestet, wobei der AICc als Maß für die Aufnahme ins Modell verwendet wurde (BURNHAM et al. 2002). Die Kennarten für die Parzellen ‚mit Senecio‘ und ‚ohne Senecio‘ wurden mit dem ‚Indicator Value of species‘ (IndVal) nach DUFRENE et al. (1997) berechnet.

Ergebnisse und Diskussion:

Wenig gedüngte Flächen: Entscheidenden Einfluss auf das Vorkommen von *S. jacobaea* hatten die drei Faktoren N-Düngung, Lückigkeit und Nutzungsart (Standweide versus Schnittwiese) (Tab. 1).

Tab. 1: Umwelt- und Bewirtschaftungsvariablen mit signifikanten Effekten auf das Vorkommen von *Senecio jacobaea*. Das relative Risiko für das Auftreten von *S. jacobaea* ergibt sich aus dem Vergleich jeder einzelnen Variable mit dem Intercept (AGRESTI 2002).

Variable	Regressions-Koeffizient β	Relatives Risiko $\exp(\beta)$	P-Wert
Intercept (Achsenabschnitt) [†]	-1.509		
N _{verfügbar} -gedüngt	-0.033	0.19 [‡]	0.008
Lückigkeit (25-100 %)	3.696	40.31	0.005
Nutzung Umtriebsweide	-0.055	0.95	0.953
Nutzung Standweide	2.447	11.56	0.017

[†] Der Intercept repräsentiert Schnittwiesen, die mit N_{verfügbar} von 50 kg / ha und Jahr gedüngt wurden und eine Lückigkeit von 0 - 25 % aufwiesen.

[‡] Relatives Risiko (im Vergleich zum Intercept) für das Vorkommen von *S. jacobaea* bei 100 kg N / ha und Jahr.

Auf Flächen, die mit 100 kg N / ha und Jahr gedüngt wurden war das Risiko für das Auftreten von *S. jacobaea* ca. fünfmal kleiner (0.19) als auf Flächen, die 50 kg N / ha und Jahr erhielten. Stickstoff fördert schnellwachsende und konkurrenzstarke Gräser und Kräuter, die den Boden in kurzer Zeit bedecken. Weiter waren die Kennarten der Parzellen ‚ohne Senecio‘ ausschließlich Nährstoffzeiger und Zeiger intensiver Nutzung (Bsp. *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum*, *Ranunculus repens*, Tab. 2). *S. jacobaea* ist ein Lichtkeimer, der sich im ersten Jahr nur langsam entwickelt; entsprechend gering sind die Chancen dieser Art, sich gegen schnellwachsende Konkurrenten durchzusetzen. Die Phosphor- und Kalium-Testwerte der Bodenproben wie auch die Nutzungsintensität waren mit N_{verfügbar}-gedüngt positiv korreliert ($P < 0.05$). Zudem wurde *S. jacobaea* nie auf Flächen gefunden, die mehr als zweimal geschnitten wurden. Wir schließen daraus, dass die Flächen ohne *S. jacobaea* generell eine deutlich höhere Nährstoffversorgung aufwiesen und intensiver genutzt wurden als solche mit *S. jacobaea*.

Lückigkeit: Bestände mit hoher Lückigkeit (zwischen 25 und 100%) zeigten ein 40fach höheres Risiko für das Auftreten von *S. jacobaea* als Bestände mit geringer Lückigkeit

(Tab. 1). Dieses Resultat wird gestützt durch Experimente von McEVOY et al. (1993). Auf Flächen, die durch Störungen offen gehalten wurden, etablierte sich *S. jacobaea* signifikant besser als in ungestörten, dichten Beständen. Weitere Arten, die von Lücken profitierten, fanden sich unter den Kennarten der Parzellen ‚mit Senecio‘ (Bsp. *Sonchus asper*, *S. oleraceus*, Tab. 2). Die Gründe für Lückigkeit können vielfältig sein. In dieser Untersuchung wurde eine positive Korrelation der Lückigkeit mit der Neigung festgestellt ($P < 0.001$). In steilen Flächen ist die Gefahr größer, dass die Grasnarbe durch Tritt (bei Weide) und durch Fahrspuren (bei Schnitt) immer wieder verletzt wird. *S. jacobaea*-Keimlinge finden in solchen Lücken Licht und Platz um sich zu etablieren.

Tab. 2: Kennarten für die Parzellen mit und ohne *Senecio jacobaea* (mSj und oSj). Der Indicator Value of species (IndVal) wurde nach DUFRENE et al. (1997) berechnet. Es sind nur die Arten mit $P < 0.01$ aufgeführt.

Kennarten	Vorkommen der Arten (Anzahl Flächen)		Deckung der Arten (%)		IndVal	P-Wert
	mSj (n=32)	oSj (n=30)	mSj	oSj		
Parzellen ohne <i>S. jacobaea</i>						
<i>Rumex obtusifolius</i>	6	20	0.9	1.7	0.54	<0.001
<i>Trifolium repens</i>	26	28	4.0	9.4	0.58	<0.001
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	10	0.5	3.2	0.32	0.001
<i>Lolium multiflorum</i>	7	14	8.3	29.5	0.36	0.002
<i>Taraxacum officinale aggr.</i>	25	27	3.2	6.8	0.55	0.005
<i>Ranunculus repens</i>	7	12	0.8	4.7	0.31	0.007
Parzellen mit <i>S. jacobaea</i>						
<i>Senecio jacobaea</i>	32	0	4.0	0.0	1.00	<0.001
<i>Brachypodium pinnatum</i>	10	0	13.9	0.0	0.31	0.001
<i>Prunella vulgaris</i>	19	5	1.2	0.9	0.47	0.001
<i>Sanguisorba minor</i>	9	0	4.2	0.0	0.28	0.001
<i>Lathyrus pratensis</i>	14	3	0.8	0.5	0.37	0.002
<i>Bromus erectus</i>	9	0	18.4	0.0	0.28	0.003
<i>Sonchus asper</i>	7	0	0.5	0.0	0.22	0.004
<i>Festuca rubra aggr.</i>	25	10	12.7	25.6	0.51	0.007
<i>Lotus corniculatus aggr.</i>	16	6	1.6	1.2	0.37	0.007
<i>Potentilla sterilis</i>	10	2	1.2	0.5	0.27	0.007
<i>Sonchus oleraceus</i>	8	0	1.3	0.0	0.25	0.007
<i>Medicago lupulina</i>	9	1	0.7	0.5	0.25	0.009

Standweiden: Die Nutzung als Standweide war ein weiterer wichtiger Faktor für das Vorkommen von *S. jacobaea* (Tab. 1). Im Vergleich zu Schnittwiesen hatten die Standweiden ein ca. 11mal höheres Risiko für das Auftreten der Art. Umtriebsweiden (im Vergleich zu Schnittwiesen) veränderten das Risiko für das Auftreten von *S. jacobaea* nicht signifikant. Typisch für eine Standweide ist ihr meist inhomogener Bestand, der durch den selektiven Fraß der Tiere und durch geringe Weidepflege verursacht wird. Die unternutzten Bereiche der Standweide, die wenig oder gar nicht abgefressen werden, sind für die Versamung von *S. jacobaea* entscheidend: Mit einer Blühzeit von Mitte Juni bis August profitiert *S. jacobaea* von solchen spät oder gar nicht genutzten Stellen. Unter den Kennarten fanden sich in den Parzellen mit *S. jacobaea* Zeiger der Unternutzung (Bsp. *Brachypodium pinnatum*, Tab. 2). Häufig findet man Standweiden in steilem Gelände, wo jegliche andere Nutzung, v.a. Mahd, zu arbeitsaufwändig ist. Mit der Neigung gehen dann oft die zwei oben erwähnten Faktoren einher: geringe Düngung und Lückigkeit. Dabei kann es sich auch um Flächen handeln, auf denen unter dem allgemeinen Arbeitsdruck die Weidepflege vernachlässigt wird. Alle diese Faktoren begünstigen das Vorkommen von *S. jacobaea*.

Artenvielfalt und Bekämpfung: Die Flächen mit *S. jacobaea* wiesen eine signifikant höhere Artenzahl (Mittelwert 32) auf als die Flächen ohne *S. jacobaea* (Mittelwert 21). Dies hängt u.a. mit der geringeren N-Düngung und der damit verbundenen geringeren Intensität der Nutzung auf den Flächen mit *S. jacobaea* zusammen. Der Artenreichtum der Flächen ‚mit Senecio‘ hat insofern Bedeutung, als dass man auf Grund der gezeigten Resultate versucht sein könnte, *S. jacobaea* mit erhöhter Düngung und intensiverer Nutzung zu bekämpfen. Dies ist im Falle von Weiden mit starker Neigung und für artenreiche Bestände sicher die falsche Strategie. Neben dem Verlust der Artenvielfalt würden durch die intensiver genutzten Pflanzenbestände, die den Boden weniger stabilisieren, viele neue Probleme geschaffen. Zudem zeigte unsere Untersuchung, dass die Lückigkeit und das Weidesystem einen ebenso großen Effekt auf das Vorkommen von *S. jacobaea* hatten (Tab. 1). Im Sinne einer standort-angepassten Nutzung steht die Verhinderung von Grasnarbenschäden durch sorgfältige Beweidung (Umtriebsweide, Wahl der Koppelform, angepasster Weidebesatz) und eine angepasste Weidepflege im Vordergrund.

Schlussfolgerungen:

Extensiv und wenig intensiv bewirtschaftete, steile Standweiden mit einem lückigen Bestand zeigten das höchste Risiko für das Auftreten von *S. jacobaea*. Eine nachhaltige Bekämpfung erfolgt auf Grund der vorliegenden Resultate am besten durch das Vorbeugen von Grasnarbenschäden und angepasster Weidepflege. Die Samenbildung von *S. jacobaea* in den Parzellen sollte verhindert werden. Diese Erkenntnisse gelten für konventionellen und organischen Landbau gleichermaßen, da in der Schweiz besonders auf extensiv bewirtschaftetem Grasland kaum Unterschiede zwischen den beiden Anbaumethoden bestehen. Gerade für den organischen Landbau mit seinen eingeschränkten Möglichkeiten zur kurativen Behandlung von befallenen Flächen hat die Früherkennung von *S. jacobaea* und die aufgezeigten Maßnahmen entscheidende Bedeutung.

Literatur:

- Agresti A. (2002): Categorical data analysis, 2nd edn. John Wiley & Sons, New York, 710 S.
- Agroscope FAL Reckenholz (1999): Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten, Band 1: Bodenuntersuchung zur Düngeberatung. Eidg. Forschungsanstalten FAL-RAC-FAW, Zürich.
- Bosshard A., Joshi J., Lüscher A., Schaffner U. (2003): Jakobs- und andere Kreuzkraut-Arten: eine Standortbestimmung. Agrarforschung 10:231-235.
- Burnham K. P., Anderson D. R. (2002): Model selection and multimodel inference, 2nd edn. Springer, New York, 488 S.
- Crawley M. J., Nachapong M. (1985): The establishment of seedlings from primary and regrowth seeds of ragwort (*Senecio jacobaea*). Journal of Ecology 73:255-262.
- Dufrêne M., Legendre P. (1997): Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67:345-366.
- McEvoy P. B., Rudd N. T., Cox C. S., Huso M. (1993): Disturbance, competition, and herbivory effects on ragwort *Senecio jacobaea* populations. Ecological Monographs 63:55-75.
- Schmidl L. (1972): Biology and control of ragwort, *Senecio jacobaea* L., in Victoria, Australia. Weed Research 12:37-45.
- Walter U., Ryser J.-P., Flisch R. (2001): Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 8:1-80.
- Wardle D. A. (1987): The ecology of ragwort (*Senecio jacobaea* L.) - A review. New Zealand Journal of Ecology 10:67-76.

Einjährige *Medicago*- und *Trifolium*arten als Bodenbedecker in Lebendmulchsystemen: Adaptation und Konkurrenzverhältnisse

Annual Clovers and Medics in living Mulch Systems: Adaptation and Competition

J. P. Baresel¹ und H.-J. Reents¹

Keywords: crop farming, plant nutrition, living mulch, legumes

Schlagwörter: Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Lebendmulch, Leguminosen

Abstract: *The potential of self-reseeding annual clovers and medics (*T. subterraneum*, *T. campestre*, *M. minima*, *M. orbicularis*) as continuous ground cover in living mulch systems with cereals in southern Germany was assessed. It could be shown, that all of the assessed species were winterhardy and were able to re-establish from seed. Competition of the legumes on rye was limited in the first year. The methods for seeding cereals into established legume stands have still to be improved.*

Einleitung und Zielsetzung:

Lebendmulchsysteme (bzw. "Bicropping") ziehen in den letzten Jahren ein wachsendes Interesse auf sich, in Deutschland und angrenzenden Ländern vor allem für den Ökologischen Landbau. Diese Systeme sind gekennzeichnet durch eine kontinuierliche Bodenbedeckung, meistens durch Leguminosen und eine stark verminderte Bodenbearbeitung (HILTBRUNNER 2005). Die Vorteile, die man sich davon verspricht, sind eine verbesserte N-Versorgung und damit insbesondere beim Weizen eine bessere Qualität, eine verminderte Erosion, eine Verbesserung der bodenbiologischen Eigenschaften und ein verminderter Energieinput. Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen aus den letzten Jahren zeigen aber, dass die Konkurrenzfähigkeit des meist als Bodenbedecker verwendeten, eher aggressiven und indeterminiert wachsenden Weißklee zu groß ist (NEUMANN 2005). Dem werden in der dieser Arbeit einjährige Leguminosenarten gegenübergestellt. Durch einen kurzen Vegetationszyklus ist ihre Konkurrenz potenziell geringer, durch Selbstaussaat sind auch sie in der Lage, mehrjährige Bestände zu bilden. Die Fragen, die am meisten interessieren, sind: (1) Ist es unter deutschen Bedingungen möglich, ausdauernde Bestände einjähriger Leguminosen zu etablieren, die sich durch Selbstaussaat regenerieren? (2) Sind die Konkurrenzverhältnisse bei einjährigen Leguminosen wirklich günstiger als bei mehrjährigen? (3) Ist es möglich, Getreide mehrmals in bestehende Leguminosenbestände einzusäen ohne sie zu zerstören?

Methoden:

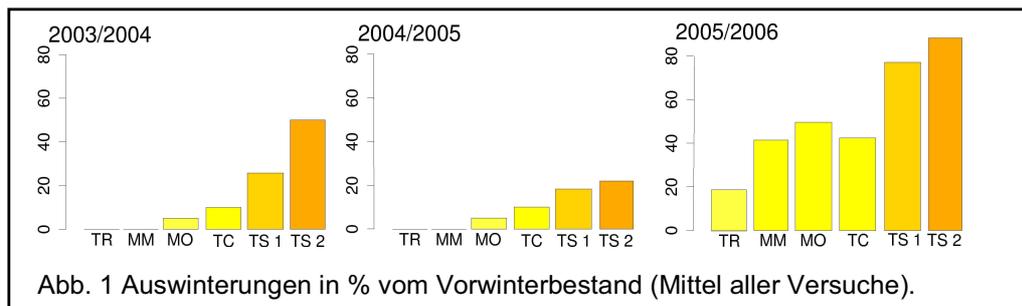
Aus einer vorangegangenen Untersuchung zur potentiellen Eignung als Bodenbedecker in Lebendmulchsystemen und ihre Adaptation an süddeutsche Klimabedingungen (BARESEL et al. 2004) wurden die Arten *Trifolium subterraneum*, (TS, Erdklee) *T. campestre*, (TC) *Medicago orbicularis* (MO) und *M. minima* (MM). wegen ihrer potentiell günstigeren Konkurrenzwirkung ausgewählt. In den Jahren 2003 bis 2005 wurden insgesamt 11 Versuche angelegt; wegen Auswinterungsschäden bzw. Hagelschlag, die besonders die Versuche mit Weizen betrafen, konnten einige davon allerdings nicht oder nur teilweise ausgewertet werden. Um die N-Wirkung der Leguminosen besser beurteilen zu können, wurden bewusst auch Fruchtfolgestellungen mit

¹Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, TU München, 85354 Freising, Deutschland, reents@wzw.tum.de

geringer N-Versorgung ausgewählt, wodurch sich das zum Teil niedrige Ertragsniveau erklären lässt. Alle Versuche wurden in zertifiziert ökologisch wirtschaftenden Betrieben im bayerischen tertiären Hügelland auf lehmig-sandigen Böden durchgeführt. Jeweils im ersten Versuchsjahr wurden die Leguminosenbestände zusammen mit der ersten Hauptkultur (HK1) Winterweizen (WW, cv. Tiger) oder Winterroggen (WR, cv. Walet) etabliert. Die Einsaat erfolgte bereits in der zweiten Augushälfte, um eine ausreichende Entwicklung der Leguminosenbestände zu gewährleisten. Zum Vergleich wurden Weißklee (TR) und Gelbklee (ML) als ausdauernde Bodenbedecker und die Art *M. truncatula*, die im Herbst dichte Bestände bildet, im Winter aber abfriert, in die Untersuchungen einbezogen. Getreidebestände ohne Leguminosen dienten als weitere Kontrolle. Im Oktober des darauf folgenden Jahres wurde in die Leguminosenbestände, die sich nach der Getreideernte durch Selbstaussaat neu etabliert hatten (Versuche 8 und 9: durch Blanksaat im August etablierte Leguminosenbestände), Wintergetreide eingesät (Tab. 1). Zur Saatbettbereitung und um die Konkurrenz durch die Leguminosen zu verringern, wurden mit einer Reihenfräse 18 cm breite Streifen in die Leguminosenbestände gefräst, in die mit einer gekoppelten Drillmaschine in Doppelreihen das Getreide gesät wurde. Der Abstand in der Doppelreihe betrug 8 cm, der Abstand zwischen zwei Doppelreihen 37,5 cm. Bei der Kontrolle wurde eine wendende Bodenbearbeitung vorgenommen und das Getreide (Weizen) mit 12,5 cm Reihenabständen und Aussaatdichten von 400 Körnern/m² eingesät (Versuche 1-6).

Ergebnisse und Diskussion:

In diesem Rahmen können nur einige Ergebnisse vorgestellt werden, die hauptsächlich die Adaptation der Leguminosen und die Konkurrenzverhältnisse betreffen. Bei bisher üblicher Winterwitterung konnten Auswinterungsschäden von 0-25% (TS2 bis 50%) festgestellt werden, was für eine weitere Bestandesetablierung ausreichte. (Abb. 1). Nach Dauerfrost und lang anhaltender Schneebedeckung mit Eisbildung im Winter 2005/2006 traten insbesondere beim Erdklee starke Auswinterungsschäden auf. Sie waren bei guter Biomasseentwicklung höher, so dass Luftabschluss als Ursache für die Auswinterung angesehen wird.



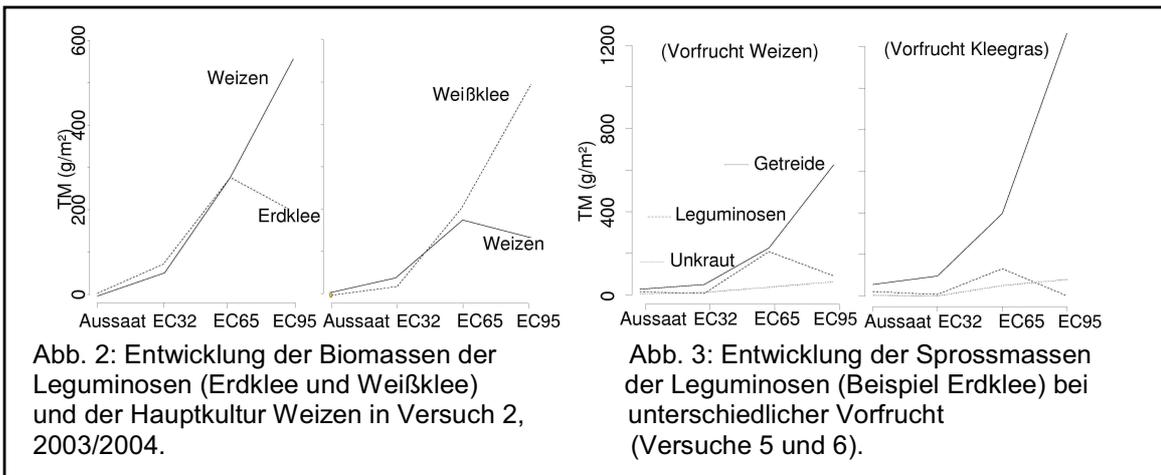
Alle Arten waren in unseren Versuche in der Lage, durch Selbstaussaat mehrjährige Bestände zu bilden (Tab. 2). Bei den bisher züchterisch nicht bearbeiteten Arten *M. minima* und *M. orbicularis* war der Anteil hartschaliger Samen aber oft so hoch, dass die Regeneration der Bestände, trotz reichlichen Samenansatzes, unzureichend war (Tab. 2).

Alle Einjährigen Leguminosen stellten, im Gegensatz zu den mehrjährigen, nach der Reife der Samen ihr Wachstum ein (Abb. 2). Bei Weizen als Hauptkultur waren die Konkurrenzverhältnisse dadurch im Vergleich zum Weißklee günstiger. Das galt besonders für die Einsaat in bestehende Bestände aber auch für das Jahr der Etablierung, wenn die Wachstumsbedingungen für den Weißklee im Herbst günstig waren (Abb. 2).

Tab. 1: Liste der Versuche (Versuchsnr, (Nr), Anzahl Leguminosenarten (Leg), HK1/HK2: Hauptkultur im 1. und 2. Jahr (HK1, HK2), Ansaatjahr (Jahr), Vorfrucht).					
Nr	Leg	HK 1	HK 2	Jahr	Vorfr.
1	6	WW	WW	2003	KG
2	6	WW	WW	2003	Getr
3,4	6	WR	WW	2004	KG
5,6	6	WR	WW	2004	Getr
7	1	-	WW, WR	2005	Getr
8	2	WW,WR		2005	Getr
9	2	WW,WR		2005	KG

Tab. 2: Keimlinge/m ² , im September, nach Selbstaussaat, Versuch 1.			
	2003	2004	2005
<i>M. orbicularis</i>	160	15	450
<i>M. minima</i>	180	270	850
<i>T. campestre</i>	250	4000	1500
<i>T. subterraneum</i>	220	650	500

Bei den Versuchen 3-6 im Jahr 2004 mit Roggen als Hauptkultur war die Jugendentwicklung des Weißklee durch den Witterungsverlauf eingeschränkt und die starke Konkurrenzwirkung des Roggens ließ nur eine schwache Weiterentwicklung der Weißkleebestände zu, die somit keine Konkurrenz für die Hauptkultur darstellten. Im Ansaatjahr konnten bei der Hauptkultur Roggen im Vergleich zur Kontrolle ohne Bodenbedecker keine Reduktion der Ertragsleistungen durch die einjährigen Leguminosen festgestellt werden (Tab. 3). Mit der Beisat von abfrierender *M. truncatula* konnte eine leichte Ertragserhöhung erreicht werden. Beim Weizen kam es im Versuch 1 je nach Leguminosenart zu Ertragseinbußen von 20% (Erdklee) bis zum



Totalausfall (bei *M. orbicularis*, die sich infolge der feuchtkühlen Witterung extrem stark entwickelte). im Versuch 9 (in denen die Bodenbedecker auswinteren) kam es dagegen zu keiner Ertragsminderung durch die Erdkleelebendmulch. Bei der Einsaat in bereits etablierte Leguminosenbestände waren die Erträge insgesamt geringer (Tab. 4). Die niedrigeren Erträge konnten auf eine geringere Dichte der Getreidebestände zurückgeführt werden (150-200 Halme/m² bei der Frässaat, 250-350 Halme/m² bei den Kontrollen mit normalem Reihenabstand). Als Ursache hierfür kann die verwendete Technik der Frässaat angesehen werden, die sich nur bei weiten Reihenabständen realisieren lässt. In den Frässtreifen siedelte sich außerdem Unkraut an, das zusammen mit den Leguminosen, die im Frühjahr bald wieder über die Frässtreifen hinauswuchsen, eine Bestockung, die die weiten Reihenabstand ausgleichen könnte, verhinderte. Im Winter 2005/2006 kamen außerdem Auswinterungsschäden hinzu. Der Anteil der Untersaaten an der Gesamtbiomasse war je nach Umweltbedingungen, insbesondere der N-Versorgung, unterschiedlich.

Bei Klee-grasvorfrucht und bei günstigen Wachstumsbedingungen für das Getreide war er vergleichsweise niedrig, bei Getreidevorfrucht dagegen höher (Abb. 3).

Tab. 3: Kornerträge (g/m²) bei gemeinsamer Aussaat im August (Hauptkulturen (HK): Weizen, Roggen) *.

Vers.	HK 1	Kont.	MO	MM	TS	TR	MT
1	WW	281a	13b	142c	215d	43b	-
3	WR	247a	236a	263a	240a	270a	308b
4	WR	334a	341a	359a	344a	312a	409b
6	WR	480a	493a	480a	450a	441a	481a
5	WR	232a	192a	212a	210a	205a	259b
8	WR	189a	-	-	207a	167b	-
	WW	90a	-	-	87a	44b	-
9	WR	339a	-	-	314a	168b	-
	WW	285a	-	-	200b	129c	-

* unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen unterschiedliche Mittelwerte (t-Test mit Bonferroni-Korrektur).

Tab. 4: Kornerträge (g/m²) und Bestandesdichten (BD) bei Aussaat Ende September in entwickelte Weißklee und Erdkleebestände *.

Vers.	HK	TS	TR	Kontr.
1	WW	183a	73b	321c
3	WW	210a	0b	180a
7	WW	315	-	-
7	WR	347	-	-
9	WW	186a	49b	262c
9	WR	394a	183b	364a

Schlussfolgerungen:

- (1) Die Etablierung überwinternder mehrjähriger Bestände ist möglich, wichtig ist eine nicht zu große Biomasse im Herbst (also eventuell mulchen).
- (2) Bei den bisher noch nicht züchterisch bearbeiteten Arten wäre es nötig, Formen mit geringer Neigung zur Bildung hartschaliger Samen zu finden.
- (3) Die Konkurrenzverhältnisse zwischen Leguminosen und Hauptkultur sind durch den determinierten Wachstumszyklus der einjährigen Leguminosen günstiger als beim Weißklee; bei den überwinternden Arten sind sie beim Erdklee am günstigsten.
- (4) Die Wiedereinsaat von Getreide mit der Frässaat ist nur bei weiten Reihenabständen möglich. Das führt zu dünnen Beständen mit entsprechend geringen Erträgen. Es sollte daher nach Alternativen für die Einsaat in den Folgejahren nach der Etablierung gesucht werden. Hierzu bietet es sich an, die Vegetationspause der Leguminosen zwischen Abreife und Wiederauskeimung zu nutzen. Dabei müsste eine oberflächliche Bodenbearbeitung durchgeführt werden, mit der eventuell aufgelaufene Unkräuter entfernt, oberirdisch abgereifte Leguminosensamen eingearbeitet werden und ein Saatbett für die Getreideeinsaat (die allerdings bereits Ende August erfolgen müsste) bereitet werden kann. Eine andere Möglichkeit wäre die Direktsaat von Getreide in die Leguminosenbestände ohne Teilunterdrückung der Leguminosen. Beides wird zurzeit in weiteren Untersuchungen geprüft.

