

# Versuchsergebnisse im Ökologischen Ackerbau in Niedersachsen 2002 - 2003



gefördert durch:



**Niedersächsisches Ministerium für  
den ländlichen Raum, Ernährung,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

## Vorwort

In den vergangenen Jahren konnte Niedersachsen eine kontinuierliche Ausdehnung des Bioanbaus verzeichnen. Neben der Ausdehnung der Flächenumfänge auf mittlerweile mehr als 55.000 ha gelang es auch im Bereich der Verarbeitung und des Handels neue Partner zu gewinnen und damit neue Absatzkanäle zu erschließen.

Mit der Entwicklung dieses Anbausystems tauchten in der Praxis immer neue Fragen auf, für die bis dahin keine befriedigenden Antworten gegeben werden konnten. So entwickelte sich nach und nach auch ein eigenständiges Versuchswesen für den Ökologischen Landbau. Ganz besonders im Bereich der ökologischen Tierhaltung, die in der Vergangenheit in Niedersachsen nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat sowie im