Danksagung:

Die Arbeit entstand im Rahmen des Projektes: „Lebendmulchsysteme mit einjährigen Leguminosen (03OE099)“ gefördert durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

Literatur:

Neumann H. (2005): Optimierungsstrategien für den Getreideanbau im Ökologischen Landbau: System weite Reihe und Direktsaat in ausdauernden Weißklee. Diss. Univ. Kiel.

Baresel P., Reents H. J., Schenkel W. (2004): Screening alternativer Leguminosenarten auf ihre Eignung zur Gründüngung und zum Mischanbau im Ökologischen Landbau. Organic e-prints No. 8353, <http://www.orgprints.org>.

Hiltbrunner J. (2005): Legume Living Mulches for the Control of Weeds in Organic Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). Diss. ETH Zürich No. 15634.

Winterbeweidung als Alternative zur Mulch- bzw. Schnittnutzung von Kleegrasschlägen

Winter grazing, an alternative to mulching or mowing of grass clover swards

D. Westphal¹, R. Loges¹ und F. Taube¹

Keywords: crop farming, grassland, grass/clover

Schlagwörter: Pflanzenbau, Grünland, Klee gras

Abstract:

Literature shows that management factors like the type of defoliation and seed mixture have a strong influence on yield, forage quality and N₂-fixation of grass clover mixtures. In comparison to harvesting, grazing is cheaper and for economical reasons a maximum grazing period is aimed. Grazing over winter time can cause irreparable damages to the pasture. This problem is of minor relevance for grass clover grown on arable land in its last production year, which it's ploughed anyway in the following spring. This study compares different grass clover mixtures concerning yield, forage quality and suitability for winter grazing.

*Grass clover swards varying with respect to the following experimental factors: I. companion grass species (perennial ryegrass (*Lolium perenne*) vs tall fescue (*Festuca arundinacea*)) and II. legume species (a. white clover (*Trifolium repens*), b. red clover (*Trifolium pratense*) and c. alfalfa (*Medicago sativa*)) were established for comparison. Tall fescue effected higher total dry matter yields than perennial ryegrass. White clover reached the highest crude protein and energy contents of all tested species. In contrast to this, swards with red clover and alfalfa, showing also the highest sward legume contents, reached higher dry matter and nitrogen yields*

Plots grazed in different periods over winter showed a clear loss of grazable matter. The highest losses of dry matter which also was coupled with a remarkable decrease in crude protein and energy content was observed in mixtures with alfalfa.

Einleitung und Zielsetzung:

Die Art der Bewirtschaftung und die Ansaatmischung beeinflussen die Ertrags- und N₂-Fixierungsleistung sowie die Futterqualität von Klee grasbeständen (LOGES 1998). Weiterhin beeinflussen diese Steuergrößen das Ausmaß der Nitratverlagerung und die Vorfruchtleistung des Klee grasses (DREYMAN 2005). Ausschließlich beweidete bzw. ausschließlich gemulchte Klee grasflächen können zu N-Austrägen mit dem Sickerwasser führen, deren Nitratkonzentration weit über dem EU-Trinkwassergrenzwert von 50 mg NO₃⁻ l⁻¹ liegen. Weidenutzung gilt im Vergleich zu Schnittnutzung als deutlich kostengünstiger, von daher ist aus ökonomischen Gründen eine maximale Weidedauer anzustreben. Auf Ackerklee grasflächen, die ohnehin im folgenden Frühjahr umgebrochen werden, ließe sich eine Beweidung über Winter relativ problemlos durchführen, ohne Dauergrünland oder jüngere Klee grassschläge mit Trittschäden zu belasten. Ziel dieses Projektes ist die Prüfung unterschiedlicher Leguminosen- und Grasarten in Bezug auf Ertragsleistung, Futterqualität und Eignung zur Winterbeweidung, deren Vorfruchtwirkung auf nachfolgenden Sommerweizen aber auch auf Gefahren einer möglichen N-Auswaschung. Die Hypothese des Projektes ist, dass es mit Klee grassgemengen gelingen kann, extensivere Mutterkuhrassen bzw. Schafe - mit Ausnahme von Zufütterungen bei längeranhaltenden Schneelagen - über den Winter

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098 Kiel, Deutschland, dwestphal@email.uni-kiel.de

zu bringen. In Bezug auf Umweltaspekte wird dabei davon ausgegangen, dass im Vergleich zu einer Beweidung oder einem Mulchschnitt im Oktober, die Beweidung des letzten Kleeergrasaufwuchses über Winter sogar zu geringeren N-Auswaschungen führt.

Methoden:

Zur Durchführung der vorgestellten Untersuchung wurden auf dem im ostholsteinischen Hügelland gelegenen Standort Ritzerau (Bodenart: IS, 48 Bp, 8,5°C Jahresdurchschnittstemperatur, 750 mm Durchschnittsjahresniederschlag) Kleeergrasbestände mit unterschiedlichen Leguminosen- und Grasarten in dreifacher Wiederholung etabliert und wie in Tab. 1 aufgeführt differenziert genutzt. Parzellengröße betrug bei Beweidung 24 x 18 m und bei Schnitt- bzw. Mulchnutzung 24 x 12 m. Die Flächen wurden jeweils sieben Tage mit 46 Schafen beweidet.

Tab. 1: Versuchsfaktoren und Faktorstufen des Kleeergras-Versuches.

Faktor	Faktorstufe	Beschreibung
1. Mischungspartner Grasart	1.1 Dt. Weidelgras, Indiana (DW)	Wichtigste Grasart im Kleeergrasanbau
	1.2 Rohrschwingel, Kora (RS)	Wintergrüne, tiefwurzelnde Grasart
2. Mischungspartner Leguminose	2.1 Weißklee, Klondike (WK)	Typische Leguminosenarten des Ackerfutterbaus
	2.2 Rotklee, Amos (RK)	
	2.3 Luzerne, Daisy (LZ)	
3. Nutzungssystem	3.1 Gründüngung	3 Mulchschnitte
	3.2 Schnittnutzung	3 Siloschnitte
	3.3 Mähweide	2 Siloschnitte...
	3.3.1 Herbstbeweidung	... + Beweidung Anfang Oktober
	3.3.2 frühe Winterbeweidung	... + Beweidung Anfang Dezember
	3.3.3 späte Winterbeweidung	... + Beweidung Anfang Januar
4. Versuchsperiode- Kleeergras	4.1 2005/2006	aus Untersaat 2004/ Umbruch 2006
	4.2 2006/2007	aus Untersaat 2005/ Umbruch 2007

Zu jeder Nutzung wurden Aufwuchsmengen und eventuelle Weidereste bestimmt bzw. die Futterqualitätsparameter Rohproteingehalt (RP) und Energiegehalt (NEL) über NIRS ermittelt. Über Winter wurden in beiden Versuchsperioden keramische Saugkerzen zur Ermittlung etwaiger N-Auswaschungen installiert. Nach dem jeweiligen Frühjahrsumbruch der Versuchsbestände wurde Sommerweizen angesät, an dem die Vorfruchtwirkungen der unterschiedlichen Kleeergrasvarianten untersucht wurden. Die statistische Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit dem Programmpaket SAS Version 8.0. Die Varianzanalysen wurden mit der Prozedur GLM durchgeführt. Die multiplen Mittelwertvergleiche erfolgten mit dem Student-Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.

Ergebnisse und Diskussion:

Im ersten Versuchsjahr 2005 führte die Begleitgrasart Rohrschwingel im Vergleich zum Dt. Weidelgras bei niedrigeren Leguminosen-Ertragsanteilen zu höheren Gesamtbestands-TM-Erträgen (Abb. 1A). Im Vergleich zum Weißklee erwiesen sich Rotklee und Luzerne als deutlich konkurrenzkräftiger gegenüber beiden Begleitgräsern. In Bezug auf den RP- bzw. Energie-Gehalt der Leguminosenfraktion zeigte Weißklee die höchsten und Rotklee die niedrigsten Gehalte (Abb. 2). Auf den nach mehrjährigem

Getreideanbau gering N-nachliefernden Böden führten Rotklee und Luzerne in Folge der höheren Leguminosenanteile im Vergleich zum Weißklee jeweils zu höheren TM-Erträgen, RP-Gehalten im Begleitgras sowie RP-Gehalten im Gesamtbestand und damit auch zu höheren N-Erträgen (Abb. 1B). Im Gegensatz dazu wiesen die Mischungen mit Weißklee die höchsten Energiekonzentrationen auf (Abb. 2B).

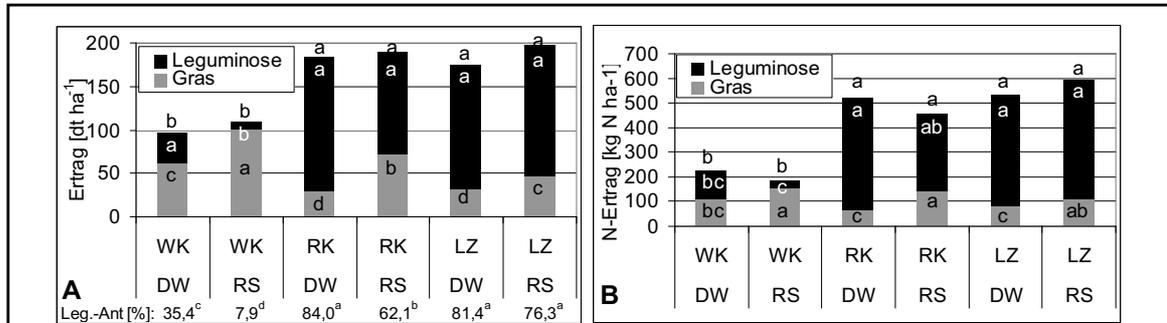


Abb. 1.: Einfluss der Saatmischung auf den Leguminosen-Anteil, die Trockenmasseerträge, sowie auf den Jahres-Stickstoffertrag des Gesamtbestandes, sowie der Fraktionen bei dreimaliger Schnittnutzung (2005).¹

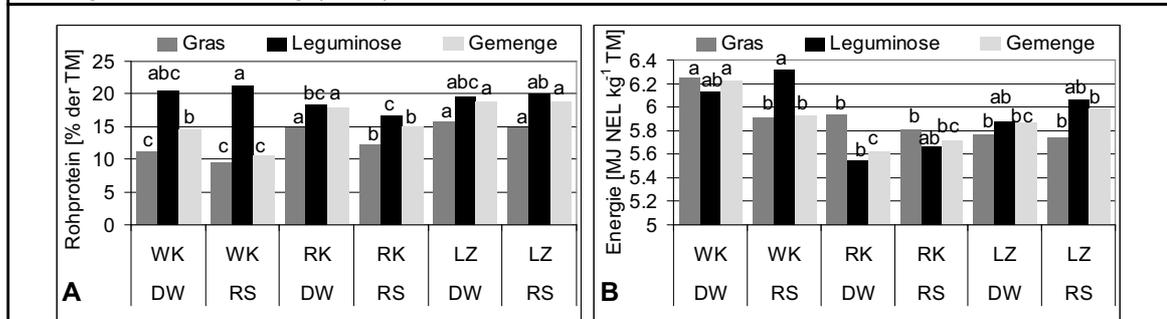


Abb. 2.: Einfluss der Saatmischung auf den Rohproteingehalt und den Energiegehalt des Gemenges, sowie der Fraktionen im Jahresertrag bei dreimaliger Schnittnutzung (2005).¹

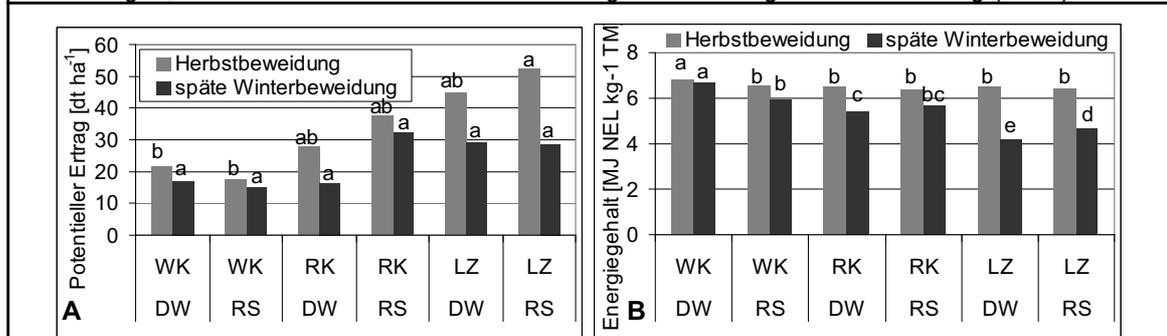


Abb. 3.: Einfluss der Saatmischung auf den potentiellen Trockenmasseertrag und den Energiegehalt des 3. Aufwuchses bei Herbst- bzw. später Winterbeweidung Im Winter 2005/06. Auf den Faktor Saatmischung zurückzuführende Unterschiede innerhalb einer Nutzungsart sind jeweils durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.²

Innerhalb der Abb. 1 bis 3 sind auf den Faktor Saatmischung zurückzuführende Unterschiede innerhalb ¹einer Fraktion / ²eines Beweidungstermins jeweils durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

Abb. 3A zeigt die potentiellen Erträge beim Vergleich der Herbstbeweidung (Anfang Oktober) mit der späten Winterbeweidung (Anfang Januar) des 3. Aufwuchses. Alle Mischungen wiesen bei der Herbstbeweidung höhere Mengen an beweidbarer Sprossmasse bzw. höhere Energiegehalte (Abb. 3B), sowie bei fast allen Mischungen

höhere RP-Gehalte auf (Abb. 4). Während im Herbst die Bestände mit Weißklee die niedrigsten Erträge an TM, RP, und Energie aufwiesen, nähern sich die RP- bzw. Energieerträge der Bestände bei später Winterbeweidung den Mischungen mit Weißklee an (o. Abb.). Im Vergleich zu den Beständen mit Weißklee, die besonders geringe Verluste hinnehmen mussten, waren in den Beständen mit Luzerne in Folge hoher Luzerne-Blattverluste hohe Abnahmen an beweidbarer Biomasse bzw. bei den Rohprotein- und Energiegehalte in der Zeit von Oktober bis Januar zu verzeichnen.

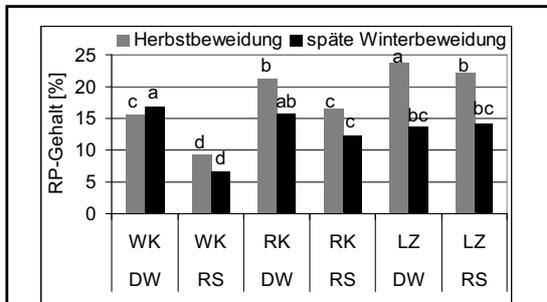


Abb. 4.: Einfluss der Saatmischung auf den Rohproteingehalt bei Herbst- bzw. später Winterbeweidung des 3. Aufwuchses.²

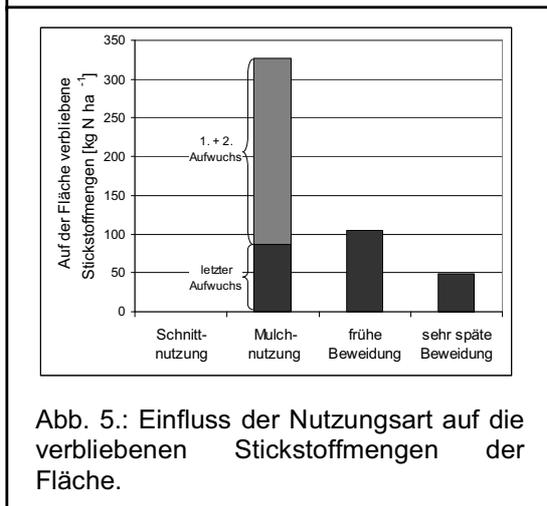


Abb. 5.: Einfluss der Nutzungsart auf die verbliebenen Stickstoffmengen der Fläche.

Abb. 5 zeigt die Stickstoffmengen, die über das auf der Fläche verbliebene Sprossmaterial dem Schlag zugeführt wurden. Im Vergleich zur Schnittnutzung werden über die Mulch- bzw. Mähweidenutzung größere N-Mengen zugeführt. Wie viel N im Falle des Mulchsystems netto zugeführt wurde, lässt sich schwer abschätzen, da das Mulchmaterial der ersten beiden Schnitte zum Zeitpunkt des letzten Schnittes komplett zersetzt war und der Stickstoff entweder vom Bestand rezykliert wurde bzw. Erhöhtem Verlustpotential (Auswaschung, gasförmige Verluste) unterliegt.

Schlussfolgerungen:
Unter den gegebenen Bedingungen sind bei ausschließlicher Schnittnutzung Rotklee und Luzerne dem Weißklee vorzuziehen. In Bezug auf eine Mindestenergiekonzentration zeigen sich Saatmischungen mit Weißklee bzw. Rotklee für eine Winterbeweidung als besser geeignet als solche mit Luzerne, da die Erhaltungsfütterung bei Energiekonzentrationen um 4,5 MJ NEL kg⁻¹ TM knapp bemessen ist (GFE 2001). Die Begleitgrasart hatte unter den gegebenen Bedingungen nur geringen

Einfluss auf die Eignung der Bestände zur Winterbeweidung. Rohrschwengel, der als wintergrüne Grasart gilt und große Vorteile in eher kontinental geprägten Untersuchungen zur Winterweide aufwies, zeigte im Rahmen dieser Untersuchung in Bezug auf Ertrag und Futterqualität im Spätherbst und Winter gegenüber dem Dt. Weidelgras keine Vorteile auf.

Danksagung:

Die Untersuchungen werden langfristig vom Betriebseigentümer Herrn Günther Fielmann finanziert.

Literatur:

Dreyman S. (2005): N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im Ökologischen Landbau. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

Loges R. (1998): Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorruchtwert von Rotklee- und Rotklee-grasbeständen. Dissertation, Universität Kiel.

Luzerne-Sortenvergleich im Trockengebiet Ostösterreichs

Comparison of lucerne varieties under dry site conditions in Eastern Austria

G. Pietsch¹, W. Starz², J. K. Friedel und B. Freyer¹

Keywords: crop farming, plant nutrition, soil fertility, lucerne varieties

Schlagwörter: Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Bodenfruchtbarkeit, Luzerne-Sorten

Abstract:

*The main source of nitrogen in organic farming is biological nitrogen fixation, the result of a symbiosis between legumes and nodulating bacteria. Lucerne (*Medicago sativa* L.) is the most biomass efficient forage legume under the semiarid conditions in Eastern Austria. Farmers inquired about information on the best site-adapted lucerne variety, but knowledge about water use and productivity of different lucerne varieties in organic farming is sparse. From 2005-2006, four lucerne varieties were studied with respect to above- and below-ground biomass production, biological nitrogen fixation and water use. The aim of this study was to find first practical criteria for farmers to choose lucerne varieties for green manure use, adapted to the dry region in the Marchfeld region. The years 2005 and 2006 were characterised by sufficient soil water availability in spring and summer. The shoot biomass production ranged from 4.6 to 5.8 t DM ha⁻¹ per year, the below-ground biomass yield varied from 9.8 to 12.0 t DM ha⁻¹ at the second harvest. Biological nitrogen fixation of lucerne amounted to 193-281 kg N ha⁻¹. Generally, the tested lucerne varieties did not differ in their performance during both vegetation periods when only little drought occurred. Additional research is needed, for example comparison of the varieties under conditions of more severe drought, e.g. by induced water stress in the greenhouse.*

Einleitung und Zielsetzung:

Für viehlose und viehschwache Bio-Ackerbaubetriebe im Trockengebiet ist die Luzerne (*Medicago sativa* L.) die am besten an die semiariden Bedingungen angepasste Futterleguminose in der Fruchtfolge. In der Anbauregion Marchfeld werden Luzerne-sorten benötigt, die unter den limitierenden Wasserbedingungen gute Biomasse- und Stickstofferträge liefern. Sorteneigenschaften wie die N₂-Fixierleistung, unterirdische Biomasseerträge und Wassernutzungseffizienz der Luzerne, die eine gezielte Auswahl an semiaride Standorte erlauben würden, sind jedoch weder in der Sortenliste angeführt, noch bisher untersucht worden. Im Rahmen des Forschungsprojektes BIOfix³ wurden vom Institut für Ökologischen Landbau der Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien in den Jahren 2005-2006 vier Luzernesorten im kontinentalen Trockengebiet Ostösterreichs auf ihre spezielle Eignung als Gründüngungspflanze im Biologischen Landbau untersucht.

Methoden:

Auf den Versuchsflächen BOKU in Groß-Enzersdorf (nordöstliches Flach- und Hügel-land Marchfeld, 150-160 m Seehöhe, 9.8 °C, 554 mm) wurden im März 2004 vier in der Untersuchungsregion verbreitete Luzerne-Sorten (Herkunft: *Vlasta* – Tschechien,

¹Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich, gabriele.pietsch@boku.ac.at

²Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning, Österreich

³BIOfix-Projekt: <http://www.nas.boku.ac.at/biofix/main.htm>

Tango – Frankreich, *Sitel* - Niederlande, *Verko* – Ungarn) als Untersaat in Roggen in 4-facher Wiederholung in einem lateinischen Quadrat randomisiert angelegt. Sowohl im ersten Hauptnutzungsjahr (2005) als auch im zweiten HNJ (2006) der Luzernepflanzen wurden pflanzenbauliche (z.B. oberirdischer und unterirdischer Biomasseertrag, N-Erträge und N₂-Fixierleistung, Wuchshöhe, Blattflächenindex) und hydrologische Parameter (z.B. Bodenwassergehalt, Evapotranspiration) in den Versuchsvarianten erhoben und statistisch ausgewertet. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse der pflanzenbaulichen Erhebungen präsentiert. Zur Abschätzung der N₂-Fixierleistung mit der ¹⁵N-Verdünnungsmethode (CHALK 1985) wurde ein Gräser-Gemenge bestehend aus Glatthafer, Knaulgras, Deutschem Weidelgras und Rotschwingerl als Referenzpflanze verwendet. Für die Ertragsbestimmung wurde das Schnittgut und die Stoppelmasse auf 2 x ½ m² beerntet (Schnitthöhe 5 cm) und die Wurzelmasse in 0-60 cm Tiefe mit einer Rammkernsonde gewonnen.

Ergebnisse und Diskussion:

Obwohl die Niederschlagssumme in beiden Hauptnutzungsjahren im Vergleich mit dem langjährigen Mittel reduziert war (2004/05: 404 mm, 2005/06: 406 mm, Langjähriges Mittel 1971-2000: 520 mm), zeigte sich der Frühling und Sommer (Mai, Juli-September 2005 und April-Mai 2006) sehr niederschlagsreich (siehe Abb. 1).

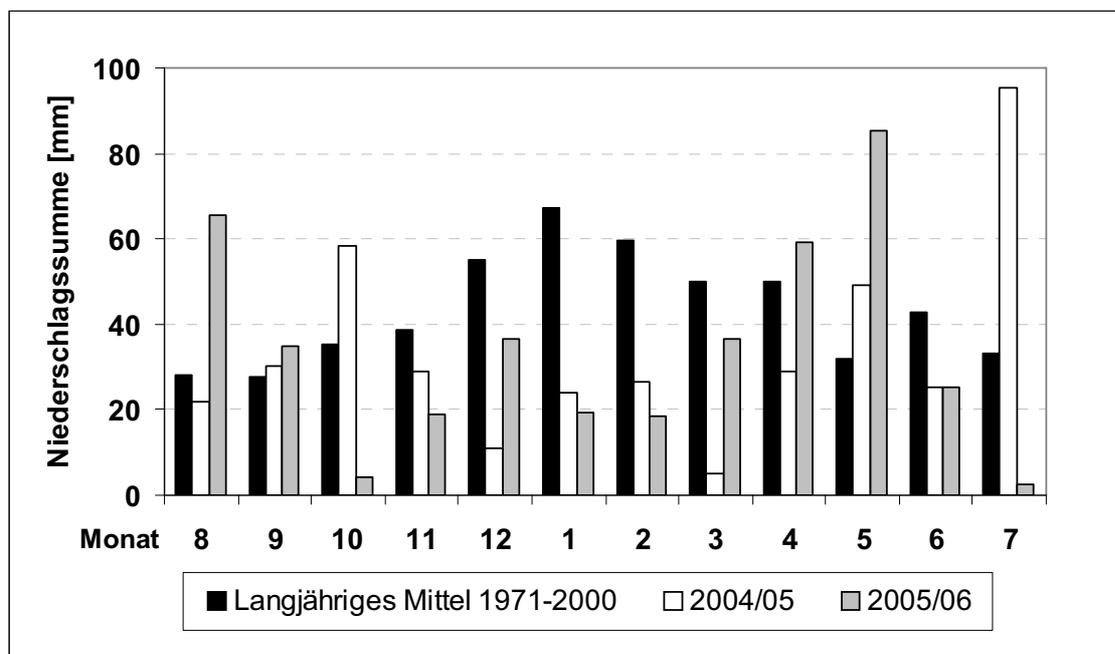


Abb. 1: Niederschlagssumme in mm in den Vegetationsperioden 2004/05, 2005/06 und im langjährigen Mittel 1971-2000 am Standort Raasdorf.

Im 2. Hauptnutzungsjahr war die Niederschlagssumme in der pflanzenbaulich relevanten Messperiode von März-Mai 2006 um 52/98 mm höher als im langjährigen Durchschnitt bzw. im 1. HNJ (langjähriger Durchschnitt: 129 mm, 1. HNJ 2005: 83 mm, 2. HNJ 2006: 181 mm). Durch die höhere Niederschlagssumme und durch das fortgeschrittenere Wurzelwachstum der Luzernebestände im 2. HNJ wurde sowohl bei der Wuchshöhe (+40 cm) als auch beim Schnittgutertrag (+9,2 dt ha⁻¹) zur 2. Ernte der Luzernepflanzen eine Steigerung gegenüber dem 1. HNJ beobachtet. Die Bestandesdichte (Pflanzenzahl pro m²) zu Vegetationsbeginn und der TM-Stoppelertrag nahmen vom 1. zum 2. HNJ ab (Tab. 1). Die Selbstausdünnung von Luzernebeständen mit

fortschreitender Nutzungsdauer wurde auch von HEICHEL et al. (1984) in einem Feldversuch beobachtet.

Ein geeigneter Maßstab für die Abschätzung des Konkurrenzvermögens einer Kultur gegenüber Beikräutern ist der Blattflächenindex (LAI). Je höher die dimensionslose Zahl ist, desto besser wird der Boden durch die Kulturpflanze beschattet und umso weniger Beikräuter können auflaufen. Der LAI war im 2. HNJ zu beiden Ernteterminen höher als im 1. HNJ. Grund dafür ist einerseits der durch die Selbstaussdünnung vergrößerte Standraum der Einzelpflanze, andererseits die optimalen Wachstumsbedingungen im Frühjahr 2006 (siehe Niederschläge). Da die Luzernepflanzen im 2. HNJ höher und die Stängeldurchmesser wegen der Selbstaussdünnung der Bestände größer waren als im 1. HNJ, war das Blatt/Stängelverhältnis im Jahr 2006 enger als im Jahr 2005, d.h. es wurde mehr Stängelmasse als Blattmasse ausgebildet. In allen bisher genannten Parametern konnten keine Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt werden.

Tab. 1: Ergebnisse der pflanzenbaulichen Bestandesaufnahmen der Luzernebestände im 1. und 2. Hauptnutzungsjahr (Mittelwert von 4 Sorten).

	2005		2006	
	1. Ernte (13.6.)	2. Ernte (8.8.)	1. Ernte (22.5.)	2. Ernte (12.7.)
Pflanzen m ² Vegetationsbeginn	279		71	
Wuchshöhe [cm]	67	54	64	98
TM-Schnittgutertrag [dt ha ⁻¹]	28,3	17,4	31,2	26,6
TM-Stoppelertrag [dt ha ⁻¹]	6,4	6,6	4,7	3,6
LAI (Blattflächenindex)	1,8	2,0	5,2	3,9
Blatt/Stängelverhältnis	1,4	1,2	0,6	0,8

Der TM Gesamtschnittgutertrag der Luzerne-Sorten ergab 41,6-48,4 dt ha⁻¹ im 1. HNJ (2005) und 51,9-64,9 dt ha⁻¹ im 2. HNJ (2006). Der Ertragszuwachs vom 1. zum 2. HNJ war bei allen Sorten zur 1. Ernte gering (< +18% des TM-Schnittgutertrages zur 1. Ernte 2005), zur 2. Ernte wurde eine Ertragssteigerung von +22% (Sorte *Sitel*) bis +84% (Sorte *Vlasta*) beobachtet (Abb. 2). Am gleichen Standort wurde in einem anderen Luzerne-Versuch (Pietsch 2004) nur ein geringer Ertragszuwachs vom 1. zum 2. HNJ festgestellt (TM Gesamtschnittgutertrag: 1. HNJ: 110 dt ha⁻¹ 2. HNJ: 123 dt ha⁻¹). Die Ertragsleistung von Luzernebeständen ist normalerweise im 2. Hauptnutzungsjahr höher als im 1. Hauptnutzungsjahr (Diepenbrock et al. 1999), hängt neben der Nutzungsdauer aber auch wesentlich von den Standortbedingungen, der Bewirtschaftung und vom Erntezeitpunkt ab. Ein weiterer Sortenversuch (Pietsch et al. 2005) im Jahr 2005 am gleichen Standort mit 13 Luzerne-Varietäten ergab einen TM Gesamtschnittgutertrag von 46,8-80,3 dt ha⁻¹ und zeigt die große Variationsbreite von Sortenerträgen auf.

In der vorliegenden Untersuchung konnten zu beiden Ernteterminen im Jahr 2005 und 2006 keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Sorten im oberirdischen und unterirdischen Biomasseertrag (Abb. 2) und der Stickstofffixierleistung festgestellt werden. Im 1. Hauptnutzungsjahr variierte der Wurzelmasseertrag in 0-60 cm Tiefe von 9,8-12,0 t ha⁻¹ zur 2. Ernte, die gesamt-pflanzliche N₂-Fixierleistung der Luzerne-Sorten betrug 193-281 kg N ha⁻¹ pro Jahr (49-63% Anteil N aus der Luft). Die Ergebnisse von Wurzelmasseertrag, N-Gehalt und N₂-Fixierleistung der Luzernepflanzen im 2. HNJ stehen bis dato noch nicht zur Verfügung.

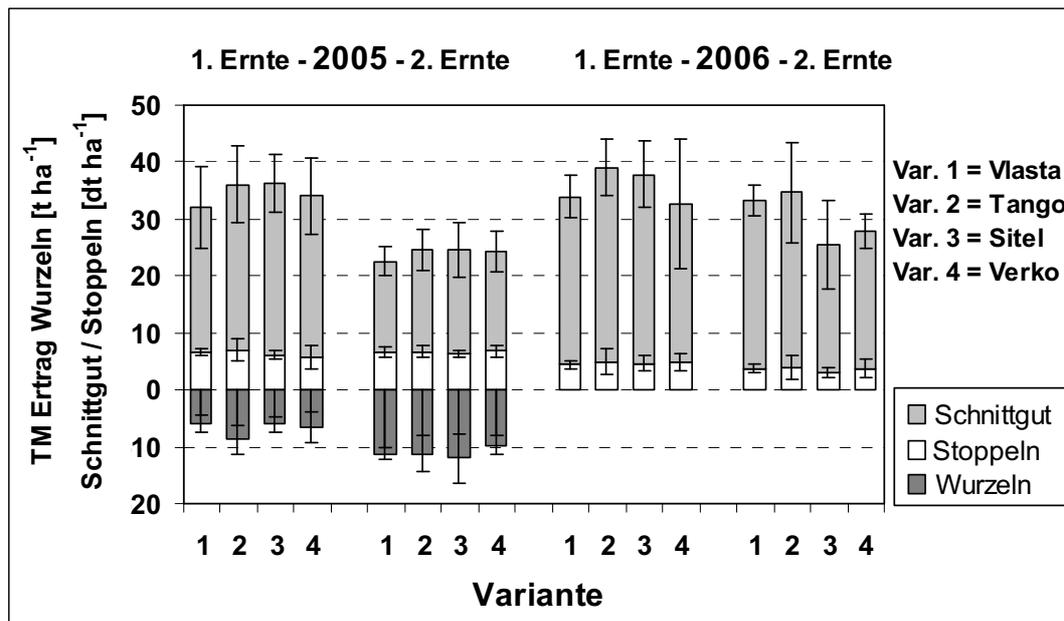


Abb. 2: TM Schnittgut-, Stoppel- und Wurzelmasseerträge zur 1. und 2. Ernte 2005 (1. Hauptnutzungsjahr) und 2006 (2. Hauptnutzungsjahr).

Schlussfolgerungen:

Da in beiden Hauptnutzungsjahren zu einem für das Pflanzenwachstum optimalen Zeitpunkt ausreichend Wasser zur Verfügung stand, lassen sich die vorgestellten Ergebnisse nicht generell verallgemeinern. Es wird jedoch angenommen, dass die vier überprüften, regionstypischen Luzerne-Sorten an die Bedingungen im Marchfeld angepasst sind. Um eine abgesicherte Aussage über geeignete Luzerne-Sorten für die niederschlagsarme Region Ostösterreichs treffen zu können, wird in der nächsten Vegetationsperiode ein erweiterter Sortenversuch unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus durchgeführt.

Literatur:

Chalk P. M. (1985): Estimation of N₂ fixation by isotope dilution: An appraisal of techniques involving ¹⁵N enrichment and their application. *Soil Biol Biochem* 17:389-410.

Diepenbrock W., Fischbeck G., Heyland K. U., Knauer N. (1999): *Spezieller Pflanzenbau*. 3. Auflage. UTB Verlag, Stuttgart.

Heichel G. H., Barnes D. K., Vance C. P., Henjum K. I. (1984): N₂ Fixation, and N and dry matter partitioning during a 4-year alfalfa stand. *Crop Science* 24:811-815.

Pietsch G. (2004): N₂-Fixierungsleistung und Wasserverbrauch von Futterleguminosen im Ökologischen Landbau unter den klimatischen Bedingungen der pannonischen Region Österreichs. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

Pietsch G., Friedel J. K., Starz W., Wagentristsl H., Freyer B. (2005): „Saatgut für den Biologischen Landbau - Österreichische Biosortenzüchtung“ – Eigenschaften von Luzernesorten, Endbericht 2005. Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien.

Möglichkeiten zur Verbesserung der Siliereigenschaften verschiedener perennierender Gras-/ Leguminosenmischungen durch Hoch-Zucker-Gräser

Chances to improve the fermentability of different perennial grass/legume mixtures using high sugar grasses

H. Laser¹ und G. Leithold¹

Keywords: crop farming, grassland, animal nutrition, ensiling

Schlagwörter: Pflanzenbau, Grünland, Tierernährung, Silierung

Abstract:

Herbage from legumes or legume-rich swards potentially has lower concentrations of water soluble carbohydrates (= wsc) and a higher buffering capacity (= bc) than grass grown in pure stands. The analysis of three forage legumes (= Trifolium repens, Trifolium pratense and Lotus corniculatus) in monoculture and mixtures (= 50/50) with the grass species Festuca rubra demonstrates, that the ratio of wsc concentration to bc is critical low, especially when the herbage is harvested at physiological young stages to obtain a higher forage quality. This means an increased risk for silage making, especially at DM contents which are below 30%. New breedings of the grass species Lolium perenne with higher sugar contents offer a possibility to increase the wsc concentration in grass/legume mixtures. Our studies show, that the tested high-sugar grass is suitable to increase the wsc concentrations in mixture. However, the grass has grown in monoculture. A present project is focussed on the open question if the advantage of high-sugar varieties is also evident in legume/grass mixtures.

Einleitung und Zielsetzung:

Leguminosenreinbestände und Mischungen mit hohem Leguminosenanteil können eine wertvolle Proteinquelle für Wiederkäuer in ökologischen Milchviehbetrieben darstellen, für die Silierung derartiger Bestände können jedoch gerade hohe Proteingehalte im Siliergut problematisch sein, da für den Siliererfolg wichtige Eigenschaften negativ mit den Rohproteinkonzentrationen korrelieren. In dieser Arbeit werden die Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten und die Pufferkapazität wichtiger mehrjähriger Leguminosen in Mischung und in Reinsaat zu unterschiedlichen Nutzungszeitpunkten aufgezeigt. Als Lösungsansatz für die meist problematischen Siliereigenschaften wird der Einsatz von neuartigen *Lolium perenne*-Sorten diskutiert, die seit kurzem auch auf dem deutschen Markt als Hochzucker-Gräser (= HZG) erhältlich sind.

Methoden:

Grundlage der Untersuchungen bilden zwei Freilandversuche, die auf den Flächen der Lehr- und Versuchsstation der 2006 geschlossenen Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen angelegt wurden. Im ersten Versuch (= Kleeartenvergleich) wurden die Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten (= wLK) und Pufferkapazitäten (= Pk) der Leguminosen *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* und *Lotus corniculatus* in Reinsaat und in Mischung mit der Grasart *Festuca rubra* untersucht. Im zweiten Versuch (= HZG-Versuch) sollte geklärt werden, wie sich die wLK-Konzentrationen von Hochzuckersorten von konventionellen *Lolium perenne*-Sorten unterscheiden. Der **Kleeartenvergleich** wurde nach dem Plan einer

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner-Straße 21c, 35394 Gießen, Deutschland, Harald.Laser@agr.uni-giessen.de

Spaltanlage mit drei Wiederholungen mit den in Tab. 1 aufgeführten Faktoren angelegt. Innerhalb der Mischparzellen (= 50/50) wurden jeweils Leguminose und Gras drillreihenweise, räumlich getrennt ausgesät, so dass die Leguminose bei einem Mischungsverhältnis von 50/50 jede zweite Reihe einnahm. Der Drillreihenabstand betrug 17 cm bei einer Parzellengröße von 2,8 m x 5 m. Alle Varianten blieben ungedüngt.

Tab. 1: Varianten des Kleeartenvergleichs.

Faktoren	Stufen
1. Nutzungsfrequenz	1.1 zwei Schnitte * Jahr ⁻¹
	1.2 vier Schnitte * Jahr ⁻¹
2. Mischungsverhältnis Leguminosen zu <i>Festuca rubra</i>	2.1 100/ 0
	2.2 50/ 50
	2.3 0/100
3. Leguminosen	3.1 <i>Lotus corniculatus</i>
	3.2 <i>Trifolium repens</i>
	3.3 <i>Trifolium pratense</i>
4. Jahr	4.1 Erstes Hauptnutzungsjahr
	4.2 Zweites Hauptnutzungsjahr

Der Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten wurde durch die Anthronmethode (Y-EMM & WILLIS 1954), die Pufferkapazität (= Kleeartenvergleich) wurde nach WEISSBACH (1967) bestimmt. Als Maß für die Vergärbarkeit der Aufwüchse wurde der Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient (= Z/Pk-Quotient) berechnet. Die Daten des Kleeartenvergleichs wurden als Spaltanlage mit Hilfe der mehrfaktoriellen Varianzanalyse verrechnet. Es wurden jeweils die Ergebnisse des ersten Schnittes der zweimaligen Nutzung mit denen des zum gleichen Termin geernteten zweiten Schnittes der Vierschnittvariante (= Erntetermin Mitte Juni) verrechnet.

Der **HZG-Versuch** wurde als Lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen mit den Faktoren *Lolium perenne*-Sorte (= Aberavon als „Sweetgras“ oder „HZG-Sorte“, Gladio, Summit und Tivoli als Referenz-Sorten) und Erntetermin (35. Woche = physiologisch jung bzw. 39. Woche = physiologisch alt, d.h. Ernte jeweils als Primäraufwuchs) mit einer Parzellengröße von 7 x 1,4 m angelegt. Die Bestände im HZG-Versuch wurden im Juli einheitlich mit 80 kg N gedüngt. Die wLK-Konzentrationen wurden auf demselben Weg wie im Kleeartenvergleich bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion:

Tab. 2 zeigt, dass vor allem Reinsaaten und Mischungen von Hornklee und Weißklee aber auch von Rotklee signifikant niedrigere wLK-Konzentrationen aufweisen als die Reinsaat der Grasart Rotschwingel, wenn die Aufwüchse physiologisch jung genutzt werden. Bei zunehmendem Alter der Aufwüchse sind die Unterschiede weniger ausgeprägt, da sich die wLK-Konzentrationen im Gegensatz zu denen der Grasaufwüchse kaum verändern. Da die meisten Aufwüchse in Hinblick auf eine höhere Futterqualität eher jung genutzt werden, sind die Kleearten in Reinsaat und Mischung unter dem Aspekt wLK-Konzentrationen dem Gras unterlegen. Noch deutlicher wird der Nachteil der Leguminosen bei der Betrachtung der Pufferkapazität (Tab. 3). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der Gegenüberstellung der Gäreigenschaften von *Lotus corniculatus* und verbreiteten Gräsern der Extensivweiden (LASER & OPITZ v. BOBERFELD 2004). Die leicht verfügbaren wasserlöslichen Kohlenhydrate sind ein wichtiges Substrat für die Produktion von Milchsäure und anderer für den Siliererfolg maßgeblichen organischen Säuren. Bei der hohen Pufferkapazität der Leguminosenbestände und Mischungen sind jedoch nochmals größere Mengen dieser Säuren erforderlich, um den pH-Wert zu senken.

Tab. 2: Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten (in %) im Kleeartenvergleich bei unterschiedlichem physiologischen Alter der Pflanzen (niedrige/hohe Nutzungsfrequenz).

Art	Bestand	Jahr 1			Jahr 2		
		alt	jung	Sign.	alt	jung	Sign.
<i>Lotus corniculatus</i>	Reinsaat Klee	6,7	6,3	n.s.	4,3	5,0	n.s.
	50% Klee	6,6	7,1	n.s.	5	5,3	n.s.
<i>Trifolium repens</i>	Reinsaat Klee	8,8	9,0	n.s.	5,9	5,7	n.s.
	50% Klee	7,5	8,8	n.s.	5,0	5,7	n.s.
<i>Trifolium pratense</i>	Reinsaat Klee	12,0	9,7	*	9,2	9,3	n.s.
	50% Klee	8,6	8,8	n.s.	8,7	9,0	n.s.
<i>Festuca rubra</i>	Reinsaat Gras	7,0	13,9	*	7,4	10,7	*
Signifikanz		*	*		*	*	

*=signifikante Differenzen bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% (F-Test); n.s.=nicht signifikant.

Tab. 3: Pufferkapazität (in g MS*100g TS⁻¹) im Kleeartenvergleich bei unterschiedlichem physiologischen Alter der Pflanzen (niedrige/hohe Nutzungsfrequenz).

Art	Bestand	Jahr 1			Jahr 2		
		alt	jung	Sign.	alt	jung	Sign.
<i>Lotus corniculatus</i>	Reinsaat Klee	8,3	9,9	n.s.	8,0	9,4	n.s.
	50% Klee	7,1	9,2	n.s.	6,3	8,2	n.s.
<i>Trifolium repens</i>	Reinsaat Klee	10,7	8,9	n.s.	8,2	7,9	n.s.
	50% Klee	6,7	8,4	n.s.	5,2	8,3	*
<i>Trifolium pratense</i>	Reinsaat Klee	8,7	10,9	n.s.	8,4	9,5	n.s.
	50% Klee	6,4	9,9	n.s.	7,6	8,8	n.s.
<i>Festuca rubra</i>	Reinsaat Gras	3,4	5,4	n.s.	2,9	4,8	n.s.
Signifikanz		*	*		*	*	

*=signifikante Differenzen bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% (F-Test); n.s.=nicht signifikant.

Tab. 4: Z/Pk-Quotient im Kleeartenvergleich bei unterschiedlichem physiologischen Alter der Pflanzen (niedrige/hohe Nutzungsfrequenz).

Art	Bestand	Jahr 1			Jahr 2		
		alt	jung	Sign.	alt	jung	Sign.
<i>Lotus corniculatus</i>	Reinsaat Klee	0,8	0,6	n.s.	0,5	0,5	n.s.
	50% Klee	0,9	0,8	n.s.	0,8	0,7	n.s.
<i>Trifolium repens</i>	Reinsaat Klee	0,8	1	n.s.	0,7	0,7	n.s.
	50% Klee	1,1	1	n.s.	1	0,7	n.s.
<i>Trifolium pratense</i>	Reinsaat Klee	1,4	0,9	*	1,1	1	n.s.
	50% Klee	1,4	0,9	*	1,1	1,1	n.s.
<i>Festuca rubra</i>	Reinsaat Gras	2	2,6	*	2,6	2,3	n.s.
Signifikanz		*	*		*	*	

*=signifikante Differenzen bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% (F-Test); n.s.=nicht signifikant

Dieser ungünstige Zusammenhang spiegelt sich in den Zucker-/Pufferkapazitätsquotienten in Tab. 4 wider. Im Vergleich der Z/Pk-Quotienten von *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* und *Lotus corniculatus* ist der Faktor Bestand die dominierende Ursache für Varianz. Der Einfluss der Wachstumszeit ist nicht gesichert, bzw. von untergeordneter Bedeutung. Der Z/Pk-Quotient von *Trifolium pratense* ist meist etwas höher als derjenige der anderen beiden Leguminosen, liegt bei den Kleearten aber generell deutlich unter zwei. Nur die Grasart in Reinsaat erreicht den für 30% TS notwendigen Wert von 2.

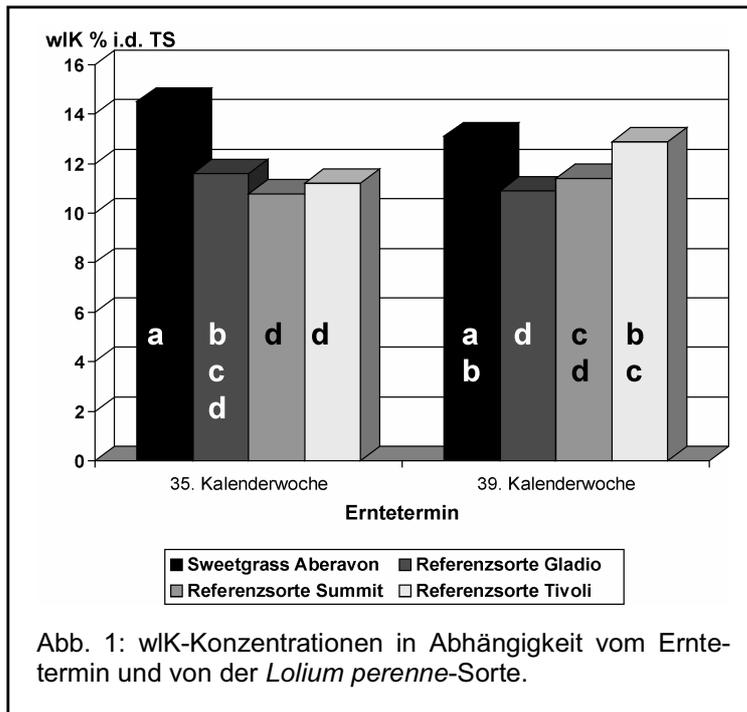


Abb. 1: wVK-Konzentrationen in Abhängigkeit vom Erntetermin und von der *Lolium perenne*-Sorte.

Durch eine Erhöhung der TS-Gehalte (= Vorwelken) lässt sich das Problem des Missverhältnisses zwar vermindern (OPITZ v. BOBERFELD 1994), jedoch sind gerade bei der Trocknung von Leguminosen hohe Bröckelverluste bei der Silagewerbung zu erwarten. Bei Leguminose-/Grasbeständen lässt sich der Z/Pk-Quotient theoretisch durch eine Erhöhung der wVK-Konzentration der Gräserkomponente erhöhen. Abb. 1 verdeutlicht, dass neue Züchtungen von *Lolium*

perenne deutlich höhere wVK-Konzentrationen aufweisen können als vergleichbare Referenzsorten.

Schlussfolgerungen:

HZG-Gräser könnten die zum Teil unsicheren Gäreigenschaften von perennierenden Gras-/Leguminosen-Beständen durch die Erhöhung des Z/Pk-Quotienten beeinflussen. Unklar ist bislang, inwiefern der höhere Gehalt dieser Gräser an wVK auch in Mischungen zum Tragen kommt. In dieser vorläufigen Versuchsreihe mit HZG-Gräsern wurden die Gräser nur in Monokulturen angebaut. In einem dritten, 2006 angelegten Freilandversuch werden aktuell auf dem Lehr- und Versuchsgut Gladbacherhof der Professur für Organischen Landbau der Justus-Liebig-Universität Gießen Mischungseffekte zwischen Gräsern (HZG- und konventionelle *Lolium*-Sorten) und drei verschiedenen Leguminosen (= *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und *Lotus corniculatus*) untersucht.

Literatur:

Laser H., Opitz v. Boberfeld W. (2004): Effect of legume proportion and physiological age on forage quality and the suitability of *Agrostis capillaris* L. and *Festuca rubra* L. for silage making. Plant Soil Environ 50:315-323.

Opitz v. Boberfeld W. (1994): Grünlandlehre - Biologische und ökologische Grundlagen. Ulmer, Stuttgart, 336 S.

Weissbach F. (1967): Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deut. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 92, S. 211-220.

Yemm E. M., Willis A. J. (1954): The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem J 57:85-97.

Auswirkungen des letzten Nutzungstermins von Weiden im Herbst auf den Ertrag im darauf folgenden Frühling

Grassland utilisation in autumn and yield in the following spring

M. Lobsiger¹, E. Mosimann², B. Jeangros² und A. Lüscher³

Keywords: production systems, grassland, cattle, pasture

Schlagwörter: Betriebssysteme, Grünland, Rind, Weide

Abstract:

The consequences of a late closing date in autumn on pasture performance in spring are mostly unknown under Mid-European climatic conditions. An experiment on two sites in the Swiss lowlands showed that a delay of the closing date from early October to late November reduced spring yield by 50% (238-821 kg DM/ha) in early April and 18% (556-986 kg DM/ha) in Mai. This reduction of spring yield was particularly high (up to 75%) if the residual herbage mass before winter was below 300-500 kg DM/ha. On the other hand residual herbage mass above this threshold did not increase spring yield considerably. Thus, the utilisation of pasture in late autumn is recommended, if conditions are favourable and if grazing does not reduce the residual herbage mass below 300-500 kg DM/ha, corresponding to a herbage height of 5-6 cm (plate pasture meter).

Einleitung und Zielsetzung:

Die Weidehaltung von Milchkühen spielt als artgerechte Haltungsform und aus ökologischen Gründen in der biologischen Landwirtschaft eine wichtige Rolle. Zudem ist die Weide das kostengünstigste Fütterungssystem. Man ist deshalb bestrebt, die Weideperiode auf einen möglichst großen Zeitraum auszudehnen. Die Auswirkungen einer Verlängerung der Weideperiode im Herbst auf die Vegetation im darauf folgenden Frühling werden kontrovers diskutiert und sind unter mitteleuropäischen Bedingungen noch nicht untersucht worden. Mögliche negative Auswirkungen auf den Pflanzenbestand sind im ökologischen Landbau aufgrund der eingeschränkten Möglichkeiten zur Korrektur von besonders großer Bedeutung.

Deshalb wurde in einem Versuch an zwei Standorten im schweizerischen Mittelland untersucht, wie sich der Ertrag im nächsten Frühling entwickelt, wenn die Weiden im Herbst unterschiedlich lange genutzt wurden. Dabei interessierte besonders, wie viel Pflanzenmasse im Herbst vor dem Einwintern noch auf den Parzellen stehen gelassen werden muss, damit im nächsten Frühling ein kräftiger Wiederaustrieb gewährleistet bleibt.

¹Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz, martin.lobsiger@agff.ch

²Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1, Schweiz, eric.mosimann@acw.admin.ch, bernard.jeangros@acw.admin.ch

³Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz, andreas.luescher@art.admin.ch

Tab. 1: Auswirkungen des Zeitpunktes der letzten Nutzung und der Nutzungsart im Herbst auf den Ertrag im März, April und Mai des folgenden Frühlings (kg TS/ha, Durchschnitt der Standorte St. Livres und Waldhof, früh = Anfang Oktober, mittel = Ende Oktober, spät = Ende November).

letzter Nutzungs- termin im Herbst (T)	früh		mittel		spät		mF	Signifikanz		
	Schnitt Weide		Schnitt Weide		Schnitt Weide			NA	T	NA x T
Mitte März 2002	608	754	232	371	148	100	59	ns	< 0,001	ns
Mitte März 2003	280	281	153	212	99	59	37	ns	< 0,001	ns
Mitte März 2004	234	598	144	186	130	237	49	< 0,001	< 0,001	0.005
<i>MW Mitte März</i>	459		216		129					
Anfang April 2002	1355	1435	782	893	618	529	75	ns	< 0,001	ns
Anfang April 2003	1087	1087	802	941	835	639	70	ns	< 0,001	ns
Anfang April 2004	326	362	213	252	123	89	46	ns	< 0,001	ns
<i>MW Anfang April</i>	942		647		472					
Anfang Mai 2002	3644	3681	3003	2921	2922	2432	113	ns	< 0,001	ns
Anfang Mai 2003	4436	4085	3872	4050	3696	3273	132	ns	< 0,001	ns
Anfang Mai 2004	4730	5079	4477	4583	4310	4327	166	ns	0.005	ns
<i>MW Anfang Mai</i>	4276		3818		3493					

mF : mittlerer Fehler MW : Mittelwert

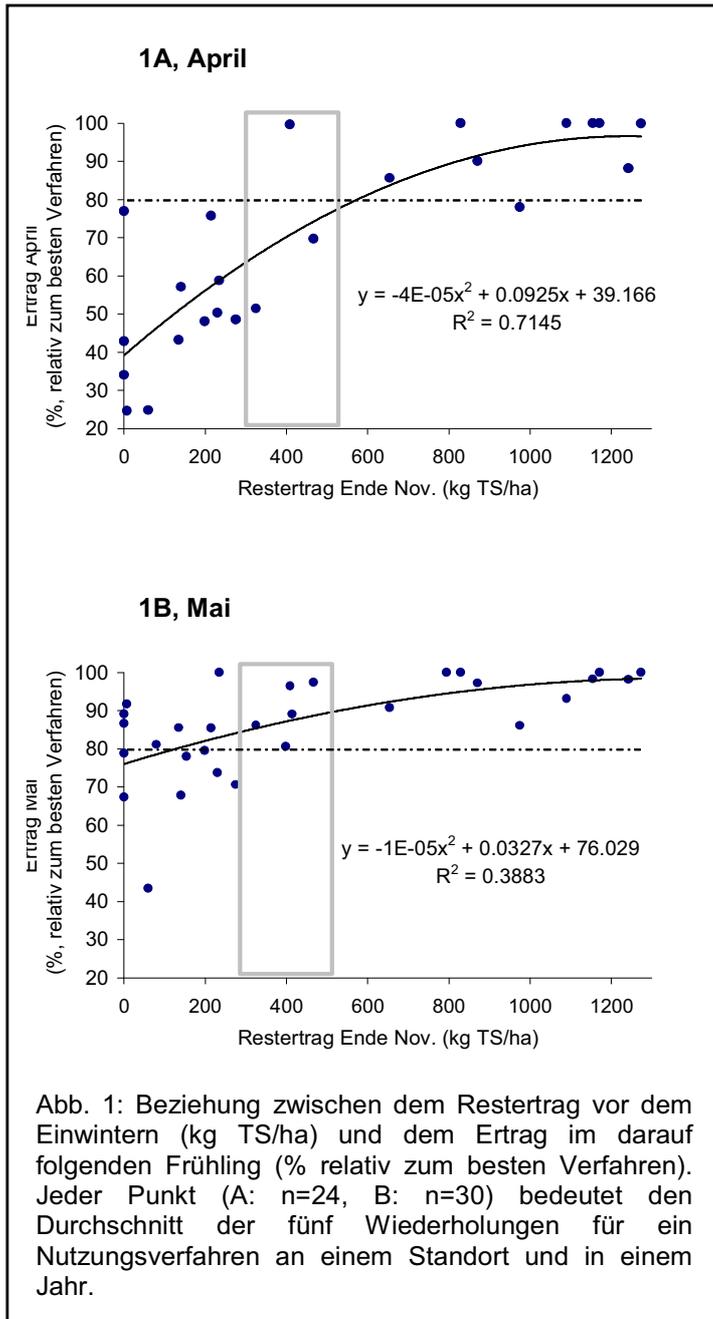
Material und Methoden:

Der Versuch wurde während dreier Jahre (2001-2004) auf zwei Intensivstandweiden durchgeführt: in Waldhof/Langenthal BE (feucht) und in St. Livres VD (sommertrocken). Die nach den Grundsätzen der integrierten Produktion (NPK-Düngung mit Hofdünger, ergänzt durch ca. 90 kg mineralischem Stickstoff pro ha und Jahr, kein Pestizideinsatz) bewirtschafteten Klee/Gras-Mischbestände wiesen eine Nutzungsdensität auf, wie sie auch im biologischen Landbau üblich sind. Details zu den Standorten sind in LOBSIGER et al. (2006) angegeben. Wir untersuchten sechs Verfahren in je fünf Wiederholungen: zwei Nutzungsarten (Schnitt und Weide), jede mit drei unterschiedlichen letzten Nutzungsterminen (Anfang Oktober, Ende Oktober, Ende November). Der Ertrag im darauf folgenden Frühling wurde an drei verschiedenen Terminen erhoben (März, April, Mai).

Ergebnisse und Diskussion:

In Tab. 1 sind die Erträge im Frühling als Durchschnitte beider Standorte dargestellt. Der Zeitpunkt der letzten Nutzung im Herbst hatte immer einen hoch signifikanten Einfluss auf den Ertrag im darauf folgenden Frühling. Die Verlängerung der Nutzungsperiode von Anfang Oktober (früh) bis Ende November (spät) bewirkte im Durchschnitt der 3 Versuchsperioden einen Ertragsrückgang von 72% (202-557 kg TS/ha) Mitte März, von 50% (238-821 kg TS/ha) Anfang April und von 18% (556-986 kg TS/ha) Anfang Mai. Anfang Mai war der Rückstand der Verfahren „spät“ gegenüber den Verfahren „früh“ in absoluten Werten mit durchschnittlich 783 kg TS/ha am größten (Mittel aller Jahre, beider Nutzungsarten und beider Standorte). Die Nutzungsart im Herbst (Schnitt oder Weide) hatte auf den Ertrag im Frühling keinen signifikanten Einfluss (außer Ernte März 2004).

Mit Regressionsberechnungen konnte der Ertragsrückstand im Frühling (Tab. 1) in Relation zum zusätzlich gewonnenen Futter im Herbst gesetzt werden. Sie zeigten, dass pro kg TS Gras, welches im Herbst zwischen Anfang Oktober und Ende November noch genutzt wurde, im darauf folgenden Frühling 0,34 kg TS/ha (März) resp. 0,45 kg TS/ha (April) verloren gehen. Im Mai war der Verlust besonders groß, wenn beim



Einwintern weniger als 300-500 kg TS/ha auf den Parzellen vorhanden waren: pro kg TS im Herbst noch gefressenes Gras verlor man in diesem Fall im Mai 2,64 kg TS (LOBSIGER et al. 2006).

Unsere Resultate entsprechen im Durchschnitt den Ergebnissen aus Versuchen in Irland. O'DONOVAN et al. (2002) zeigten in Irland, dass jeder Tag, der im Herbst zwischen dem 1. Oktober und dem 11. Dezember länger genutzt wurde, einen Rückgang des Ertrags im nächsten Frühling von 15 kg TS/ha zur Folge hatte. In unserer Untersuchung betrug dieser Rückgang rund 19 kg TS/ha pro Tag längere Nutzung im Herbst. Ebenfalls in Irland untersuchten ROCHE et al. (1996) zwei letzte Weidetermine: «früh» am 20. Oktober und «spät» am 2. Dezember. Mitte März des darauf folgenden Jahres betrug der Verlust zwischen dem Verfahren «früh» und «spät» 590 kg TS/ha. In unseren Untersuchungen war im März der entsprechende Verlust noch nicht so groß (88 kg TS/ha zwischen den Verfahren "mittel" und "spät"), was u.a. darauf zurückgeführt werden kann,

dass die Vegetationsruhe im schweizerischen Mittelland ausgeprägter ist und länger dauert als in Irland. Vergleichbar sind die Verluste im April und Mai. Wegen den großen Unterschieden der Ertragsproduktion zwischen den beiden Standorten und den stark variierenden Klimabedingungen in den drei Versuchsjahren ist es schwierig, aufgrund dieser Angaben ein allgemeingültiges Datum für die letzte Nutzung im Herbst anzugeben. Untersuchungen an Weißklee haben gezeigt, dass für die Überwinterung eine genügende Restblattfläche essentiell ist (LÜSCHER et al. 2001, WACHENDORF et al. 2001). Wir fragten uns deshalb: Mit welcher Grashöhe, respektive mit welchem Restertag muss eine Weide einwintern, damit im Frühling kein größerer Verlust befürchtet werden muss?

In Abb. 1 ist die Beziehung zwischen dem vor dem Einwintern noch stehenden Grasertrag und den Erträgen im darauf folgenden Frühling dargestellt. Die Erträge im Frühjahr sind dabei relativ zum besten Verfahren (= 100%) des jeweiligen Standortes und Jahres angegeben. Auf diese Weise werden die witterungsbedingten großen Unterschiede zwischen den Jahren und Standorten ausgeschlossen.

Abb. 1A zeigt, dass im April mit erheblichen Ertragseinbussen zu rechnen ist, wenn vor dem Einwintern weniger als 300-500 kg TS/ha auf den Parzellen steht: in diesem Fall lagen alle Datenpunkte unter 80%, d.h. der Ertragsrückgang betrug 20% oder mehr. Der Wert von neun Datenpunkten lag sogar unter 50% des maximalen Ertrages. Im Mai war diese Tendenz in den relativen Werten der Abb. 1B etwas abgeschwächt. Das Risiko größerer Ertragseinbussen blieb im Mai jedoch vorhanden, wenn im Herbst weniger als 300-500 kg TS/ha stehen gelassen wurde. Wie die Werte der Tab. 1 zeigen, war im Mai der absolute Biomasseverlust (in kg TS/ha) besonders groß. Abb. 1 zeigt andererseits, dass Grasmengen oberhalb des Grenzbereichs von 300-500 kg TS/ha im November keinen positiven Effekt mehr auf den Ertrag im April und Mai haben.

Lassen es die Bedingungen zu, so empfehlen wir deshalb auch eine späte Nutzung von Herbstweiden; sie dürfen aber vor dem Winter nicht zu tief abgefressen werden. Trotz dem Bestreben, die Weidesaison im Herbst möglichst lange auszudehnen, um Kosten einzusparen, sollten vor dem Winter noch 300-500 kg TS/ha auf den Weideflächen stehen. Dies entspricht einer Grashöhe von 5-6 cm (Grashöhenmessung mit Herbometer Modell Jenquip Neuseeland) resp. 8-10 cm gemessen mit der Meterstabmethode (THOMET et al. 1999). Bei tieferer, intensiverer Nutzung im Herbst wird der Gewinn an kostengünstigem Futter im Herbst durch den Ertragsrückgang im Frühling geschmälert oder gar überkompensiert und eine Verzögerung der Weidereife muss in Kauf genommen werden.

Literatur:

- Lobsiger M., Mosimann E., Hofer C., Jeangros B., Lüscher A. (2006): Graslandbewirtschaftung im Herbst und Ertrag im Frühling. *Agrarforschung* 13 (10):412-417.
- Lüscher A., Stäheli B., Braun R., Nösberger J. (2001): Leaf area, competition with grass, and clover cultivar: Key factors to successful overwintering and fast regrowth of white clover (*Trifolium repens* L.) in spring. *Ann Bot* 88:725-735.
- O'Donovan M., Dillon P., Reid P., Rath M., Stakelum G. (2002): A note on the effects of herbage mass at closing and autumn closing date on spring grass supply on commercial dairy farms. *Irish J Agr Food res* 41:265-269.
- Roche J. R., Dillon P., Crosse S., Rath M. (1996): The effect of closing date of pasture in autumn and turnout date in spring on sward characteristics, dry matter yield and milk production of spring calving cows. *Irish J Agr Food Res* 35:127-140.
- Thomet P., Hadorn M., Jans F., Troxler J., Perler O., Meili E. (1999): Kurzrasenweide, Intensivstandweide. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues AGFF (Hrsg.), AGFF-Merkblatt 1b, Zürich, 4 S.
- Wachendorf M., Collins R. P., Elgersma A., Fothergill M., Frankow-Lindberg B. E., Ghesquiere A., Guckert A., Guinchard M. P., Helgadottir A., Lüscher A., Nolan T., Nykänen-Kurki P., Nösberger J., Parente G., Puzio S., Rhodes I., Robin C., Ryan A., Stäheli B., Stoffel S., Taube F., Connolly J. (2001): Overwintering of *Trifolium repens* L. and succeeding spring growth: A model approach to plant-environment interactions. *Ann Bot* 88:683-702.

Abschätzung von Bestandeseigenschaften in Leguminosengras-Gemengen mit nichtdestruktiven Methoden

Prediction of Crop Properties in Legume/Grass Mixtures by non-destructive methods

T. Fricke¹ und M. Wachendorf¹

Keywords: grassland, crop farming, nutrient management, sensing

Schlagwörter: Grünland, Pflanzenbau, Nährstoffmanagement, Sensoren

Abstract:

To describe spatial heterogeneity of crop properties, non-destructive methods can be helpful in capturing whole field data sets. This paper shows examples of different sensor methods that have been evaluated to measure biomass and legume content in legume-grass mixtures. Biomass has been estimated using vegetation indices (NDVI, SR, EVI and REIP) calculated from spectral reflectance measurements in greenhouse experiments. The index REIP has been used to identify species composition as well. Furthermore, biomass values can be derived from ultra sonic measurements of sward heights. To quantify legume contents in short term leys, which is important for forage quality and nitrogen flows, image analysis tools have been used in different experiments with good results. These examples indicate a hopeful perspective to estimate biomass and species composition. However, the structural and functional complexity of legume-grass mixtures requires adapted methods to specific crop characteristics like e.g. predefinition of legume species.

Einleitung und Zielsetzung:

Pflanzenbestände weisen oft schon in der nächsten Nachbarschaft Variationen in ihren Eigenschaften auf. Dieses trifft im Ökologischen Landbau auch für den Feldfutterbau zu. Mit bis zu 30 Prozent Fruchtfolgeanteil nehmen hier besonders die Leguminosengras-Gemenge hohe Stellenwerte ein. Ihre Artenzusammensetzung und Produktivität hat entscheidenden Einfluss auf betriebsinterne Funktionen. So ermöglicht die Kenntnis über schlaginterne Zustände des Kleeegrases dem Landwirt einerseits eine verbesserte Einschätzung der Ertragssituation, der Nährstoffflüsse und der Vorfruchtwirkung, auf der anderen Seite werden aber auch Effekte von Standortcharakteristika und Managementmaßnahmen überprüfbar.

Die flächenhafte Erfassung der Pflanzenbestände und ihrer Zustandsgrößen ist nur über ortsspezifische Messungen in hoher Dichte möglich. Hierzu stehen zunehmend sensorbasierte Methoden zur Verfügung. Ihre Vorteile liegen in einer hohen Arbeitseffizienz und einer Wiederholbarkeit der Messung auf Grund ihres nichtdestruktiven Charakters. Die Eignung dieser Verfahren für eine Vielzahl pflanzenbaulicher Anwendungen und Kulturen zu prüfen, ist Aufgabe aktueller und zukünftiger landwirtschaftlicher Forschung.

Methoden:

Dieser Artikel greift die sensorbasierte Erfassung der futterwirtschaftlich relevanten Aspekte Biomasse und Leguminosenanteil in Leguminosengras-Gemengen des Ackerfutterbaus auf. Anhand von Beispielen aus der Literatur und eigenen Untersu-

¹FG Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, FB Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Deutschland, fricke@mail.wiz.uni-kassel.de

chungen werden Hintergründe, Möglichkeiten und Grenzen einiger Methoden zur Abschätzung oben genannter Parameter vorgestellt und diskutiert. Von einer Vielzahl sensorgestützter Verfahren fokussieren wir auf die unserer Ansicht nach vielversprechenden Methoden der Ultraschallmessung zur Erfassung der Bestandeshöhe, der Feldspektroskopie zur Messung spektraler Signaturen in Pflanzenbeständen und der Bildanalyse zur Auffindung struktureller Merkmale in digitalen Farbfotografien.

Ergebnisse und Diskussion:

Für Leguminosengras-Gemenge liegen kaum Beispiele zum Einsatz sensorbasierter Verfahren vor. Dabei gibt es gerade im Ökologischen Landbau aufgrund der hohen Flächenanteile, insbesondere beim Klee gras, einen Bedarf, dieses Fruchtfolgeglied besser zu verstehen. So könnte bei Kenntnis der Variation von Leguminosenanteil und Ertrag das Nährstoffmanagement optimiert und Defizite von Bodeneigenschaften gezielter untersucht werden. Voraussetzung für diese Perspektiven aber ist ein verlässlicher Einsatz der verfügbaren Messtechnologien.

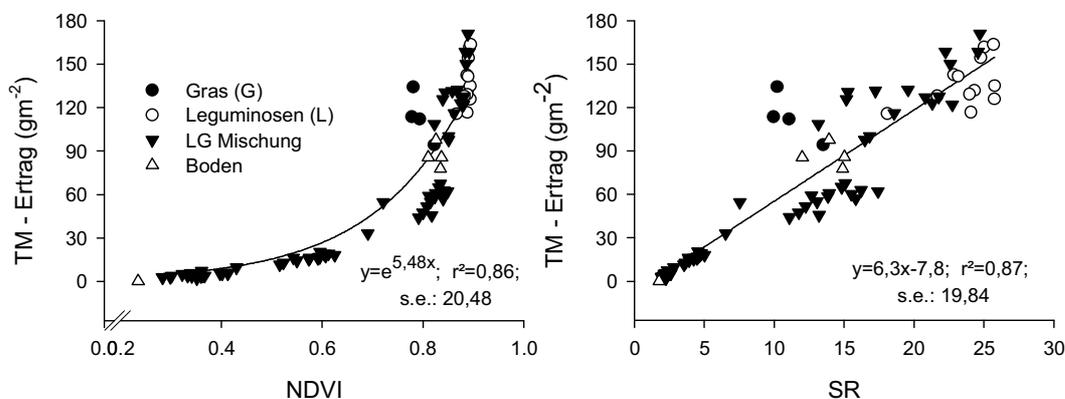


Abb. 1: Trockenmasseerträge der Ansaatmischungen Gras, Leguminosen, Leguminosegras und bewachsener und unbewachsener Boden in Abhängigkeit vom (A) NDVI und (B) SR. (BIEWER et al. 2005).

Biomasse

Ertragsmessungen über spektrale Reflektionen sind seit vielen Jahren ein Anwendungsbereich der Satellitenfernerkundung. Eine robuste Methode zur Ableitung von Ertragsdaten bietet die Berechnung von Vegetationsindices aus spektralen Daten. Häufig verwendet werden der Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) und der Simple Ratio (SR), die aus dem Verhältnis nahinfraroter und roter Strahlung berechnet werden. BIEWER et al. (2005) fanden bei einem Gefäßversuch mit Leguminosengras-Gemengen (Graspartner = Deutsches Weidelgras) eine exponentielle Beziehung beim NDVI. Ein derartiger Verlauf lässt auf Grenzen der Ertragsableitung bei hohen Erträgen und Blattflächenindices schließen, da kontinuierliche Ertragsintervalle mit immer kleineren Schritten des Indexes verknüpft sind. Der SR zeigte dagegen eine lineare Beziehung und schien daher besser zur Ertragsabschätzung geeignet (Abb. 1). In weiteren Untersuchungen zeigte sich, dass bei Beständen mit geringer Triebdichte aber höherer Aufwüchse – der Graspartner war das Einjährige Weidelgras – vermutlich wegen der durchscheinenden Bodenmatrix bei einem Vergleich von vier Vegetationsindices (NDVI, SR, REIP und EVI) der komplexere, aber gegen Hintergrundsignaturen unempfindlichere Enhanced Vegetation Index (EVI) die besten Beziehungen zum Ertrag der Leguminosengras-Gemenge aufwies. Deutlich wurde auch eine signifikante Abhängigkeit der Beziehung vom Leguminosenanteil (BIEWER et al. 2006).

Ein anderer Ansatz, Erträge aus Messdaten abzuleiten, ist die Messung der Bestandeshöhe über Ultraschallsensoren. Sofern Beziehungen zwischen der Bestandeshöhe und dem Ertrag gefunden werden, kann die Ultraschallmessung direkt zur Ertragsmessung herangezogen werden. Zur kontinuierlichen Erfassung ganzer Flächen beim Überfahren mit einem Traktor setzten SCOTFORD et al. (2003) Ultraschallsensoren in Weizenbeständen ein und fanden eine lineare Beziehung zum Ertrag. Untersuchungen an verschiedenen Leguminosenarten und Einjährigem Weidelgras in einem Gefäßversuch zeigten ebenfalls lineare Beziehungen, wobei deutliche Artunterschiede zwischen Luzerne, Rotklee und Weidelgras erkennbar waren (Abb. 2) (FRICKE et al.

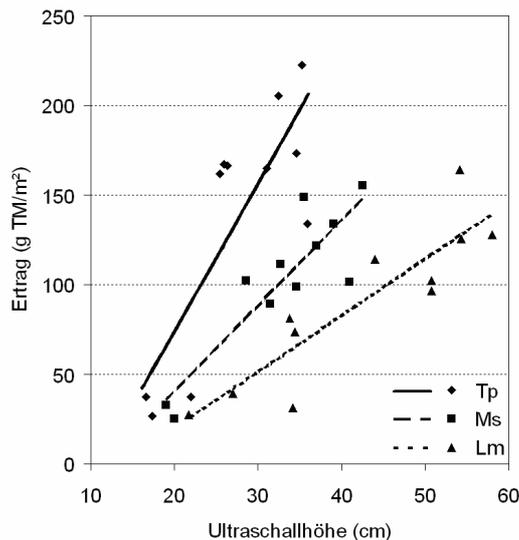


Abb. 2: Beziehung des Ertrags zur Bestandeshöhe der Reinbestände von Rotklee (Tp), Luzerne (Ms) und Einjährigem Weidelgras (Lm). (FRICKE et al. 2006).

2006). Größere Beikrautanteile im Bestand führten hier beim niedrig wachsenden Weißklee zu strukturellen Einflüssen der Bestandesoberfläche, wodurch eine Ertragsbeziehung für diese Art nicht abgeleitet werden konnte.

Leguminosenanteil

Begriffe wie Stickstofffixierung, Proteingehalt und Nutzungselastizität kennzeichnen die Bedeutung der Leguminosen für die Futterwirtschaft und für den Betriebskreislauf. Der Anteil der Leguminosen in der Ansaatmischung eines Ackerfuttergemenges ist zwar in der Regel einheitlich für einen Schlag vorgesehen, die spätere Zusammensetzung der Bestände weist aber aufgrund von Bodeneigenschaften und schwer erfassbaren Konkurrenzfaktoren Variationen auf, die vom völligen Fehlen bis

zur hohen Dominanz einer Leguminosenart reichen können. Die Kenntnis der Leguminosenanteile würde hinsichtlich aller wesentlichen Leistungsparameter wichtige Informationen für ein optimiertes Betriebsmanagement liefern.

Ein bisher wenig geprüftes Verfahren zur Abschätzung des Leguminosenanteils ist die Bildanalyse. Mit ihren Prozeduren können Bilder auf Strukturen untersucht werden, die einer bestimmten Zielgröße zuzuordnen sind. So konnten über Methoden der Bildanalyse Weißkleegehalte in Weidelgrasweiden aus digitalen Farbfotos (BONESMO et al. 2004) mit hoher Korrelation ($r^2=0.81$) ermittelt werden. SCHUT et al. (2005) stellten in Gefäßkulturen von Weißklee-Weidelgrasbeständen bei einer Bildzeilenanalyse Unterschiede in der Ordnungsstruktur der spektralen Eigenschaften in Abhängigkeit der Weißkleedominanz fest. Mit der Bildanalyse kann aus Fotos nur die oberste sichtbare Schicht der Bestände ausgewertet werden. Daher ist zu prüfen, in wie weit einerseits der Deckungsgrad der Leguminosen mittels Bildanalyse erkannt werden kann und welche Güte andererseits die Beziehung des so ermittelten Deckungsgrades mit dem futterwirtschaftlich relevanten Ertragsanteil in der Biomasse erreicht. HIMSTEDT et al. (2007) fanden sowohl eine gute lineare Beziehung der Deckungsgrade aus der Bildanalyse mit manuell vektorisierten Leguminosen ($r^2=0.94$) als auch eine lineare Beziehung zu den Ertragsanteilen unterschiedlicher Leguminosengras-Gemenge mit $r^2 = 0.7$.

Leguminosen beeinflussen auf Grund ihrer spezifischen Oberflächenstruktur auch die spektrale Signatur eines Bestandes. Daher wäre zu erwarten, dass aus der spektralen Reflektion der Pflanzenbestände der Anteil der Leguminosen abgeleitet werden kann. Aus Laboruntersuchungen mit der Nahinfrarotspektroskopie ist bekannt, dass eine laborgestützte Abschätzung des Leguminosenanteils an getrockneten und gemahlten Proben aus Leguminosengras-Gemengen möglich ist (Wachendorf et al. 1999). BIEWER et al. (2005) konnten anhand feldspektroskopischer Messungen an stehenden Beständen den Leguminosen- bzw. Grasanteil quantitativ über den Red Edge Inflection Point (REIP) ermitteln. Bei den allgemein recht jungen Aufwüchsen der untersuchten Bestände dieses Gefäßversuchs (21 - 63 Tage nach Aussaat) wird aber auch angedeutet, dass die Beziehungen in den einzelnen Aufwuchsstadien zwar signifikant, aber unterschiedlicher Form waren.

Schlussfolgerungen:

Nichtdestruktive sensorbasierte Verfahren bieten die Perspektive in Leguminosengras-Beständen Erträge und Leguminosenanteile zu bestimmen. Hierfür stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Diese müssen für die spezifischen Umgebungs- und Bestandesbedingungen jeweils angepasst werden. Können die hier vorgestellten Ergebnisse auch unter Feldbedingungen reproduziert werden, so wäre dies ein wichtiger Schritt in der Entwicklung nichtdestruktiver Methoden zur teilflächenspezifischen Erfassung und Bewirtschaftung von Leguminosengras-Beständen.

Literatur:

- Biewer S., Erasmi S., Fricke T., Kappas M., Wachendorf M. (2006): Bestimmung des Trockenmasseertrags von Leguminosen/Gras-Gemengen durch Feldspektroskopische Messungen. Mittlgn. d. Gesellschaft f. Pflanzenbauwissenschaften, 18:178-179.
- Biewer S., Erasmi S., Fricke T., Kappas M., Wachendorf M. (2005): Schätzung des Ertrags und der Bestandeszusammensetzung von Leguminosen/Gras-Gemengen mittels der Feldspektroskopie. Mitt. AG Grünland und Futterbau, 7:57-60.
- Bonesmo H., Kaspersen K., Bakken A.K. (2004): Evaluation an image analysis system for mapping white clover pastures. Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science 52(2):76-82.
- Fricke T., Himstedt M., Biewer S., Wachendorf M. (2006): Abschätzung der Biomasse in Futterbaubeständen mit Hilfe der Ultraschallsensorik. Mittlgn. d. Gesellschaft f. Pflanzenbauwissenschaften, 18:180-181.
- Himstedt M., Fricke T., Wachendorf M. (2007): Entwicklung einer bildanalytischen Methode zur Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen, 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20.-23.März 2007, Hohenheim.
- Scotford I. M., Miller P. C. H. (2003): Monitoring the growth of winter wheat using measurements of normalized differenced vegetation index (NDVI) and crop height. Precision Agriculture, Proceedings of the 4th European Conference of Precision Agriculture, Ed. J. Stafford and A. Werner, Wageningen Academic Publishers.
- Schut A. G. T., Lokhorst C., Hendriks M. M. W. B., Kornet J. G., Kasper G. (2005): Potential of imaging spectroscopy as a tool for pasture management. Grass and Forage Science 60(1):34-45.
- Wachendorf M., Ingwersen B., Taube F. (1999): Prediction of the clover content of red clover and white clover/grass-mixtures by near infrared reflectance spectroscopy. Grass and Forage Science 5:87-90.

Entwicklung einer bildanalytischen Methode zur Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen

Image analysis as a tool to evaluate characteristics of Clover/Grass Mixtures

M. Himstedt¹, T. Fricke¹ und M. Wachendorf¹

Keywords: image analysis, grassland, crop farming

Schlagwörter: Bildanalyse, Grünland, Pflanzenbau

Abstract:

A pot experiment in a greenhouse was conducted to follow the question how to estimate dominance of legumes in legume/grass swards by image analysis. Pure swards and binary legume/grass mixtures of red clover, white clover, lucerne and perennial ryegrass were sown in two week intervals and harvested together 35, 49 or 63 days after sowing to have different old swards. Digital photos of all variants were taken one day before harvesting. Sward composition was detected by fractionating biomass in grass, legumes and unsown species as reference.

*Eight images of the oldest swards were selected for determining an optimal image analysis procedure with Optimas[®]. This image analysis procedure was used for all variants of all ages. The estimated dominances of legumes were compared to the references. Using image analysis for estimating the dominance of legumes we could detect first good results. Red and white clover both pure and mixtures show a closer relationship with the reference than lucerne and grass. Legumes identification in pure grass swards with image analysis can be caused by weeds with rounded leaves (*Stellaria media*) and visible ground. The dominance of lucerne determined by image analysis was lower than the measured dry matter yield (%). The younger the swards the more inexactly are the calculations because the visible ground increases. Next intended steps are verifying a relationship for swards of different ages and checking further procedures of image analysis.*

Einleitung und Zielsetzung:

Der Feldfutterbau ist im Ökologischen Landbau eine tragende Säule der Fruchtfolge. Die in diesem Rahmen angebauten Leguminosen/Gras-Gemenge bieten nicht nur ein bekömmliches Grundfutter, sie dienen auch der Bodenverbesserung. Neben der intensiven Bodendurchwurzelung der Gräser liegt eine wichtige Funktion in der N-Fixierungsleistung der Leguminosen, da der im Boden bereitgestellte Stickstoff auch den Folgefrüchten zugute kommt.

Futterbaubestände weisen in ihrer Zusammensetzung aber oft eine große Heterogenität auf. Der Ertragsanteil der Leguminosen hat hier einen entscheidenden Einfluss auf wichtige Leistungsparameter, wie z.B. N-Fixierungsleistung und Ertrag. Um die Bestandeszusammensetzung effizienter und flächengenaue ermitteln zu können, soll eine indirekte, nicht destruktive Methode entwickelt werden. Wichtigstes Kriterium hierbei ist der Ertragsanteil der Leguminosen. Die Methoden sollen längerfristig in Konzepte für teilflächenspezifische Bearbeitung einfließen, da unter Berücksichtigung der Bestandesunterschiede einzelne Bearbeitungsverfahren und auch die N-Versorgung der Nachfrucht genauer abgestimmt werden können. Zur Entwicklung der bildanalytischen Methode werden verschiedene Leguminosen/Gras-Gemenge eines Gefäßversuchs digital fotografiert.

¹FG Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, FB Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Deutschland, himstedt@mail.wiz.uni-kassel.de

Methoden:

In einem 9wöchigen Gefäßversuch wurden unterschiedliche Leguminosen/Gras-Gemenge unter kontrollierten Licht-, Temperatur- und Feuchtebedingungen untersucht. Die Aussaat erfolgte von Hand mit einem Reihenabstand von 12 cm und einer Saattiefe von 0,5 cm. Die Holzgefäße (70 x 70 x 20 cm) wurden mit 2 cm Drainsubstrat (Lavagrus) und ca. 16 cm homogenisiertem, feinkrümeligem Boden (sL- IS; 3,6% S, 73% U, 23,4% T und ca. 2% Humus) befüllt. Angesät wurden Reinsaaten und binäre Gemenge von Rotklee, Weißklee, Luzerne und Deutschem Weidelgras in jeweils vier Wiederholungen. Um Bestände verschiedener Altersstufen vergleichen zu können wurden die Leguminosen/Gras-Mischungen jeweils in Kalenderwoche (KW) 46, 48 und 50 ausgesät. Zum gemeinsamen Erntezeitpunkt (35, 49 oder 63 Tage nach Aussaat) standen so Bestände verschiedener Altersklassen zur Verfügung. Für die Bestimmung der Bestandeszusammensetzung wurde zur Ernte die oberirdische Biomasse in Gras, Leguminosen und nicht angesäte Arten fraktioniert. Die Fraktionen wurden für eine spätere Qualitätsbestimmung 18 h bei 65 °C getrocknet.

Vor jeder Ernte wurden die Varianten mit einer Digitalkamera fotografiert. Ein horizontal in Aufwuchshöhe platzierter Aluminiumrahmen ermöglicht die für die Bildanalyse nötige Georeferenzierung der Bilder mit SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses Version 2.0, 2005) anhand von vier konkreten Eckpunkten.

Für die Bildanalyse wird das Programm Optimas[®] der Firma Media Cybernetics verwendet. Die Ermittlung und Auswahl der geeigneten bildanalytischen Prozedur zur Bestimmung des Leguminosen-Deckungsgrades (P_a) mit den Funktionen *Erode* und *Delate* ist im Detail in HIMSTEDT et al. (2006) beschrieben.

Die Bildanalyse erfasst den Deckungsgrad der Leguminosen in Prozent der Gesamtfläche des digitalen Bildes (Bildanalyse P_a). Um eine Referenz zu erhalten, wurden mit dem GIS-Programm TopoL[®] (Version 6.5) bei acht ausgewählten Variantenbildern die Leguminosen visuell klassifiziert und durch Umranden der Leguminosen-Flächen vektorisiert. Als Kalibrationsbestände ausgewählt wurden jeweils eine Gras(G)-, Rotklee(R)-, Weißklee(W)- und Luzerne(L)-Reinsaat, zwei Rotklee/Gras-Gemenge mit 8kg/ha (R8G) bzw. 2kg/ha (R2G) Aussaatstärke von Rotklee, ein Weißklee/Gras(WG)-Gemenge und ein Luzerne/Gras(LG)-Gemenge der ältesten Bestände (Aussaat KW 46). Die in den Bildern vektorisierten Leguminosenbestandteile wurden als Fläche ausgewiesen und in Prozent der Gesamtfläche angegeben (visuelle Bildklassifikation P_v). Erste Ergebnisse der Bildanalyse wurden mit den visuell klassifizierten Deckungsgraden der Leguminosen und mit den durch Fraktionierung der geernteten Biomasse erhaltenen Leguminosen-Ertragsanteilen korreliert, um die Genauigkeit der bildanalytischen Methode abzuschätzen.

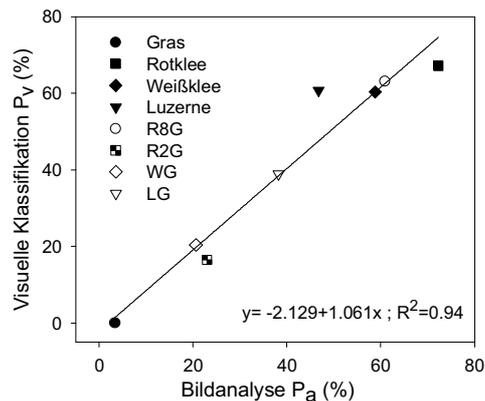


Abb.1: Beziehung zwischen den durch Bildanalyse errechneten Deckungsgraden P_a und den visuell klassifizierten Deckungsgraden P_v der acht Kalibrationsbestände.

Ergebnisse und Diskussion:

Die geeignete Prozedur der Bildanalyse liefert anhand der acht ausgewählten Varianten Leguminosen-Deckungsgrade, die in einem sehr engen linearen Zusammenhang zu den durch visuelle Klassifizierung ermittelten Deckungsgraden stehen ($R^2=0,94$, Abb. 1).

Es stellt sich die Frage, ob diese Güte der Beziehung auch zwischen den Deckungsgradwerten P_a und den gemessenen Leguminosen-Ertragsanteilen besteht. Das Ergebnis ist in Form einer Regressionsanalyse in Abb. 2 dargestellt, es wurden alle Varianten der ersten Aussaat (Alter der Bestände 63 Tage) in jeweils vier Wiederholungen untersucht ($n=32$). Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen P_a und den Ertragsanteilen ($R^2=0,7$). Auffällig ist, dass Rotklee und Weißklee in Reinsaat und Mischung nah an der Regressionsgeraden liegen, Luzerne und Gras dagegen größere Abweichungen zeigen.

Bei der Gras-Reinsaat wurden mit der Bildanalyse Leguminosen identifiziert, obwohl keine vorhanden waren. Ursache hierfür könnten rundblättrige Beikräuter wie *Stellaria media* und der teilweise sichtbare Boden sein. Der Deckungsgrad der Luzerne wurde dagegen mit der Bildanalyse im Vergleich zu den gemessenen Ertragsanteilen unterschätzt. Hier könnte die längliche Blattform der Luzerne-Blätter eine Rolle spielen, sodass sie durch zu starke Erodierung nicht vollständig erfasst wurden.

Bei einem Vergleich von P_a (Deckungsgrad) und den durch Fraktionieren ermittelten Ertragsanteilen der Parzellen muss auch bedacht werden, dass unter dem Blätterdach der Leguminosen vorhandene Beikräuter und Gräser nicht mit in den von Optimas[®] ermittelten Deckungsgrad einfließen, den Ertragsanteil aber entscheidend beeinflussen können.

Die in Abb. 2 dargestellte Gleichung wurde auf die bildanalytisch ermittelten P_a aller Bestände über die drei Altersstufen angewendet und mit den gemessenen Ertragsanteilen der Leguminosen verglichen (Abb. 3).

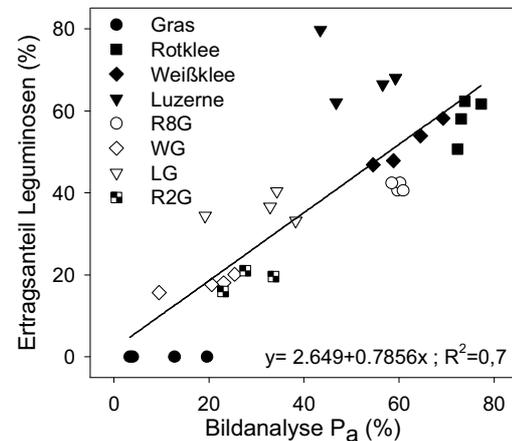


Abb.2: Beziehung zwischen Deckungsgrad Bildanalyse (P_a) und dem gemessenen Leguminosen-Ertragsanteil (KW46).

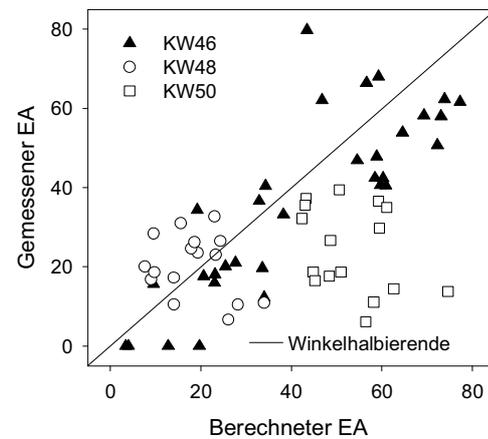


Abb.3: Vergleich des berechneten Ertragsanteils ($y=2.649+0.7856x$; s. Abb.2) mit den gemessenen Ertragsanteilen der Leg.-Fraktion von unterschiedlichen Leg./Gras-Gemengen verschiedener Altersstufen ($n=64$).

Je jünger die Bestände, desto unpräziser werden die Berechnungen. Der Grund hierfür könnte der größere Anteil sichtbaren Bodens sein. Bei der Ermittlung der geeigneten Prozedur anhand der älteren Bestände war kein Boden sichtbar.

Schlussfolgerungen:

Anhand von acht Kalibrationsbeständen wurde eine geeignete *Erode-Dilate*-Prozedur zur bildanalytischen Bestimmung des Leguminosen-Deckungsgrades ermittelt und eingesetzt. Die ermittelten Deckungsgrade zeigen einen deutlichen Zusammenhang mit den jeweils gemessenen Ertragsanteilen der Leguminosen (Regressionsanalyse $R^2=0.7$). Anhand weiterer Versuchsanstellungen wird geprüft, unter welchen Bedingungen ein robuster Zusammenhang auch in Bezug auf das Bestandesalter besteht und welche weiteren Möglichkeiten der Mustererkennung für die Ermittlung der Leguminosen-Ertragsanteile eingesetzt werden können (komplexe Klassenzugehörigkeitskriterien wie z.B. Rechtwinkligkeit/ Rundheit, Größe).

Literatur:

Himstedt M., Fricke T., Wachendorf M. (2006): Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen mit Hilfe bildanalytischer Methoden –erste Ergebnisse eines Gefäßversuchs, Mitt. AG Grünland und Futterbau, Ges. Pflanzenbauwiss., Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 17:46-49.

Media Cybernetics (1999): The Imaging Experts Optimas 6.5, From Images to Answers, TM User Guide and Technical Reference, 9. Ausgabe. Silver Spring, 548 S.

Einfluss verschiedener Anbaustrategien auf Ertrag und Pflanzengesundheit von Zwiebeln (*Allium cepa* L.)

Effect of different cultivation methods on yield and plant health of onions

H. J. Reents¹, F. Weh und A. Fuchs²,

Keywords: vegetable production, onions

Schlagwörter: Gemüsebau, Zwiebeln

Abstract:

In field experiments in five Bavarian farms three cultivation systems of onion production were compared: direct sowing, planting of set onions and planting of seedlings with 7 seeds per each tray. In three of five farms the onions yield up to more than 500 dt ha⁻¹ and in average the planted seedling yielded higher than the sown ones. In the other farms, where the set onions were included in the trials, the yields were lower depending on the high and early infection with downy mildew. The plant density (90-70 plant m⁻²) had more effect on the onion size distribution than on the total yield.

Einleitung und Zielsetzung:

Sommerzwiebeln sind innerhalb des ökologischen Gemüseanbaus eine lukrative Kultur. Bei den üblichen Verfahren als Sä- oder Steckzwiebelanbau traten in den letzten Jahren z.T. erhebliche Ertragsausfälle durch Fusarien- und/oder Peronospora-Befall auf. Zudem hat das Säverfahren ein erhebliches Verunkrautungsrisiko. Als Alternative bot sich die Pflanzung von vorgezogenen Säzwiebeln an, weil es die Übertragung von Pilzen über die Pflanzzwiebel vermeidet und die Unkrautregulierung vereinfacht. Untersucht werden sollte, ob sich der erhebliche Mehraufwand (Presstöpfе, Vorkultur, Pflanzen) gegenüber den erwarteten Vorteilen rechtfertigt.

Methoden:

Tab. 1: Anbauverfahren in den Versuchen in den Betrieben 2005.					
Faktor	Praxisbetrieb				
	Ws	Sw	Ge	Sn	Wa
Anbauverfahren					
Pflanzzwiebeln	x	x	x	x	x
Säzwiebeln	x	x	x		
Steckzwiebeln				x	x
Pflanzabstand					
20 cm	x	x	50x14	x	x
25 cm	x	x	50x20	x	x
Sorte					
'Summit F1'	P/Sä	P/Sä	P/Sä	P/St	P/St
'Hystar F1'	P/Sä	P/Sä		P	P
'Sturon'				St	St
Düngestufen			x		

In den Jahren 2004 und 2005 wurden auf 5 Betrieben in Bayern Versuche mit dem Pflanzverfahren im Vergleich im jeweiligen betriebsüblichen Sä- oder Steckzwiebelverfahren durchgeführt (Tab. 1). Als Standard-Bestandesdichte wurde ein Bestand von ca. 90 Pflanzen/m² angestrebt, die bei einer Belegung von 7 Korn / Presstopf und einem Pflanzabstand von 20 x 37,5 cm erreicht werden konnte, bei 25 cm Abstand ergab sich eine entsprechend geringere Pflanzendichte. Bei

den Sä- und Pflanzverfahren wurden die beiden Sorten Summit und Hystar verwendet, da Hystar nicht als Steckzwiebel erhältlich war, wurde die Sorte Sturon zum Ver-

¹Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, TU München, 85354 Freising, Deutschland

²Bioland-Beratung, 86152 Agusbürg, Deutschland

gleich genutzt. Die Pflanzungen erfolgten 2005 in KW 14 und KW 15, die Aussaat der SÄzwiebeln in der Regel früher. Während der Vegetation wurde auf Befehl mit Falschem Mehltau (*Perenospora destructor*) bonitiert. Die Ernte erfolgte in KW 35-37 bei 80-100% abgeknickte Schloten. Die Zwiebeln wurden marktüblich sortiert: <40mm, 40-60mm, >60mm.

Ergebnisse und Diskussion:

Tab. 2: Bestandesdichten der Versuche in 2005.

Variante	Bestandesdichte [Pfl. m ⁻²] nach Betrieb				
	Ws	Sw	Ge	Sn	Wa
Su 20	91	84	93	91	91
Su 25	73	67	65	73	73
Hy 20	82	84	-	82	82
Hy 25	66	67	-	66	66
Su Sä	121	98	67	-	-
Hy Sä	116	107	-	-	-
Su Steck	-	-	-	83	81
Stu Steck	-	-	-	89	83

Trotz der Produktion aller Pflanzzwiebeln im gleichen Anzuchtbetrieb gab es sortenbezogene Unterschiede in der Bestandesdichte. Neben geringfügigen Differenzen in der Keimfähigkeit könnte die unterschiedliche Belegung der Pressöpfe eine Ursache gewesen sein. In einem ergänzenden Versuch, in dem die zielgenaue Belegung mit 5 Korn pro Topf

geprüft wurde, zeigte sich, dass bei einer normalverteilten Variation, bei der Sorte Hystar im Mittel weniger Körner ausgebracht wurden als bei der Sorte Summit (FUCHS 2006). Differenzen in der Bestandesdichte zwischen den Betrieben können durch unterschiedlichste Ursachen haben, wie z.B. Anwachsen nach der Pflanzung, Beregnung. In den Betrieben Ws, Sw und Ge konnten in den Pflanzzwiebel-Varianten Erträge um bzw. über 500 dt/ha erzielt werden (Abb1.) bei einer guten Sortierung.

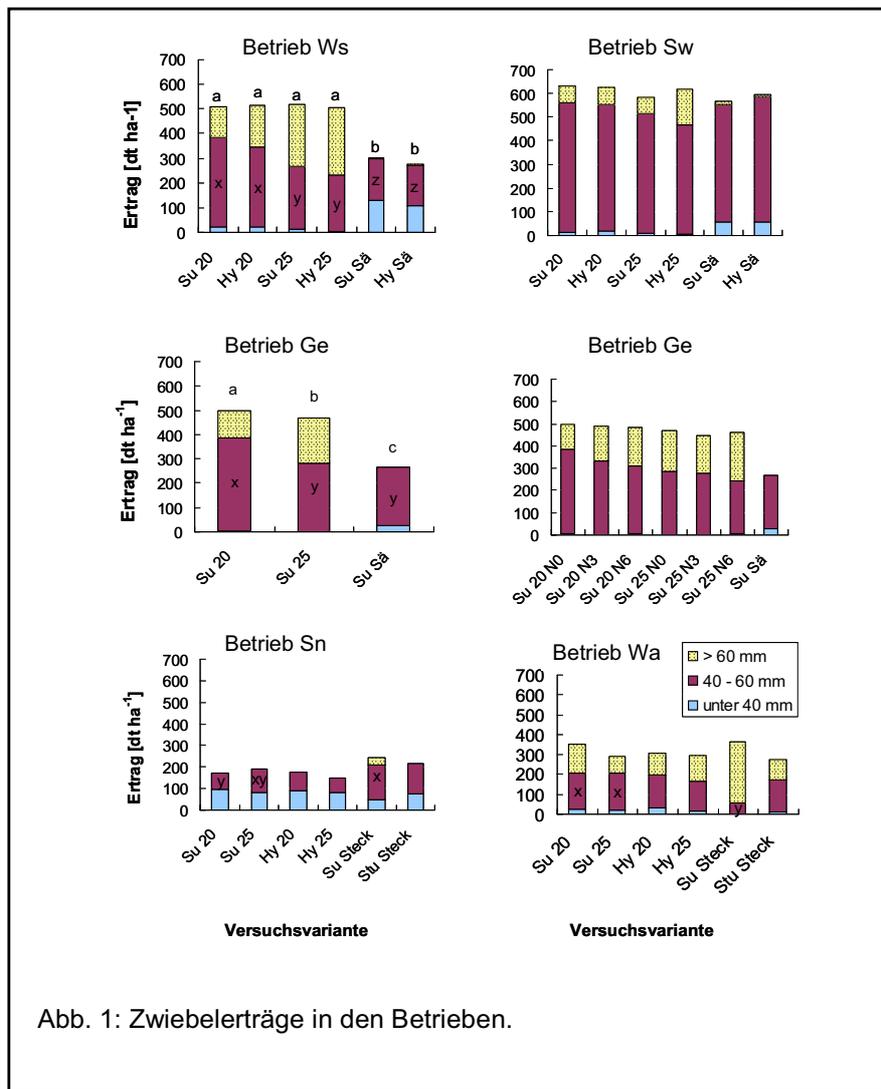
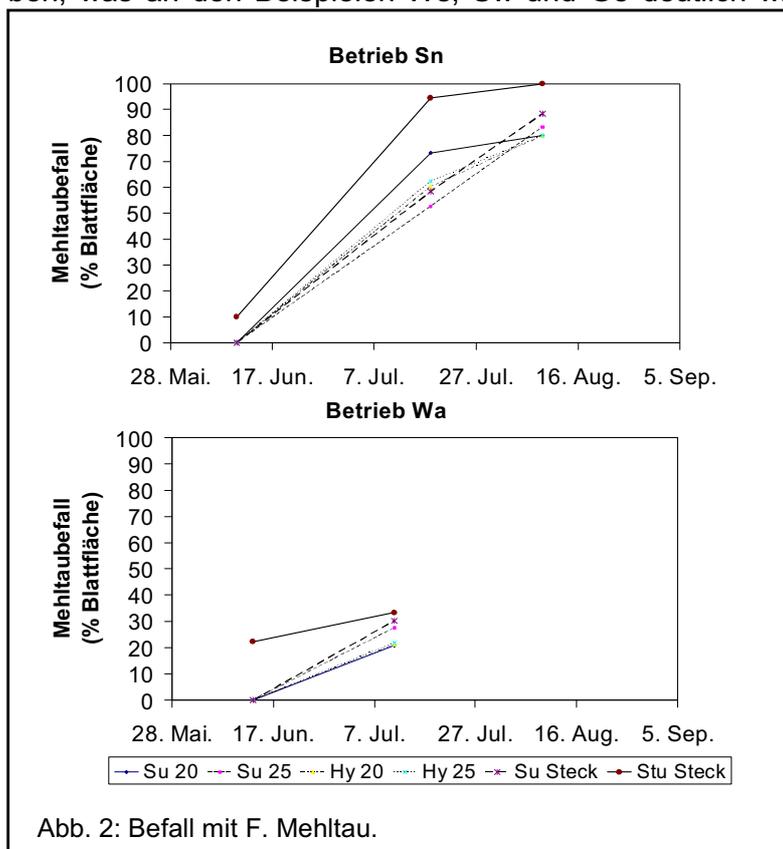


Abb. 1: Zwiebelerträge in den Betrieben.

Tab. 3: Varianztabelle der Zwiebelerträge 2005.

Varianzursache	Alle Betriebe Gesamtertrag		Alle Betriebe 40-60mm		Betr. Ws und Sw Gesamtertrag	
	F	Sign.	F	Sign.	F	Sign.
Pflanzabstand	1,929	,195	13,407	,004	55,746	,000
Betrieb	82,872	,000	162,675	,000	206,359	,000
Sorte					,100	,755
Betrieb * Pflanzabstand	,843	,529	6,075	,010	30,410	,000
Sorte * Betrieb					1,740	,202
Pflanzabstand * Sorte					,100	,906
WDH(Betrieb)	2,608	,073	2,723	,065	1,345	,288

In dem Betrieb Sn trat relativ früh und sehr stark der Falsche Mehltau auf, im Betrieb Wa ebenfalls aber nicht so stark. Dies ist als wesentliche Ursache für die geringeren Erträge anzusehen. Im Betrieb Ws erfolgte die Infektion mit Falschen Mehltau erst sehr spät und in geringem Ausmaß, so dass der Befall nicht mehr ertragsrelevant war. Aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus der Versuche in den einzelnen Betrieben, war eine gemeinsame Auswertung für mehrere Faktoren nur partiell möglich. Der Betrieb ist die Hauptvarianzursache (Tab3). Da in den Betrieben mit den niedrigsten Erträgen der stärkste Mehltaubefall gefunden wurde, ist die Pflanzengesundheit wahrscheinlich die Ursache für die Betriebsdifferenzierung. Der Pflanzabstand wirkte sich verstärkt auf die Sortierung aus. Für eine gleichmäßige Sortierung mit dem höchsten Anteil der Größe 40-60mm ist eine Ziel-Bestandesdichte von ca. 90 Pfl/m² anzustreben, was an den Beispielen Ws, Sw und Ge deutlich wird. Eine Teilauswertung der Betriebe Ws und Sw zeigt, dass die Sorten keinen Einfluss auf die Ertragsergebnisse hatten. Das Säverfahren erreichte in den meisten Fällen nicht das Ertragsniveau des Pflanzverfahrens. Die Steckzwiebeln brachten in den beiden Betrieben mit dem niedrigen Ertragsniveau gleich hohe Erträge wie das Pflanzverfahren aber z.T. eine größere Sortierung. Die Qualität wurde wegen der dickeren Schlottenhalse schlechter bewertet. Der Befall mit Mehltau war in den Betrieben, die gleichzeitig auch Steckzwiebeln anbauten, am größten, obwohl keine Erreger auf dem Pflanz-



gut festgestellt werden konnten (Abb. 2). Die Bonitierung der Bestände ergab, dass der Falsche Mehltau zuerst und am stärksten bei der Sorte Sturon auftrat und die weitere Infektion innerhalb des Versuches von diesen Parzellen ausging (Windrichtung,

gut festgestellt werden konnten (Abb. 2). Die Bonitierung der Bestände ergab, dass der Falsche Mehltau zuerst und am stärksten bei der Sorte Sturon auftrat und die weitere Infektion innerhalb des Versuches von diesen Parzellen ausging (Windrichtung,

Nachbarparzelle). Die Zusatzdüngung von 30 bzw. 60 kg N/ha in dem Versuch in Betrieb Ge (Abb.1) war nicht ertragsrelevant. Bei der höheren Pflanzdichte ergab sich ein tendenziell eine Verschiebung zu einer größeren Sortierung.

Tab. 3: Wirtschaftlichkeit der Verfahren.

Verfahren	Pflanzgut/ Saatgut Kosten	Arbeitskosten Pflanzen + Handhacke	Verfahrens- kosten	Ertrag dt/ha	Notwendiger Mehrertrag bei 30 Euro/dt
Säzwiebel	800 €	840 €	1640 €	240	-
Steckzwiebel	2500 €	480 €	2980 €	240	45 dt
Pflanzzwiebel	3600 €	800 €	4400 €	350	92 dt

Eine Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit der Verfahren (Tab. 3) wurde im Jahr 2004 im Betrieb Sw an Parzellen von 0,5 ha durchgeführt. Bei dem deutlich niedrigeren Ertrag in 2004 konnten mit dem Pflanzverfahren die höheren Verfahrenskosten, die sich vor allem durch die Jungpflanzenanzucht ergaben, überkompensiert werden. Durch parallel durchgeführte Versuche 2005 konnte gezeigt werden, dass eine Topfgröße von 3x3 cm, die erhebliche Materialkosten einspart, ausreichend ist. Praxiserfahrungen zeigen, dass die Nutzung von Speedies mit gleichem Erfolg möglich ist und dies zur einer weiteren Kostensenkung führt.

Schlussfolgerungen:

- Der Befall mit Falschem Mehltau ist in den Betrieben mit Pflanzzwiebeln höher, kann aber auch durch eine höhere Anfälligkeit bedingt sein.
- Der Pflanzabstand hatte keinen Einfluss auf den Mehltaubbefall.
- Mit dem Pflanzverfahren lassen sich gleich hohe oder höhere Erträge erreichen als mit dem Sä- bzw. Steckzwiebelverfahren. Die Sortierung und Handelsqualität ist im Vergleich zu den Steckzwiebeln besser.
- Bei vergleichbarem Ertragsniveau führt der engere Pflanzabstand zu höheren Gesamterträgen und gleichmäßiger Sortierung. Als Zielgröße lässt sich eine Bestandesdichte von 90 Pflanzen/m² ableiten.
- Die Unterschiede zwischen den Sorten variierten zwischen den Standorten. Es waren aber keine durchgehenden signifikanten Sortenvorteile nachweisbar.
- Die Düngerstufen hatten bei N-min-Werten von 110 kg (0-60 cm) trotz sichtlicher Unterschiede in der Laubfarbe keine Auswirkungen auf den Ertrag.
- Der Aufwand für die Unkrautregulierung lag im Pflanzverfahren auf dem Niveau vom Steckzwiebelanbau (50 Akh).
- Die Wirtschaftlichkeit des Pflanzverfahrens war im Praxisanbau aufgrund deutlich höherer Erträge gegenüber dem Säzwiebelverfahren gegeben.

Danksagung:

Die Arbeit entstand im Rahmen des Projektes: „Neue Anbaustrategien bei Zwiebeln als vorbeugende Maßnahme zur Vermeidung von Krankheiten (Falscher Mehltau, Fusarien) im Zwiebelanbau“ (03OE0056/2) gefördert durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

Literatur:

Fuchs A. (2006): Schlussbericht Modellvorhaben 03OE056/2: Neue Anbaustrategien bei Zwiebeln als vorbeugende Maßnahme zur Vermeidung von Krankheiten (Falscher Mehltau, Fusarien) im Zwiebelanbau, http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/projekt_03oe056_2.html.

Weh F. (2006): Einfluss verschiedener Strategien zum ökologischen Anbau von Zwiebeln (*Allium cepa* L.) auf Ertrag, Pflanzengesundheit und Qualitätsparameter. – Diplomarbeit TUM Weihenstephan.

Beziehung von Blatt- und Fruchtbefall mit Braunfäule bei Freilandtomaten

The relationship between late blight severity on leaves and fruits on outdoor tomatoes

A. F. Butz¹ und M. R. Finckh¹

Keywords: plant protection, vegetable production, Resistance breeding

Schlagwörter: Pflanzenschutz, Gemüsebau, Resistenzzüchtung

Abstract:

*There is virtually no information available on the relationship between the reaction of tomatoes to *Phytophthora infestans* on leaves and fruits. Late blight and brown rot of tomatoes were assessed in outdoor conditions in 2005 on 15 tomato varieties and in 2006 for 41 varieties. Leaf disease expressed as area under the disease progress curve (AUDPC) and the proportion of healthy fruit of the total fruit were used as measures. In 2005, the two varieties that were most susceptible to leaf blight produced the least healthy fruit while the most resistant variety produced the highest proportion of healthy fruit. However, for the varieties with more intermediate reactions to leaf blight there was great variation in the proportion of healthy fruit with an overall insignificant rank correlation for the two parameters (Spearman). The independence between leaf blight and brown rot was confirmed for the year 2006. While these data are an indication that there is a need to assess leaf and fruit resistance independently, this will have to be done under controlled conditions or the fruit from the field has to be incubated after removal from the mother plants to determine if there were latent infections.*

Einleitung und Zielsetzung:

Tomaten sind seit dem Beginn ihrer Verbreitung am Anfang des letzten Jahrhunderts zu einem der wichtigsten Gemüse in Deutschland geworden. Pro Jahr und BundesbürgerIn werden über 18 kg Tomaten verzehrt, Tendenz steigend. Jedoch führt der geringe Inlandsanbau von Tomaten mit 400 ha zu einer negativen Handelsbilanz von 1'750'380 t/a (FAO 2006).

Der begrenzende Faktor im Freilandanbau von Tomaten in Deutschland ist die Kraut- und Braunfäule geworden, die durch das Pathogen *Phytophthora infestans* Mont. De Bary verursacht wird. In der ökologischen Landwirtschaft findet deshalb nahezu kein Freilandanbau mehr statt, da das Sortenspektrum für den Freilandanbau seit längerer Zeit ungenügend ist. Die Bestände brechen ohne Einsatz von Fungiziden – besonders bei ungünstiger Witterung – früh zusammen und die Erträge bleiben entsprechend niedrig bis hin zum Totalverlust. Ertragseinbußen durch *Phytophthora*-Befall nahmen in den letzten Jahren auch im geschützten Anbau besorgniserregend zu (pers. Mitteilung U. LINDNER, Gartenbauzentrum Köln-Auweiler, Abt. Biogemüsebau).

Im Gegensatz zu Kartoffeln, bei denen die Unterschiede zwischen der Resistenz des Blattes und Resistenz der Knolle gegenüber *P. infestans* in der Knolle 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.

¹FG Ökologischer Pflanzenschutz, FB Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, 37213 Witzenhausen, Deutschland abutz@wiz.uni-kassel.de

Ziel dieser Untersuchung war es daher, anhand von Feldversuchsergebnissen mit 15 (2005) bzw. 41 (2006) Tomatensorten zu prüfen, in wie weit die Blattresistenz gegenüber *P. infestans* mit der Fruchtresistenz gegenüber *P. infestans* bei Tomaten zusammenhängt.

Methoden:

Die Freilandversuche fanden auf dem BIOLAND – Versuchsbetrieb der Universität Kassel in Neu- Eichenberg in Nordhessen in den Jahren 2005 und 2006 in einer randomisierten Blockanlage statt. Im Jahr 2005 wurden vier Wiederholungen mit je vier Pflanzen am Stab, im Jahr 2006 zwei Wiederholungen mit je zwei Pflanzen bei Stabtomaten am Stab, bei den Wildtypen als Busch angebaut. Die Wuchstypen wurden getrennt geblockt und randomisiert. Es fand in keinem der beiden Jahre eine Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln statt. Es wurde der Ertrag an gesunden d.h. marktfähigen Früchten und mit *P. infestans* befallenen Früchten erhoben und das Verhältnis gesunder, marktfähiger Früchte zu kranken, braunfaulen Früchten für die gesamte Ernteperiode bis zum ersten Frost ermittelt. Die ein- bis zweiwöchentlich erhobenen Krautfäule-Befallswerte dienten zur Berechnung der Fläche unter der Befallskurve (FUBK).

Das Verhältnis gesunde zu kranken Früchten und der Blattbefall wurden in eine qualitative und quantitative Rangfolge gebracht und qualitativ mit einer Spearman Rank Korrelation und quantitativ mit Hilfe linearer Regression zueinander in Bezug gesetzt. Die Datenanalyse erfolgte mit SAS (SAS 2003) und R GNU (R Development Core Team 2006).

Ergebnisse und Diskussion:

Die Tomatensorten zeigten 2005 hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber der Krautfäule (Blattbefall) wie auch der Braunfäule (Fruchtbefall) große z.T. signifikante Unterschiede. Bei den Sorten mit der geringsten Blattresistenz ‚Matina‘ und ‚Paprikaförmige‘ wurde auch das schlechteste Verhältnis gesunde zu kranke Früchte und bei der Sorte ‚Resi Gold‘ mit der höchsten Blattresistenz wurde das beste Verhältnis gesunde zu kranke Früchte gefunden (Abb. 1.). In der Gruppe mit mittlerem Blattbefall (Celsior bis Philovita, Abb.1) waren die Schwankungen im Fruchtbefall jedoch groß. So war bei Phantasia der Anteil gesunder Früchte zu kranken etwa 1:1, während er bei Philovita und SO30a fast achtmal so hoch war bei praktisch gleichem Blattbefall. Entsprechend bestand nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Blatt- und Fruchtbefall über alle Sorten (Spearman Rank Korrelation anfällig / niedrig – resistent / hoch; $r=0,455$). Auch die Regression der quantitativen Werte aufeinander war schwach (FUBK versus Verhältnis gesunde zu kranken Früchten $r^2=0,096$ $p=0,023$). Auch innerhalb einzelner Sortengruppen mit gleichem Blattbefall konnte kein Zusammenhang zwischen Blatt- und Fruchtbefall gefunden werden.

Die Unabhängigkeit von Frucht- und Blattbefall lässt sich auch für das Jahr 2006, bei großen, z.T. signifikanten Unterschieden zwischen den Sorten hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber der Krautfäule (Blattbefall) wie auch der Braunfäule (Fruchtbefall) bestätigen. Bei den Wildtomaten wie auch bei den Stabtomaten bestand nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Blatt- und Fruchtbefall über alle Sorten (Spearman Rank Korrelation anfällig / niedrig – resistent / hoch; Wildtomaten: $r=-0,45$ bzw. Stabtomaten: $r=0,30$). Auch die Regression der quantitativen Werte aufeinander war schwach (FUBK versus Verhältnis gesunde zu kranken Früchten Wildtomaten: $r^2=0,09321$ $p=0,205$, Stabtomaten: $r^2=0,009$ $p=0,097$).

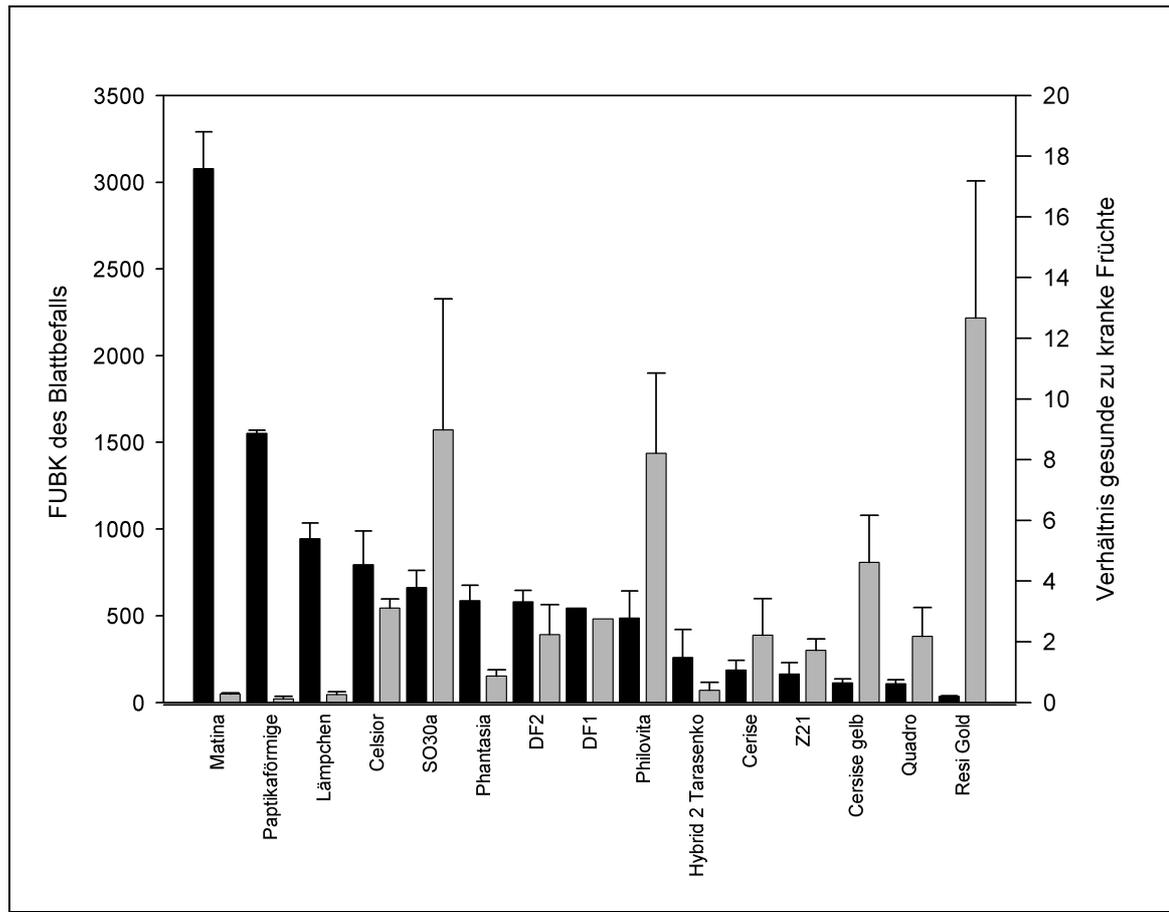


Abb. 1. Fläche unter der Befallskurve (FUBK) des Blattbefalls mit Krautfäule (schwarze Säulen) und das Verhältnis gesunde zu braunfaulen Früchten (graue Säulen) für 15 Tomatensorten 2005 (der Median mit Q25 ist dargestellt).

Die Ergebnisse geben erste Hinweise, dass auch für Tomaten eigenständige, von einander unabhängige Resistenzen gegenüber *P. infestans* im Blatt und in der Frucht vorliegen, wie dies auch bei der Kartoffel bzgl. Blatt und Knolle bei der *P. infestans* Resistenz bekannt sind (SCHÖBER-BUTIN 2001). Um die Beziehung zwischen Blatt und Fruchtresistenzen jedoch eindeutig festzustellen, muss die Methodik jedoch deutlich verbessert werden. Der Zeitpunkt der Infektion im Feld ist nicht bekannt und es besteht die Gefahr, dass Früchte mit latentem Befall als gesund eingestuft werden. Um dies zu vermeiden, sollten die geernteten Früchte zusätzlich noch inkubiert werden. Da im Freiland zusätzlich zur Braunfäule noch häufig andere Krankheiten wie z.B. *Botrytis* oder *Alternaria* auftreten, ist eine Inkubation von im Freiland geernteten Früchten zum Zweck der Bestimmung der latenten Infektion nur bedingt sinnvoll. Hier bedarf es gezielter Inokulationsversuche unter kontrollierten Bedingungen. Dazu müssen zuverlässig nicht-infizierte Früchte zur Verfügung stehen, was im Freiland nicht gewährleistet werden kann.

Schlussfolgerungen:

Die Fruchtgesundheit sollte als eigenständiger Parameter neben der Blattgesundheit bei der Entwicklung von Bekämpfungsmaßnahmen wie bei der Züchtung neuer Tomatensorten untersucht werden. Während die unter Freilandbedingungen gewonnenen Daten keine endgültige Einstufung der Fruchtresistenz zulassen, geben sie erste wichtige Hinweise. Die Arbeiten müssen allerdings mit Laborversuchen untermauert werden.

Literatur:

FAO (2006): FAOSTAT <http://faostat.fao.org/>, (Abruf 02.10.2006).

Schöber-Butin B. (2001): Die Kraut- und Braunfäule der Kartoffel und ihr Erreger *Phytophthora infestans* (MONT.) De Bary. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin: Parey.

SAS (2003): SAS 9.1 Cary: SAS Institut.

R Development Core Team (2006): R: A Language and Environment for Statistical Computing Release 2.4.0. Wien: R Foundation for Statistical Computing <http://www.R-project.org>.

Pflanzenschonende mechanische Bearbeitung des Pflanzstreifens bei Kernobst und Alternativen: Optimierung der bestehenden Verfahren unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten auf verschiedenen Standorten und Bodentypen

Machining of the tree row at pipfruit and alternatives: Improvement of existing methods in consideration of ergonomic principles at different locations and soil types

B. Benduhn¹, J. Zimmer², U. Renner³ und H. Rank⁴

Keywords: fruit production and viticulture, weed control, cultivation

Schlagwörter: Obst- und Weinbau, Beikrautregulierung, Bodenbearbeitung

Abstract:

Weed control and cultivation is still a serious problem in organic pipfruit production. In a research project which has started in May 2004 cultivation and weed control equipment is tested in four different locations in Germany. The efficiency of the different machines in controlling the weed is as well as possible effects on the fruit quality and the crop. After the first year with results statements to the efficiency can be made. The machines "Ladurner" and "Pellenc" are appropriate for cultivation and weed control in organic pipfruit production. No statements can be made about possible effects on the crop yet. These effects will become apparent not until three to four years of continuing the research projekt.

Einleitung und Zielsetzung:

Nach wie vor ist die Regulation der Begleitvegetation im Baumstreifen ein Grundproblem des Ökologischen Obstanbaus. Der Verzicht auf Herbizide stellt im Vergleich mit der konventionellen Obstproduktion eine deutliche Erschwernis dar. Die Regulation des Krautbewuchses erfolgt im Ökologischen Anbau in aller Regel durch mechanische Bodenbearbeitung, dieser Umstand ist maßgeblich für das geringere Ertragsniveau im Ökologischen Obstanbau verantwortlich (STEHR 2004).

Zum einen belasten die hohen Kosten der mechanischen Verfahren das Betriebsergebnis ökologisch wirtschaftender Betriebe, zum anderen beeinflusst die mechanische Bearbeitung des Baumstreifens das Ertragsverhalten der Bäume negativ. Zielsetzung des Projektes ist, für den ökologischen Kernobstanbau Verfahren zur Bodenbearbeitung im Baumstreifen zu entwickeln, welche optimalen Ertrag in Menge und Qualität gewährleisten und zum anderen durch vergleichsweise hohe Flächenleistungen gekennzeichnet sind.

¹Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring OVB Jork, Moorende 53, 21635 Jork, Deutschland, bastian.benduhn@lwk-niedersachsen.de

²Kompetenzzentrum Gartenbau im Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum -Rheinpfalz-, Walporzheimer Str. 48a, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, Deutschland, juergen.zimmer@dlr.rlp.de

³Versuchsstation für Obstbau Schlachters am Institut für Gartenbau der Staatl. Forschungsanstalt für Gartenbau, Burgknobelweg 1, 88138 Sigmarszell, Deutschland, ute.renner@fh-weihenstephan.de

⁴Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Fachbereich Gartenbau und Landespflege Dresden-Pillnitz, Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden, Deutschland, harald.rank@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de

Es werden für unterschiedliche Böden, Standorte und Klimate vergleichbare Bodenbearbeitungsverfahren untersucht und weiterentwickelt, die der Optimierung des Fruchtertrages dienlich sind. Dabei soll besonders die Praxistauglichkeit und betriebliche Effizienz der verschiedenen Geräte, Verfahren und Methoden gewürdigt werden.

Methoden:

Der Versuch findet dezentral in vier obstbaulich bedeutenden Regionen statt. An den vier Standorten Dresden-Pillnitz, Ahrweiler, Schlachters am Bodensee und Jork im Alten Land wurden Versuchsanlagen in Form von Blockanlagen auf den Flächen der Versuchsanstalten oder in ausgezeichneten Kernobstanlagen von Praxisbetrieben eingerichtet. Alle Versuchsflächen sind voll umgestellte Anbauflächen im Sinne der EG-Bio-VO 2092/91. Die am jeweiligen Standort eingerichteten Bearbeitungsvarianten des Baumstreifens werden vierfach wiederholt.

Erfasst wurden Merkmale zur Verfahrenstechnologie wie die Handhabung der Technik, der praktische Einsatz im Gelände, mögliche Fahrgeschwindigkeiten, der Einfluss von Witterung, Bodenart und Unkrautdicke auf die Qualität und Wirksamkeit der Bodenbearbeitung (z. B. Bodenstruktur, Bodenverschiebungen wie Rinnen- oder Dammbildung) sowie die Gefahr von Stamm- und Wurzelverletzungen. Weiter wurde der Material-, Reparatur- und Arbeitszeitaufwand der verschiedenen Verfahren erfasst.

Folgende Geräte und Verfahren sind Teil der Versuchsanstellung

- Standardhackgerät (Ladurner)
- Scheibenegge (Spedo)
- Hackgerät (Pellenc Tournesol)
- Fadenmähgerät (Aedes-Fadenmäher)
- Thermisches Verfahren (Infra-Plus-Gerät)
- Handhacke (Vergleichsvariante)
- Mulchvarianten (Abdeckung mit Mypex-Folie, Miscanthus, Xylit, Kompost)
- Hackvariante (Müller-Schar)
- Lappentechnik (Umgebauter Müller-Schar)
- Sandwichverfahren in versch. Varianten (Versuchsgerät seitlich, Mitte mit Xylit; Versuchsgerät seitlich, Mitte mit Mulch; Versuchsgerät seitlich, Mitte gehackt)
- Mähvarianten (Öko-Mower)
- Gerätekombination (Kombination versch. Bearbeitungsgeräte)

Die verschiedenen Geräte werden an den vier Standorten im Verlauf der Vegetationsperiode praxisüblich eingesetzt. Zu festen Terminen wird die Wirkung auf die Begleitvegetation an den Standorten erfasst. Im Baumstreifen wird die Höhe des Unkrautes, der Bedeckungsgrad sowie die Bewuchsdichte bonitiert. Die Unkrautarten werden erfasst, um Verschiebungen im Artenspektrum auf Grund der Bearbeitungen feststellen zu können. Aufgenommen werden weiter Verletzungen am Stamm, die von den Bodenbearbeitungsgeräten herrühren oder herrühren könnten.

Bei oben genannten Sandwich-Verfahren wird die Bearbeitung auf 35 bis 50 cm breite Streifen neben den Baumstämmen beschränkt. Ein ca. 20 bis 35 cm breiter Streifen zwischen den Stämmen wird durch verschiedene Mulchmaterialien abgedeckt. Dieses Verfahren hat sich bei der aktuellen Versuchsarbeit als gut geeignet gezeigt um den zeitlichen Aufwand deutlich zu reduzieren. Da keine Geräteteile aktiv in die Baumzeile ein- und ausschwenken müssen, sind Geschwindigkeiten bis zu 9 km/h möglich. Bei anderen Verfahren ist die Geschwindigkeit auf maximal 5 km/h begrenzt.

Ergebnisse und Diskussion:

Das Versuchsprojekt wurde in der laufenden Vegetationsperiode 2004 begonnen, daher ist erst das Jahr 2005 als vollwertiges Versuchsjahr zu betrachten, die Ergebnisse der Fruchtbonituren des zweiten Versuchsjahres (2006) stehen noch aus. Die Auswertung der Ergebnisse des ersten Versuchsjahres lässt hinsichtlich des Ertragsverhaltens noch keinen eindeutigen Trend erkennen. In Bezug auf die technische Wirkung der verschiedenen Verfahren und Geräte können bereits heute Aussagen gemacht werden, so sind einige Maschinen-Varianten deutlich hinter den Erwartungen der Versuchsansteller zurückgeblieben, da entweder die Wirkung auf die Begleitvegetation unzureichend war, die Geräte sich als zu anfällig und wartungsintensiv herausstellten oder die Flächenleistungen zu gering waren.

So soll die Variante Thermisches Verfahren mit dem Infra-Plus-Gerät zukünftig bei der Versuchsanstellung nicht weiter berücksichtigt werden. Aus den niedrigen Fahrgeschwindigkeiten, die angewendet werden müssen, um eine Wirkung auf die Vegetation zu erzielen, resultiert ein zu hoher Zeitaufwand pro Flächeneinheit. Als technisch sehr gut geeignete Verfahren habe sich die „Hack-Varianten“ mit dem Pellenc- und dem Ladurner-Gerät gezeigt, sowohl was die Beseitigung des Unkrautbewuchses als auch die Flächenleistung betrifft. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt im Projekt ist die Weiterentwicklung des Sandwich-Verfahrens. Dieses Verfahren weist auf Grund der hohen Fahrgeschwindigkeiten ein enormes Rationalisierungspotential auf.

Literatur:

Haug P. (2002): Neue Wege im Bereich Unterstockmanagement – Mähen und/oder Bodenbearbeitung? In: Mitteilungen Beratungsdienst Ökologischer Obstbau Nr. 4/2002, Weinsberg.

Haug P. (2002): Neuheiten zur Beikrautregulierung. In: Mitteilungen Beratungsdienst Ökologischer Obstbau Nr. 4/2002, Weinsberg.

Ibenthal W.-D. (2002): Abschlussbericht zum F+E-Projekt 98 UM 067 „Beikrautregulierung im Öko-Obstbau durch Anwendung von thermischen Verfahren im Vergleich zu mechanischen Verfahren“ (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE), Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.

Irla E., Gut D., Weibel F. (2002): Hackgerätevergleich im Bioobstbau; FAT-Bericht Schweiz, Nr. 581.

Lindhard H., Pedersen B. (2004): Soil treatments and rootstocks for organic apple production. In: Proceedings of ECOFRUIT 2004 conference, Weinsberg.

Rank H., Görne W. (2001): Herbizidfreie Unkrautbekämpfung in Apfelanlagen; Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 12/2001, Dresden.

Stehr R. (2004): mündliche Mitteilung des Versuchsleiters am Obstbau Versuchs- und Beratungszentrum Jork zu unveröffentlichten Versuchen.

Untersuchungen des BÖL-Verbundprojektes zur Kupferminimierung im ökologischen Weinbau

Studies on copper minimisation in organic viticulture

D. Heibertshausen¹, O. Baus-Reichel¹, U. Hofmann², K.-H. Kogel³
und B. Berkelmann-Löhnertz¹

Keywords: guidelines and control, nature protection and environmental compatibility, plant protection, fruit production and viticulture

Schlagwörter: Richtlinie und Kontrolle, Naturschutz und Umweltverträglichkeit, Pflanzenschutz, Obst- und Weinbau

Abstract:

*The development of sustainable and economically feasible strategies to get an effectual control of downy mildew on grapes (*Plasmopara viticola*) with less than 3 kg/(ha·a) of copper to avoid further environmental risks is the intention of this project. Due to harmful effects on the natural environment, copper applications are under consideration. Therefore, in this four-year-project first of all test products are screened under greenhouse conditions on potted vines. Thereafter the best test agents are studied in organically managed test vineyards. Finally the selected strategies are tested under practical conditions on organically managed vineyards. Beyond these examinations a close link between wineries and research is given by SME and consultant partners. The results indicate that plant extracts, finely ground stones and new copper formulations could probably serve as plant resistance improvers and plant protection products, respectively, to prevent attacks of *P. viticola*. Moreover, it was possible to select prosperous agents and strategies for the growing period 2007. These were agents of the substance categories "new copper formulations", "plant extracts" and "finely ground stones". Regarding the results of three growing periods, the project will provide effective and economically feasible alternatives for copper applications in order to deliver sustainable approaches for *P. viticola* control in practise.*

Einleitung und Zielsetzung:

Vor dem Hintergrund ökotoxikologischer Probleme, die durch den Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln entstehen können, ist die Jahreshöchstmenge auf 6 kg Kupfer je ha in der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 II B IV des Rates vom 24. Juni 1991 beschränkt worden. In deutschen Anbauverbänden des ökologischen Landbaus für die Produktion von Wein aus ökologisch erzeugten Trauben sind 3 kg Kupfer je ha zugelassen. Aus diesem Grunde ist eine schlagkräftige Alternative für die Regulierung des Erregers des Falschen Mehltaus *Plasmopara viticola* im ökologischen Rebschutz notwendig. Der Ersatz von „Kupfer“ spielt nicht nur im ökologischen Weinbau eine bedeutende Rolle, sondern auch bei der Regulierung des Apfelschorfs *Venturia inaequalis* sowie im Kartoffelanbau bei der Eindämmung von *Phytophthora infestans*. Im

¹Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin, Von-Lade-Str.1, 65366 Geisenheim, Deutschland, heibertshausen@fa-gm.de

²ECO-Consult, International Consultancy of Organic Viticulture and Enology, Prälat-Werthmann-Str. 37, 65366 Geisenheim, Deutschland

³Research Center of BioSystems, Land Use and Nutrition (IFZ Giessen) Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen, Deutschland

Rahmen dieses BÖL-Verbundprojektes sollen Alternativen zum Kupfereinsatz sowie verbesserte Kupferformulierungen an Topfreben, in Exaktversuchen in ökologisch bewirtschafteten Versuchsweinbergen und unter Praxisbedingungen auf Pilotbetrieben auf ihre Wirkung hin geprüft werden. Es ist besonders hervor zu heben, dass nur Produkte getestet wurden, die bereits marktreif sind.

Methoden:

Das Projekt ist in vier Arbeitspakete (AP) gegliedert. Im ersten Arbeitspaket liegt der Schwerpunkt auf der Auswahl der Testsubstanzen an Topfreben unter Gewächshausbedingungen. Pro Versuchsglied wurden vier Topfreben (cv. 'Riesling' und cv. 'Müller-Thurgau'; BBCH 16-18) verwendet. Die Testpräparate (neue Kupferformulierungen, Gesteinsmehle, Tonerdepräparate, Pflanzenextrakte, pflanzliche Öle sowie Algenextrakte) mussten ein Potenzial aufweisen, das im Bereich der beiden Vergleichsmittel Cuprozin Flüssig (Wirksubstanz: Kupferhydroxid) und Folpan 80 WDG (Wirksubstanz: Folpet) lag, um für AP 2 ausgewählt zu werden. In den ersten drei Versuchsjahren konnten bis zu 20 Testsubstanzen für die Exaktversuche an den beteiligten Forschungseinrichtungen⁴ ausgewählt und geprüft werden. In den Exaktversuchen - randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen - betrug das Spritzintervall ca. zehn Tage. Die Applikationen wurden mit einem Parzellenspritzgerät durchgeführt. Mit Studien über Nebenwirkungen der Testprodukte auf Raubmilbenpopulationen, der Überprüfung eines möglichen zusätzlichen Effekts auf *Botrytis cinerea* sowie mit der analytischen Begleitung der Mikrovinifikation wurden die Untersuchungen im AP 2 abgerundet. Für die sich anschließenden Versuche unter Praxisbedingungen auf vier Pilotbetrieben (AP 3) wurden erneut die erfolgversprechendsten Produkte ausgewählt. Der Technologie- und Wissenstransfer der erarbeiteten Erkenntnisse ist durch die Einbindung der Beratung im ökologischen Weinbau im AP 4 gewährleistet. AP 3 und AP 4 werden von Dr. U. Hofmann (ECO CONSULT GmbH, Geisenheim) koordiniert.

Ergebnisse und Diskussion:

Unter Gewächshausbedingungen wiesen Produkte aus Algen- und Pflanzenextrakten, neue Gesteinsmehle und Öle auf pflanzlicher Basis vielversprechende Wirkungen auf. In den Jahren 2004 bis 2006 präsentierten sich neue Kupferformulierungen, Gesteinsmehle und Pflanzenextrakte in Exaktversuchen bei mittlerem Befallsdruck als effektiv. Die positiven Effekte einer Applikation von Phosphit zum Entwicklungsstadium abgehende Blüte (BBCH 68), wie sie von (KAUER et al. 2003) empfohlen wurde, konnten bestätigt werden. Besonders das Jahr 2005, das durch eine frühe, flächendeckende und starke Primärinfektion gekennzeichnet war, muss gesondert betrachtet werden. In diesem Jahr konnte mit neuen Formulierungen kupferhaltiger Testpräparate und Präparaten zum Kupferersatz mit weniger als 2 kg/(ha·a) Reinkupfer eine zufriedenstellende Regulierung der Krankheit erzielt werden (Tab. 1). Hierbei muss aller-

⁴Projektpartner (weinbaulich orientierte Forschungseinrichtungen):

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), Sachgebiet Rebschutz und Biotechnologie, Herrnstrasse 8, 97209 Veitshöchheim, Deutschland

Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Brüningstraße 84, 54470 Bernkastel-Kues/Mosel, Deutschland

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Abteilung Phytomedizin, Breitenweg 71, 67435 Neustadt-Mußbach, Deutschland

Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim, Deutschland

Staatliches Weinbauinstitut (WBI) Freiburg, Versuchs- und Forschungsanstalt für Weinbau und Weinbehandlung, Merzhauserstrasse 119, 79100 Freiburg, Deutschland

dings bei den beiden Standorten A und B im Rheingau beachtet werden, dass aufgrund einer längeren, extrem kühlen Periode nach der Primärfektion am 07. Mai 2005 (BBCH 13) die ersten Ölflecken erst ca. zwei Wochen später, am 23. Mai 2005 (BBCH 55), festgestellt wurden.

Tab. 1: Befallsstärke (%) und Befallshäufigkeit (%) an Trauben **2005** Abschlussbonitur: BBCH 81, Exaktversuche an den beteiligten Forschungseinrichtungen; angegeben sind die Mittelwerte (Standardabweichungen) aus vier Wiederholungen. Pro Wiederholung wurden 100 Trauben bonitiert. *= phytotoxische Schäden. Standorte: A_Forschungsanstalt Geisenheim; B_Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim; C_BBA Bernkastel-Kues; D_DLR Rheinpfalz; E_LWG Veitshöchheim; F_WBI Freiburg. Sortenabkürzungen: R_'Riesling'; M-T_'Müller-Thurgau'; P_'Portugieser'; D_'Domina'.

Versuchsglieder											Standorte		
Kontrolle	Folpan 80 WDG	Cuprozin Flüssig	Öko-Standard-Spritzfolge	Tonerdepräparat 05	Gesteinsmehl	Algenextrakt	Algenextrakt + Cuprozin Fl.	Kupferoxychlorid	Kupferhydroxid	Kupferprotein	Standorte	Sorten	Weinbauregionen
Befallshäufigkeit in% an Trauben													
Befallsstärke in% an Trauben													
40,7 (5,3)	5,7 (1,5)	26,2 (8,7)	23,5 (4,8)	26,7 (5,7)	21,7 (2,2)	38,7 (5,4)	34,2 (11,5)	30,5 (7,9)*	30,5 (14,8)	26,7 (7,9)	A	R	Rheingau
12,7 (5,8)	4,7 (1,4)	8,3 (2,1)	8,9 (3,2)	8,9 (2,8)	7,5 (1,5)	11,9 (1,9)	9,8 (3,5)	9,4 (3,3)*	7,3 (2,9)	7,9 (1,1)			
40,5 (16,9)	15,0 (2,8)	22,2 (13,9)	-	-	19,5 (8,6)	45,7 (11,8)	-	25,7 (12)*	29,9 (17,7)	-	B	R	Rheingau
17,9 (8,8)	8,9 (2,0)	9,7 (5,1)	-	-	7,9 (3,4)	21,3 (6,7)	-	8,7 (4,8)*	13,3 (9,1)	-			
86,5 (9,0)	-	56,5 (17,1)	-	-	-	-	-	61,0 (18)*	65,5 (16,6)	-	c	R	Mosel
44,8 (9,8)	-	19,4 (9,9)	-	-	-	-	-	20,9 (8,5)*	22,2 (10,1)	-			
Kein Befall													
Kein Befall											D	P	Pfalz
35,6 (13,5)	2,0 (2,4)	6,0 (4,2)	-	-	-	19,7 (6,5)	-	-	-	8,7 (6,3)	E	D	Franken
1,7 (0,4)	1,0 (0,0)	1,1 (0,1)	-	-	-	1,4 (0,2)	-	-	-	1,1 (0,1)			
93,3 (7,0)	11,8 (9,8)	34,0 (12,1)	-	-	51,0 (10,6)	87,3 (9,3)	-	-	-	-	F	M-T	Baden
38,4 (14,4)	0,7 (0,8)	3,2 (1,7)	-	-	8,6 (5,5)	31,7 (4,8)	-	-	-	-			

Diese extrem lange Inkubationsperiode (16 Tage) führte zu einer Fehleinschätzung der Gesamtsituation. Die erste Applikation erfolgte somit erst zwei Tage nach Sichtbarwerden der ersten sporulierenden Ölflecke, was sich im Nachhinein als viel zu spät

herausstellte. In den Jahren 2004 und 2006 konnten am Standort Geisenheim (Forschungsanstalt Geisenheim und Fachhochschule Wiesbaden, Studienort Geisenheim) die Exaktversuche aufgrund extrem geringer Befallsintensitäten nicht ausgewertet werden. Daher wurden in Tab. 1 nur die Ergebnisse des Jahres 2005 dargestellt.

Gemäß der Versuche unter Praxisbedingungen auf den vier Pilotbetrieben konnten folgende Präparate hervorgehoben werden: ein Pflanzenstärkungsmittel auf Basis eines Tonerdepräparates, ein Mischpräparat bestehend aus einem Algenextrakt in Kombination mit Cuprozin Flüssig sowie ein neues Kupferprodukt (HOFMANN 2006).

Schlussfolgerungen:

Rückblickend auf drei Versuchsjahre muss festgestellt werden, dass alle getesteten Varianten bei stärkerem Befallsdruck deutliche Schwächen aufweisen. Unter diesen Bedingungen werden die Grenzen der Kupferminimierung leider allzu deutlich aufgezeigt. Trotz mehrjähriger, intensiver Untersuchungen besteht weiterhin Forschungsbedarf, um eine Kupferminimierungsstrategie zu erarbeiten, die den Winzern wirtschaftliche Sicherheit gewährleistet. Unter moderaten Infektionsbedingungen ist ein „sicheres“ Vorgehen gegen die Rebenperonospora mit den im Projekt getesteten Varianten zu realisieren. Vor diesem Hintergrund macht es Sinn, insbesondere im ökologischen Weinbau Prognosemodelle zur Vorhersage des Auftretens der Krankheit einzubeziehen. Darüber hinaus sollten die jüngst erarbeiteten Resultate zur Regulierung der Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) berücksichtigt werden. Nach dem aktuellen Stand der Forschung ist eine zufriedenstellende Wirkung nur durch Kupfer (2 kg/(ha-a)) in Kombination mit Netzschwefel zu erreichen.

Danksagung:

Für die kooperative Zusammenarbeit bedanken wir uns beim Projektträger (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, BLE) sowie beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) für die finanzielle Unterstützung.

Literatur:

Hofmann U. (2006): Optimierung des ökologischen Rebschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Rebenperonospora – Erste Ergebnisse der Pilotbetriebe. Das Deutsche Weinmagazin 13: 26-30.

Kauer R., Berkelmann-Löhnertz B., Uhl J., Schmidt M., Wolff M. (2003): Ökologischer Weinbau in Deutschland - Feldversuche und praktische Erfahrungen zur Kupferreduzierung. 7. Fachgespräch „Alternativen zur Anwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel“; Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 118: 38-43, <http://orgprints.org/00002048/>.

Pilzliche Verderbsflora von Möhren aus ökologischer und konventioneller Erzeugung

Fungal spoilage flora of carrots from organic and conventional horticulture

D. Steinhauer¹ und F.-K. Lücke¹

Keywords: food quality, vegetable production, shelf life, fungi

Schlagwörter: Lebensmittelqualität, Gemüsebau, Haltbarkeit, Pilze

Abstract:

We investigated the fungal spoilage of carrots grown by different cultivation methods and stored at 5 °C at high humidity for up to 7 months. For this purpose, we used both microscopic analysis of pure cultures and DNA-based, culture-independent methods, namely, Single Strand Conformation Polymorphism (SSCP) and Terminal Restriction Length Polymorphism (T-RFLP). Moreover, fungi were identified on the basis of the sequences of 18S rDNA fragments from SSCP gels and from pure cultures. Additional analytical parameters included firmness and growth of two fungal strains on experimentally inoculated carrots. Both microscopic and DNA-based methods revealed that spoiled carrots cultivated at different sites carried different fungal species. The observed spectrum of species depended on the identification method. Using culture-independent methods, we detected fungi (e.g. species of basidiomycetes) not found on carrots up to now. No significant effect of the method of carrot cultivation (organic vs. conventional) on fungal spoilage patterns was observed. Likewise, no clear relation between sites and methods of carrot cultivation and firmness or growth of experimentally inoculated fungi was found.

Einleitung und Zielsetzung:

Die Kenntnis der Zusammensetzung der pilzlichen Verderbsflora pflanzlicher Produkte ist eine wichtige Voraussetzung für die bessere Vorhersage der durch mikrobielle Aktivität begrenzten Haltbarkeit und für die Optimierung der Lagerbedingungen. Ziel der hier vorgestellten Studie war es festzustellen, ob Möhren aus ökologischer und konventioneller Erzeugung durch unterschiedliche Pilzarten verdorben werden. Da klassische Methoden der Mikrobiologie (Kultur auf Selektivnährmedien; Mikroskopie) bei der Identifikation einer komplexen Mikroflora und schwer kultivierbarer Mikroorganismen ihre Begrenzung haben, wurden DNA-basierte (PCR-gestützte) Methoden eingesetzt, die ohne Kultivierung von Mikroorganismen auskommen. Parallel dazu wurde die Anfälligkeit der Möhren gegenüber experimentell inokulierten Pilzen sowie die Festigkeit erfasst, um mögliche Zusammenhänge mit dem pilzlichen Verderb zu erkennen. Diese Daten wurden zur zentralen Verarbeitung und Korrelation dem Projekt 02OE170/F (KAHL & BUSSCHER 2007) des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) zur Verfügung gestellt.

Material und Methoden:

Die untersuchten Möhren wurden in den Jahren 2004 und 2005 angebaut und stammten aus Feldversuchen der Universität Kassel mit den Sorten Rodelika und Rothild (vgl. FLECK et al. 2005) sowie aus Betriebsvergleichen (angebauter Sorten Narbonne und Nerac; je ein konventionell und ökologisch wirtschaftender Anbaubetrieb pro Vergleichspaar, an 6 unterschiedlichen Standorten). Die Proben waren identisch mit

¹Fachbereich Oecotrophologie, Hochschule Fulda, Marquardstr. 35, 36039 Fulda, Deutschland, Diana.Steinhauer@he.h-fulda.de, Friedrich-Karl.Luecke@he.hs-fulda.de

denjenigen, die im Rahmen des Projekts Nr. 02OE170/F genommen, codiert und verteilt wurden (vgl. KAHL und BUSSCHER 2007). Nicht marktfähige Ware wurde vor der Einlagerung aussortiert. Zur Feststellung der Haltbarkeit und zur Analyse der Verderbsflora wurden die Möhren bis zu 7 Monate lang bei 5°C und hoher Luftfeuchtigkeit (ca. 99%, unter Vermeidung von Kondenswasserbildung) gelagert. Zur Analyse der pilzlichen Verderbsflora wurden konventionelle (auf Kulturverfahren basierende) Methoden (vgl. SAMSON 2000) und folgende kulturunabhängige Methoden eingesetzt, die auf der Amplifizierung spezieller Abschnitte der rDNA basieren:

- SSCP (Single Strand Conformation Polymorphism) nach TEBBE et al. (2001)
- T-RFLP (Terminal Restriction Length Polymorphism) nach LIU et al. (1997)
- (nach Methodik und im Labor von nadicom GmbH, Marburg) Identifizierung der Pilze durch Direkt-Sequenzierung von DNA-Banden aus SSCP-Gelen und DNA aus Pilzreinkulturen; Charakterisierung von Pilzgemeinschaften durch Klonierung und Sequenzierung der ITS-(Internal Transcribed Spacer)-Regionen der 18S rDNA

Parallel dazu wurden Proben, die sich nur in der Anbauform (ökologisch vs. konventionell; mit oder ohne zusätzliche Stickstoffgabe) unterschieden, paarweise mittels ANOVA und t-Test verglichen hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber inokulierten Pilzen (*Botrytis cinerea*, *Fusarium spec.*) (Wund-Inokulation nach PESCHKE 1994) sowie der Änderungen der Festigkeit während der Lagerung („Texture Analyser“ der Fa. Stable Micro Systems). Details finden sich bei STEINHAEUER & LÜCKE (2005).

Ergebnisse und Diskussion:

Während der Lagerung bei 5°C verdarben vier von 34 Möhrenproben durch pilzlichen Befall nach 4 bis 6 Monaten. Zwei von ihnen waren ökologisch erzeugte Möhren aus dem Feldversuch, die zusätzlich mit organischem Stickstoff („+N“: 150 kg N/ha, als Hornspäne; vgl. FLECK et al. 2005) gedüngt worden waren. Dies ist plausibel angesichts der bekannten negativen Wirkung einer N-Übersorgung auf die Pilzresistenz. Drei Penicillien-Arten sowie zwei Schwärzepilzarten (*Alternaria radicina*, *Cladosporium cladosporioides*) wurden von den verdorbenen Stellen isoliert. Mit kulturunabhängigen Methoden wurde *Penicillium chrysogenum* sowie die Basidiomyceten-Art *Sistotrema sernanderi* gefunden. Weiterhin verdarben Möhren von je einem ökologisch und konventionell arbeitenden Erzeugerbetrieb, wobei die Betriebe zu unterschiedlichen Betriebspaaren gehörten. Das Pilzartenspektrum dieser Proben war unterschiedlich und auch verschieden von demjenigen der Feldversuchsproben. Auffällig war das Auftreten hefeartiger Basidiomyceten in der konventionell angebauten Probe, sowie von Pilzarten, die bisher noch nicht beschrieben wurden (Tab. 1). Bei der Wund-Inokulation erwies sich eine Lagerzeit von 21 Tagen als optimal zur Erfassung von Unterschieden zwischen den Proben. Bei jeweils 14 paarweisen Vergleichen zeigten sich in fünf Fällen signifikante Unterschiede im Wachstum von *Botrytis cinerea*, in drei Fällen signifikante Unterschiede im Wachstum von *Fusarium sp.*. Die Festigkeitsmessung ergab insgesamt bei sechs von 42 paarweisen Vergleichen signifikante Unterschiede. Zwei dieser Unterschiede zeigten sich kurz nach der Ernte (vgl. Tab. 2). Wie auch bei der Wund-Inokulation wurden keine Zusammenhänge mit der Anbauform deutlich. Weiterhin fielen die Proben, die während der Lagerung durch Pilze verdorben waren, gegenüber den anderen Proben nicht durch erhöhte Anfälligkeit im Wund-Inokulationstest oder durch eine veränderte Festigkeit auf.

Tab. 1: Identifizierte Pilze von verdorbenen Möhren unterschiedlichen Anbaus.

verdorbene Möhrenprobe	mit kultivierungsunabhängigen Methoden identifizierte Pilze		mit kultivierungsabhängigen Methoden identifizierte Pilze	
	SSCP + Sequenzierung	T-RFLP + Klonierung + Sequenzierung	Mikroskopie	Direktsequenzierung von Reinkulturen
Feldversuchsanbau Rothild mit N (2004); Verderb nach 4 Monaten Lagerung	<i>Penicillium chrysogenum</i> ; <i>Sistotrema sernanderi</i> ; neue Art	neue Art (verwandt mit <i>Sistotrema coronilla</i>); 2 neue Arten (verwandt mit <i>Sistotrema sernanderi</i>)	Hefen; <i>Fusarium spec.</i>	<i>Penicillium canescens</i> ; <i>Pen. brevicompactum</i> ; <i>Pen. verrucosum</i> ; <i>Alternaria radicina</i> ; <i>Cladosporium cladosporioides</i>
Feldversuchsanbau Rodelika mit N (2004); Verderb nach 4 Monaten Lagerung	nicht bestimmt	nicht bestimmt	Hefen; <i>Fusarium spec.</i>	<i>Pen. canescens</i> ; <i>Pen. brevicompactum</i> ; <i>Pen. verrucosum</i> ; <i>Alternaria radicina</i> ; <i>Cl. cladosporioides</i>
Betriebsvergleichsproben konventionell Narbonne2 (2004); Verderb nach 6 Monaten Lagerung	<i>Leucosporidium</i> ; <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ; <i>Cystofilobasidium bisporidii</i> ; neue Art	3 neue Arten (zugehörig zur <i>Acremonium</i> -Gruppe); 5 neue Arten (verwandt mit <i>Sistotrema sernanderi</i>); <i>Mastigobasidium</i>	Hefen; <i>Fusarium spec.</i> ; <i>Mucor hiemalis</i> ; <i>Cladosporium spec.</i>	<i>Penicillium gladioli</i> ; <i>Penicillium solitum</i> ; <i>Pen. brevicompactum</i> ; <i>Gibberella avenacea</i>
Betriebsvergleichsproben ökologisch Nerac4 (2005); Verderb nach 5 Monaten Lagerung	<i>Chalara hyalina</i> ; <i>Tetracladium</i> ; <i>Candida austromaniana</i> ; <i>Dictyostelium mucoroides</i>	5 neue Arten (verwandt mit <i>Sistotrema sernanderi</i>); neue Art (zugehörig zur <i>Acremonium</i> -Gruppe); 3 neue Arten (wahrscheinlich Mykorrhiza-Ascomycet)	<i>Mucor hiemalis</i> ; <i>Penicillium spec.</i> ; <i>Botrytis cinerea</i>	<i>Verticillium spec.</i>

Tab. 2: Ergebnisse der Wund-Inokulation und der Festigkeitsmessung.

Probenvergleichspaar		Festigkeitsmessung (Kraft in Newton)						Inokulation (cm ² mazerierte Fläche nach 21 Tagen)			
		Ernte 2004			Ernte 2005			<i>Botrytis</i>		<i>Fusarium</i>	
Sorte/ Betrieb	Anbauform	frisch	nach 4 Wochen	nach 8 Wochen	frisch	nach 4 Wochen	nach 8 Wochen	Ernte 2004	Ernte 2005	Ernte 2004	Ernte 2005
Rothild	-N	65	166	101	64	73	66	1,9	1,3	1,1	1,0
	+N	56	161	92	65	70	69	1,3	0,3	1,1	0,6
Rodelika	-N	60	147	98	68	67	70	1,4	0,2	0,8	0,6
	+N	66	155	108	68	67	69	1,4	0,8	0,9	1,0
Narbonne1	öko	164	132	94	60	73	73	1,1	0,5	0,1	0,4
	konv	160	134	92	63	75	69	0,7	1,3	0,3	0,1
Narbonne2	öko	175	124	107	k. A.			1,0	k. A.	0,3	k. A.
	konv	154	116	98	k. A.			0,3	A.	0,2	A.
Nerac1	öko	164	140	95	56	66	68	0,2	0,4	0,4	0,3
	konv	150	130	100	61	73	74	1,0	0,8	0,4	0,2
Nerac2	öko	175	138	103	58	77	73	0,4	0,2	0,2	0,5
	konv	160	134	109	67	75	74	1,3	0,7	0,1	0,3
Nerac3	öko	181	145	108	64	73	71	1,7	1,1	0,1	0,2
	konv	143	133	99	64	74	72	1,1	0,8	0,3	0,2
Nerac4	öko	k. A.			60	71	73	k. A.	0,5	k. A.	0,4
	konv	k. A.			68	79	76	A.	0,2	A.	0,5

grau unterlegt = signifikanter Unterschied (p<0,05); davon **doppelt eingerahmt**: ökologisch bzw. ohne zusätzliche N-Gabe erzeugten Möhren fester bzw. weniger pilzanfällig;
fettgedruckt: Probe verdarb während der Lagerung; k. A. = kein Probenpaar verfügbar.

Schlussfolgerung:

Sowohl mit herkömmlichen als auch mit verschiedenen DNA-basierten, kulturunabhängigen Methoden ließen sich Unterschiede in der pilzlichen Verderbsflora von Möhren aus unterschiedlichen Standorten erfassen, wobei das gefundene Artenspektrum auch methodenabhängig war. Es gab allerdings keinen erkennbaren Effekt der Anbauform. Hinsichtlich der Festigkeit der Möhren sowie ihrer Anfälligkeit gegenüber in Wunden inokulierter Pilze ergaben sich im paarweisen Vergleich vereinzelt signifikante Unterschiede, insgesamt jedoch auch hier keine Hinweise auf einen Effekt von Anbauform und Standort.

Danksagung:

Wir danken Dr. Christoph C. Tebbe (FAL, Braunschweig) und seiner Arbeitsgruppe für die Einarbeitung in die SSCP-Methode, Herrn Dr. Bernhard Nüsslein, nadicom GmbH, für seine Kooperation bei der T-RFLP-Methode, Klonierung und Sequenzierung, sowie den Kooperationspartnern am Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel für die Überlassung der Möhrenproben und den Datenaustausch. Gefördert wurde dieses Projekt vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (Projekt-Nr.: 03OE191).

Literatur:

Fleck M., von Fragstein P., Heß J. (2005): Ertrag und Zuckergehalt bei Möhren nach Applikation der biologisch-dynamischen Präparate Hornmist und Hornkiesel in verschiedenen Umwelten. In: J. Heß und G. Rahmann (Hrsg.): Ende der Nische - Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 89-92.

Kahl J., Busscher N. (2007): Differenzierung und Klassifizierung von Öko-Produkten mittels validierter analytischer und ganzheitlicher Methoden. Abschlussbericht Projekt 02OE170/F, Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

Liu W.-T., Marsh T. L., Cheng H., Forney L. J. (1997): Characterization of microbial diversity by determining terminal restriction length polymorphisms of genes encoding 16S rRNA. *Appl Environ Microbiol* 63:4516-4522.

Peschke J. (1994): Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren im Nacherntestadium unter dem Einfluss von Sorte, Herkunft und Anbaubedingungen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

Samson R. A. (Hrsg.) (2000): *Introduction to Food- and Airborne Fungi*. 6. Auflage, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht.

Steinhauer D., Lücke F.-K. (2005): Untersuchungen zur Erfassung von Unterschieden in der mikrobiellen Besiedelung und der Haltbarkeit von Möhren aus unterschiedlichen Anbauformen. In: J. Heß und G. Rahmann, Hrsg.: Ende der Nische - Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 575-576.

Tebbe C., Schmalenberger A., Peters S., Schwieger F. (2001): Single-Strand Conformation Polymorphism (SSCP) for microbial community analysis. In: P.A. Rochelle, ed.: *Environmental Molecular Microbiology: Protocols and Applications*, Horizon Scientific Press, Wymondham, UK, S.161-175.

Bekämpfungsstrategien für den Wurzelgallennematoden *Meloidogyne hapla* im ökologischen Landbau

Control strategies for the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* in organic farming

J. Hallmann¹, F. Rau² und M. Puffert³

Keywords: plant protection, vegetable production, crop farming, plant parasitic nematodes

Schlagwörter: Pflanzenschutz, Gemüsebau, Pflanzenbau, Pflanzenparasitäre Nematoden

Abstract:

The root-knot nematode Meloidogyne hapla is a major pest in organic farming causing severe damage especially on vegetables. Common practices such as high cropping frequencies of legumes and low frequencies of cereals in association with unsatisfactory weed control are assumed to be major factors for nematode build-up. Due to the broad host spectrum of M. hapla strategies solely based on crop rotation are often not sufficient in controlling the nematode. A series of field experiments was conducted to develop more efficient control strategies. Based on the results a recommendation for reducing high nematode densities was developed which is build on black fallow throughout the main vegetation period buffered by additional measures such as previously growth of a overwintering legume and its incorporation early in spring before the nematode has multiplied and followed by a overwintering cereal to conserve soil nutrients and avoid erosion. In the long-term any build-up of damaging levels of M. hapla need to be avoided by a higher cropping frequency of non host crops (e. g. cereals, Tagetes), growth of catch crops (e. g. fodder radish), satisfactory weed control, short periods of black fallow to allow the soil to rest and avoidance of clover immediately before growing susceptible vegetables.

Einleitung und Zielsetzung:

Seit Ende der 1990er Jahre treten im Ökologischen Landbau zunehmend Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden auf. Besonders betroffen sind leichtere Standorte und hier vor allem Gemüsekulturen, wie z. B. Möhren, Zwiebeln, Kopfsalat und Porree (PUFFERT 2006, RAU & BUCK 2006, FRANKENBERG & PAFFRATH 2005). Einer der Hauptschaderreger ist der Wurzelgallennematode *Meloidogyne hapla*. Neben Wuchsdepressionen verursacht *M. hapla* Beinigkeit und Deformationen der Ernteorgane. An den Wurzeln sind die typischen Anschwellungen (Gallen) in der Regel gut zu erkennen (HALLMANN 2006, FRANKENBERG & PAFFRATH 2003). Ursachen für das zunehmende Schadauftreten von *M. hapla* sind u. a. in (1) einem geringen Anteil von Nichtwirtspflanzen (z. B. Getreide) in der Fruchtfolge, (2) häufigem Anbau von Leguminosen (z. B. Klee gras) zur N-Versorgung und (3) unbefriedigender Unkrautregulierung zu sehen. Die Bekämpfung von *M. hapla* ist aufgrund des sehr breiten Wirtspflanzenspektrums äußerst schwierig. Maßnahmen des konventionellen Landbaus, wie der unkrautfreie Anbau von Getreide über 1-2 Jahre, sind im

¹Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Toppeideweg 88, 48161 Münster, Deutschland, j.hallmann@bba.de

²Ökoring Niedersachsen, Bahnhofstr. 15, 27374 Visselhövede, Deutschland, f.rau@oekoring.de

³Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Gartenbauzentrum Münster-Wolbeck, Münsterstr. 62-68, 48167 Münster, Deutschland, markus.puffert@lwk.nrw.de

Ökologischen Landbau so meist nicht möglich. Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war es, rasch wirksame („Sanierung“ der Fläche) als auch nachhaltige Anbauverfahren zur Regulierung von *M. hapla* unter Praxisbedingungen zu untersuchen.

Methoden:

Seit 2002 wurden zu dieser Versuchsfrage insgesamt sieben Feldversuche auf verschiedenen Standorten in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen durchgeführt, von denen im Folgenden einer vorgestellt wird. Versuchsfläche: lehmiger Sand, 30 Bodenpunkte; Versuchsdesign: Streifenanlage, 3 m x 50 m unterteilt in 4 Parzellen von je 3 m x 12,5 m; Versuchsvarianten: in 2004 verschiedene Anbauverfahren (Abb. 1), Aussaat am 28.05.04; in 2005 Anbau von Möhre und Zwiebel in Streifen von je 1,5 m Breite, Ertragsfeststellung am 24.08.05; Ermittlung des Nematodenbesatzes: jeweils im Frühjahr (P_i) und Herbst (P_f), 30 Einstiche/ Parzelle, 20 cm tief, Extraktion der Nematoden aus 250 ml Boden mittels Zentrifugationsmethode.

Ergebnisse und Diskussion:

Der Ausgangsbesatz von *M. hapla* zu Versuchsbeginn in 2004 schwankte teils erheblich zwischen und innerhalb der Versuchsvarianten (Abb. 1, P_i (31.3.04)). Die stärkste Reduzierung des Nematodenbesatzes wurde in den Varianten Fangpflanze, Brache, Brache plus Folienabdeckung und Tagetes mit jeweils über 97% beobachtet (Abb.1, P_f 27.9.04). Der Anbau von Blaue Lupine, Rote Bete und Wintergerste bewirkte eine Reduzierung der Besatzdichte von *M. hapla* zwischen 60% und 80%. Demgegenüber führte der Anbau

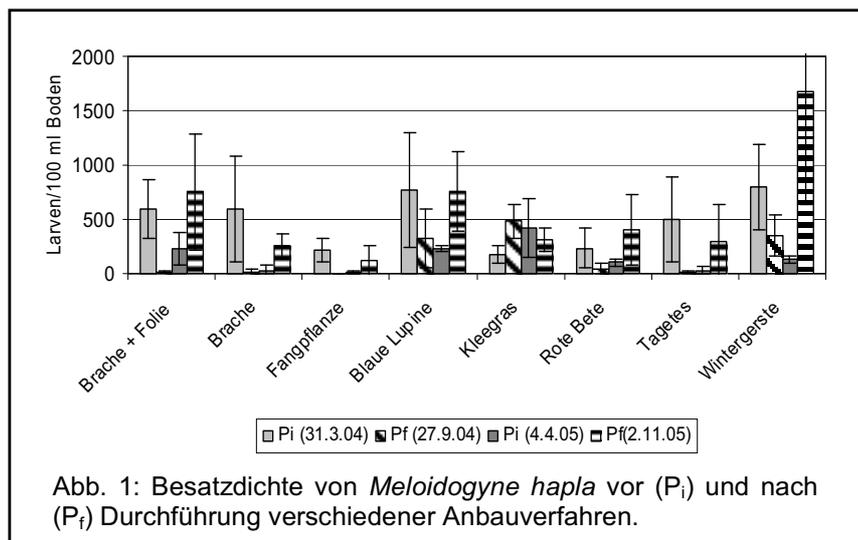


Abb. 1: Besatzdichte von *Meloidogyne hapla* vor (P_i) und nach (P_f) Durchführung verschiedener Anbauverfahren.

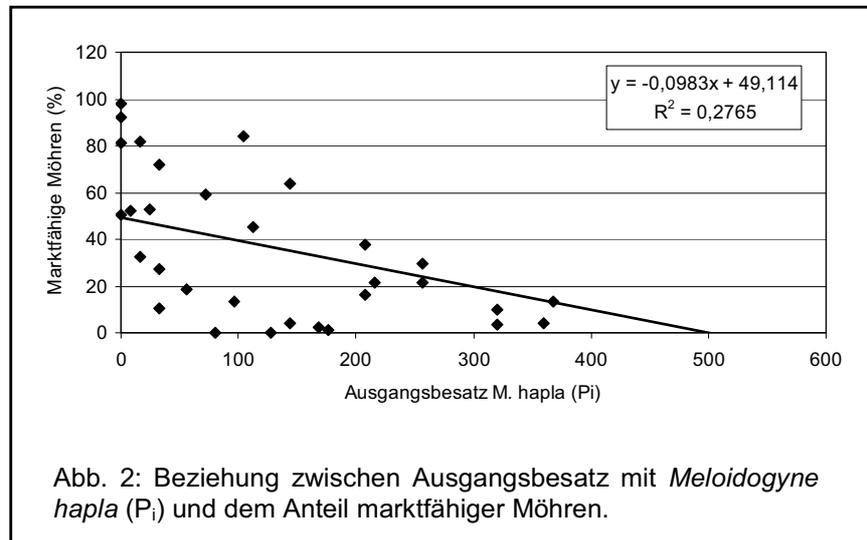
von Klee gras erwartungsgemäß zu einer Vermehrung von *M. hapla*; die Vermehrungsrate (P_f/P_i -Wert) betrug 2,8. Dieser Versuch bestätigte tendenziell die Ergebnisse der weiteren Versuche (HALLMANN et al. 2005), wobei die erzielten Reduzierungsraten von *M. hapla* in der Regel etwas stärker ausgeprägt waren. Mit einer gut durchgeführten Schwarzbrache, d. h. bei Einarbeiten auflaufenden Unkrautes mind. alle 4 Wochen, sind in der Regel Bekämpfungsraten über 90% zu erzielen. Die Abdeckung mit Folie (hier: weiße Silofolie) war als Alternative zur Bodenbearbeitung gedacht, bewirkte aber keine zusätzliche Besatzreduktion. Im Gegenteil, in einigen Versuchen führte die Folienabdeckung tendenziell zu einer Konservierung der Nematoden im Boden und einem geringeren Rückgang der Besatzdichte. Der Anbau von Örettich als Fangpflanze mit nachfolgender Schwarzbrache ist eine wirksame Maßnahme, wenn sie korrekt durchgeführt wird (Umbruch des Örettichs nach 5 Wochen bzw. nach Temperatursumme). Versäumt man den Umbruchtermin bzw. ist die Fläche zum gegebenen Termin nicht befahrbar, kann es zu einer Vermehrung von *M. hapla* kommen. Beim Anbau von Nichtwirtspflanzen wie Tagetes und Getreide hängt die Wirkung ganz entscheidend

vom Unkrautbesatz ab, da fast alle zweikeimblättrigen Unkräuter gute Wirtspflanzen für *M. hapla* sind. Im vorliegenden Versuch war der Unkrautbesatz in Tagetes gering, in Wintergerste recht hoch.

Der Anbau von Möhren und Zwiebeln in 2005 führte zu einer Erhöhung der Besatzdichte von *M. hapla* (Abb. 1, Pf 2.11.05)); Ausnahmen: Variante „Klee gras“ bei

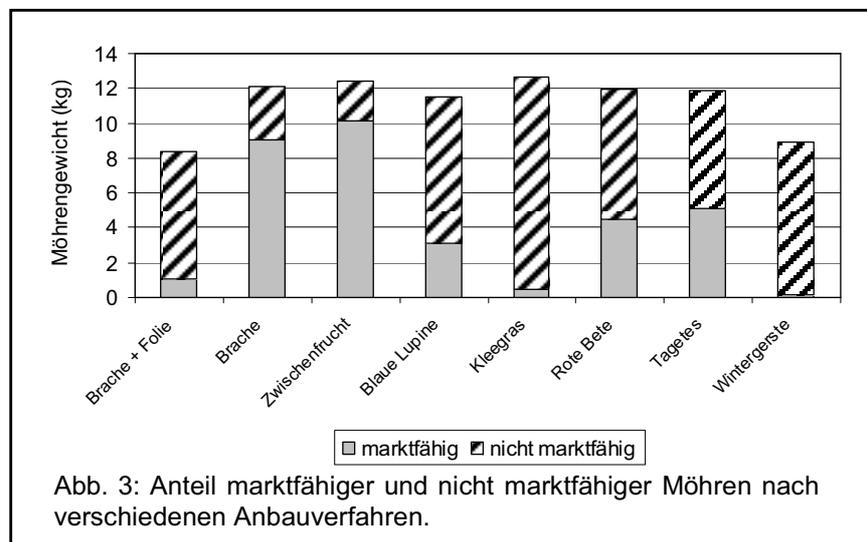
Möhren und Zwiebeln, „Brache+ Folie“ bei Zwiebeln. Die höchsten Vermehrungsraten wurden nach den Vorkulturen Tagetes, Wintergerste und Fangpflanze beobachtet. An Möhren, in geringem Maße auch an Zwiebeln (nicht dargestellt), zeigte sich eine Abnahme des Anteils marktfähiger Ware bei

zunehmendem Ausgangsbesatz mit *M. hapla* (Abb. 2). Aber selbst bei Besatzdichten unterhalb der Nachweisgrenze wurden bis zu 50% weniger marktfähige Möhren beobachtet.



Die unterschiedliche Ausgangsbesatzdichte mit *M. hapla* in den verschiedenen Anbauverfahren

hatte nur einen geringen Einfluss auf den Gesamtertrag an Möhren und Zwiebeln (nicht dargestellt). Bei Möhren zeigte sich jedoch in den Varianten mit hoher Besatzdichte ein deutlich geringerer Anteil marktfähiger Möhren infolge von Nematodenschäden (z. B. Beinigkeit, Rübendeformationen) (Abb. 3).



Schlussfolgerungen:

Unter Berücksichtigung weiterer Ergebnisse aus Freilandversuchen sind unter den Anbaubedingungen im Untersuchungsgebiet Besatzdichten von *M. hapla* > 20-50 Larven/100 ml Boden für den Anbau empfindlicher Kulturen (z. B. Möhren) als kritisch anzusehen. Eine rasche Reduzierung hoher Besatzdichten mit *M. hapla* („Sanierung“) ist bisher nur durch eine 4-5monatigen Schwarzbrache während der Hauptvegetationsperiode möglich. Die negativen Auswirkungen der Schwarzbrache (z. B. Nährstoffverluste, Humusabbau, Bodenerosion) sind durch begleitende Maßnahmen abzupuffern. Eine mögliche Strategie wäre z. B.: (1) vor der Schwarzbrache Anbau einer überwinternden Leguminose und deren zeitiger Umbruch im Frühjahr bevor sich *M. hapla* vermehrt hat (Fangpflanzeneffekt, Temperatursumme berücksichtigen), (2) eventuell in August/September Ölrettich als Fangpflanze (Umbruch nach 5 Wochen bzw. nach Temperatursumme) bzw. (3) im Herbst Aussaat von Grünroggen zur Nährstoffkonservierung und Bodenbedeckung. Im folgenden Jahr kann dann wieder eine anfällige Gemüsekultur angebaut werden.

Um den Aufbau schädigender Nematodendichten zu verhindern sollten folgende Maßnahmen früher bzw. intensiver eingesetzt werden: Anbau von Nichtwirtspflanzen (z. B. Getreide, Tagetes), Anbau von Fangpflanzen (z. B. Ölrettich), konsequente Unkrautregulierung, kurzfristige (ca. 2-3 Monate) Brachen als Ruhezeit für den Boden, Verzicht von Klee vor anfälligen Gemüsekulturen.

Danksagung:

Ein besonderer Dank gebührt Dorothee Suttrop und Mechthild Neuhaus vom Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde für Ihren unermüdlichen Einsatz beim Auszählen und Bestimmen der pflanzenparasitären Nematoden sowie den Landwirten Heiner Helberg, Jürgen Kramer und Johannes Finke für die Bereitstellung der Versuchsflächen und Mithilfe bei der Versuchsdurchführung. Die Arbeiten erfolgten mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (Förderkennzeichen: 02OE107, 02OE478, 03OE542).

Literatur:

Frankenberg A., Paffrath A. (2003): Nematoden im Feldgemüsebau. Bioland 5:36-37.

Frankenberg A., Paffrath A. (2005): Nematoden im Ökologischen Gemüsebau – Ergebnisse einer Status-Quo-Analyse. In: Heß J., Rahmann G. (Hrsg): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press, Kassel, S. 165-168.

Hallmann J., Klinger S., Rau F. (2005): Bekämpfungsstrategien für pflanzenparasitäre Nematoden im ökologischen Landbau. In: Heß J., Rahmann G. (Hrsg): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press, Kassel, S. 169-172.

Hallmann J. (2006): Nematodenschäden an Möhren. Monatsschrift 4:241-242.

Puffert M. (2006): Praxiserfahrungen mit Nematodenschäden und Lösungsansätze in Nordrhein-Westfalen. In: Hallmann J. (Hrsg): Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft H 131:31-35.

Rau F., Buck H. (2006): Praxiserfahrungen mit Nematodenschäden und Prognose in der Beratung von Möhren- und Zwiebelanbauern. In: Hallmann J. (Hrsg): Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft H 131:27-30.

**Pflanzen für die Gesundheit-
Vorstellung eines neuen interdisziplinären Forschungsprojektes zum
ökologischen Anbau von Arzneipflanzen**

**Plants for health-
Presentation of a new interdisciplinary project concerning the organic
cultivation of medicinal plants**

V. Jung¹, R. Loges¹, J. Henriksen², K. Grevsen³, L.P. Christensen³, K. Kristiansen⁴,
G. Rimbach⁵, K. Schwarz⁵, R. Kawiani⁵, F. Taube¹ und S. Wolfram⁶

Keywords: medicinal plants, crop farming

Schlagwörter: Heilpflanzen, Pflanzenbau

Abstract:

Ecologically grown medicinal plants containing bioactive compounds hold great potential as high-value niche crops for farmers. However, the way to grow these plants differs from traditional crops. Growing techniques, harvest methods and postharvest handling of the raw material plays a crucial role regarding the quality of the raw material that the farmers can offer. The purpose of a new research project financed by EU-Interreg IIIA programme is among other things to carry out production, harvest and processing experiments with plants containing bioactive plant compounds that hold a preventive effect toward diabetes II.

*One of the project's goals is to draw up cultivation instructions for the primary producers to use when cultivating the plants in question. Examples of the plants that are being examined in the project are Goat's Rue (*Galega officinalis*) and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*).*

Einleitung:

Diabetes II stellt ein rapide wachsendes globales Problem dar und wird laut Prognosen innerhalb der nächsten 25 Jahre zu einem der Hauptkrankheitsbilder und einer der häufigsten Todesursachen werden (WHO 1985). Diese Erkenntnisse lassen auf ansteigende gesellschaftliche Gesundheitskosten, eine verminderte Lebensqualität bei den diabetes-betroffenen Bürgern sowie einem Verlust an Produktionsfähigkeit schließen. Deshalb ist es von großem, allgemeinem Interesse, neue Produkte zur Vorbeugung und Behandlung von Diabetes II zu entwickeln.

Ein Großteil der medizinischen Präparate, die heute im Einsatz sind, stammt ursprünglich von Pflanzen, Pilzen oder anderen Mikroorganismen. Auch bei der Behandlung von Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen wie Diabetes II und zur gezielten Diabetes-Therapie wurden verschiedene Pflanzen eingesetzt.

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Kiel, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel, Deutschland, vjung@email.uni-kiel.de

²Development Center Årslev, Kristinebjergvej 10, P.O. Box 102, 5792 Årslev, Denmark

³Danish Institute of Agricultural Sciences Årslev, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev, Denmark

⁴University of Southern Denmark, Campusvej 55, 5230 Odense M., Denmark

⁵Institut für Humanernährung und Lebensmitteltechnologie, Universität Kiel, Heinrich-Hecht-Platz 10, 24098 Kiel, Deutschland

⁶Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie, Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Sr. 9, 24098 Kiel, Deutschland

Der anti-diabetogene Effekt, der bei mehreren pflanzlichen Inhaltsstoffen nachgewiesen werden konnte (LIU et al. 2004, MARLES & FARLESWORTH 1995), beruht auf einer Regulation des Blutzuckergehaltes, an der verschiedene Inhaltsstoffe wie Poly- und Oligosaccharide, Flavone und weitere beteiligt sind.

Dabei liegt aus mehreren Gründen ein besonderes Interesse bei Produkten aus zertifiziert ökologischem Anbau. Zum einen enthalten ökologisch erzeugte Arzneipflanzen keine Rückstände von Pestiziden, da sie ohne den Einsatz synthetisch hergestellter Dünge- und Pflanzenschutzmittel angebaut werden und somit unerwünschte Verunreinigungen des Ausgangsmaterials ausbleiben. Zum anderen haben ökologisch wirtschaftende Landwirte Erfahrungen mit Zertifizierungssystemen. Besonders beim Heilpflanzenanbau werden solche Zertifizierungen des Materials gefordert, um Sicherheit im Bezug auf die Herstellung von qualitativ hochwertigen Produkten zu erlangen. Außerdem kann durch den gezielten Anbau von Arzneipflanzen auf landwirtschaftlichen Betrieben die Nachhaltigkeit dauerhaft gewährleistet und so die Gefährdung bedrohter Pflanzenarten durch Wildsammlung vermieden werden (VAN ELSSEN & FALLER 2005). Letztlich haben ökologisch wirtschaftende Landwirte ein gesteigertes Interesse an Innovationen und sind offen für neue Nischenfrüchte.

Ziele des Projektes:

- Identifikation von Pflanzen, welche bioaktive Inhaltsstoffe mit einem voraussichtlichen Effekt auf Diabetes enthalten und welche das Potential als eine interessante Nischenkultur für den ökologischen Landbau aufweisen
- Analyse der Wirkungsweise der verschiedenen bioaktiven Inhaltsstoffe
- Durchführung von Tests, um die Bioverfügbarkeit dieser Substanzen und deren Toxikologie zu dokumentieren
- Ausführung von Versuchen zur Produktion, Ernte und Verarbeitung einer Auswahl von Pflanzenarten
- Entwicklung geeigneter Produktionssysteme für ausgewählte Pflanzenarten basierend auf den Versuchsergebnissen
- Wissenstransfer an Primärproduzenten und Weiterverarbeiter

Projektdaten:

Dieses deutsch-dänische Gemeinschaftsprojekt hat einen Zeitrahmen von drei Jahren (2005- 2008) und wird finanziell durch das EU Interreg IIIA Programm von der Technologie-Region K.E.R.N. und dem dänischen Verwaltungsbezirk Fyns Amt gefördert.

Projektpartner:

- Universität Kiel, Deutschland
 - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
 - Institut für Tierernährung und -physiologie
 - Institut für Humanernährung und Lebensmitteltechnologie
- University of Southern Denmark, Dänemark
 - Institut für Biochemie und Molekularbiologie
- Danish Institute of Agricultural Sciences, Årslev, Dänemark
 - Fachabteilung für Gartenbauwissenschaften
 - Fachabteilung für Lebensmitteltechnologie
- Development Center Årslev, Dänemark

Organisation des Projektes:

Beschreibung der geplanten Arbeiten

Anbau begleitend werden Ertrag, Qualität und der Gehalt an Wert gebenden Inhaltsstoffen von ausgewählten Heilpflanzen untersucht. Auf den Anbauflächen werden verschiedene Parameter wie zum Beispiel Art der Etablierung (Direktsaat oder Pflanzung), Sortenwahl, Anbaudichte (Anzahl der Pflanzen je m²) und Düngung variiert, um deren Einfluss einerseits auf die Inhaltsstoffgehalte und andererseits auf Ertragsparameter betrachten zu können. Die Beprobung des Pflanzenmaterials für die Analyse der Inhaltsstoffe erfolgt zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb des jeweils relevanten Erntezeitraumes. Die Ergebnisse und Erfahrungen der Anbauversuche werden genutzt, um Anbau- und Ernteempfehlungen an Landwirte zu vermitteln bzw. einen Leitfaden für den Anbau dieser Pflanzen zu formulieren.

Versuchsstandorte

Die Feldversuche werden in Dänemark am Danish Institute of Agricultural Sciences in der Fachabteilung für Gartenbau durchgeführt. Das Department befindet sich auf der Insel Fünen (1027'E, 5518'E, Bodenart sL, mittlerer Jahresniederschlag 663 mm, Jahresmitteltemperatur 7,7°C) in der Nähe von Årsløse.

Die Feldversuche in Deutschland finden auf den Flächen des ökologisch wirtschaftenden Versuchsbetriebes Lindhof (0957'E, 5427'N, Bodenart IS-sL, 40-45 Bodenpunkte, mittlerer Jahresniederschlag 774 mm, Jahresmitteltemperatur 8,7°C), welcher der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, angehört, statt. Alle Feldversuche werden ökologisch bewirtschaftet.

Feldversuche in Deutschland

Die Anlage der Feldversuche in Deutschland erfolgte im Frühjahr 2006. Jede der 14 Arten, welche auf ihre Inhaltsstoffe hin untersucht werden, wurden in vierfacher Wiederholung in einer Split-Plot-Anlage etabliert. Zu diesen Arten gehören beispielsweise die Geißraute (*Galega officinalis*), der Bockshornklee (*Trigonella foenum-graecum*), der Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) und das Johanniskraut (*Hypericum perforatum*). Bei dem Anbau der Arzneipflanzen wurde vor allem zwischen ein- und mehrjährigen Arten unterschieden. Bei jeder Art wurden verschiedene Parameter variiert, um genauere Erkenntnisse über ihre Anbaubedürfnisse und Ertragspotentiale zu erlangen.

Bei den einjährigen Arten werden unter Anderem folgende Anbaufaktoren getestet:

1. Art, Herkunft bzw. Sorte
2. Ernte mittels Drusch oder organdifferenzierte Handernte
3. Stickstoffversorgungsniveau

Bei den mehrjährigen Arten werden unter Anderem folgende Anbaufaktoren getestet:

1. Art, Herkunft bzw. Sorte
2. Etablierung durch Aussaat oder Pflanzung
3. Pflanzabstände: eng oder weit
4. Pflanzung in Vlies oder in unbedeckten Boden (bei vorgezogenen Pflanzen)
5. Pflanzenalter: 1. oder 2. Nutzungsjahr
6. Zeitpunkt der Ernte: vor oder während der Blüte

Da es bei den meisten Arten bisher noch keine Empfehlungen für den ökologischen Anbau unter norddeutschen Klimaverhältnissen gibt und die Angaben in der Fachliteratur sich meist auf Anbauerfahrungen im Süden und Osten Deutschlands beziehen (MARQUAD & KROTH 2001, 2002), wurden die vorgezogenen Pflanzen in unterschiedlichen Pflanzdichten etabliert. Auf diese Weise kann untersucht werden, in wie

weit der Raum, den jede einzelne Pflanze zur Verfügung stehen hat, Einfluss auf ihren Ertrag und die Inhaltsstoffgehalte hat.

Die Pflanzen, bei denen auch die Samen die interessanten Inhaltsstoffe enthalten, wurden parallel zur Handernte des vegetativen Materials gedroschen.

Da man der Nährstoffversorgung der Pflanzen einen erheblichen Einfluss zuspricht, wurde bei den Nicht-Leguminosen dieser Anbaufaktor durch eine zusätzliche Stickstoffgabe in Form von 120 kg N/ha Erbsenschrot variiert. Bei den getesteten Leguminosen, welche alle einjährig sind, wurde jeweils noch eine Variante angelegt, bei der das Saatgut nicht mit Rhizobien inokuliert wurde. Beide Variationen der Stickstoffversorgung der Pflanzen wurden vorgenommen, um zu untersuchen, in wie weit eine zusätzliche N-Versorgung bzw. Inokulation (1) einen ertragswirksamen Effekt und/oder (2) einen Einfluss auf die Inhaltsstoffgehalt der Pflanzen hat.

Soweit Sorten bei den Arzneipflanzen verfügbar waren, wurde die gewählt, welche besonders hohe Inhaltsstoffgehalte oder eine geringe Krankheitsanfälligkeit aufweisen.

Ausblick:

Nachdem im ersten Jahr alle Pflanzenarten zu unterschiedlichen Zeitpunkten beprobt und ein Teil des Materials für die Analysen konserviert wurde, werden im zweiten Anbaujahr einige der Arten im Hinblick auf deren Weiterverarbeitung und Konservierung von den Analytikern in Kiel verstärkt untersucht werden. Die Anbauversuche werden aber mit allen Arten, die zu Beginn der Untersuchungen etabliert wurden, fortgeführt, um Anbauempfehlungen für diese Pflanzen geben zu können. Über erste Ergebnisse wird auf der nächsten Wissenschaftstagung zum Ökolandbau ausführlich berichtet werden.

Literatur:

Liu J. P., Zang M., Wang M. Y., Grimmsgaard S. (2005): Chinese herbal medicines for type 2 diabetes mellitus (review) The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, S. 1-103.

Marles R. J., Farnsworth N. R. (1995): Antidiabetic plants and their active constituents. *Phytomedicine* 2(2):137-189.

Marquard R., Kroth E. (2001): Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen I, Buchedition Agrimedia, 302 S.

Marquard R., Kroth E. (2002): Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen II, Buchedition Agrimedia, 191 S.

van Elsen T., Faller D. (2005): Nachhaltige Heilpflanzenproduktion als Naturschutzfrage. In: J. Heß und G. Rahmann (Hrsg.): Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau am 1.– 4. März 2005 in Kassel, S. 631-634.

World Health Organization (1985): Diabetes Mellitus: Report of a WHO Study Group. WHO Technical Report Series 727, WHO, Geneva, 1985.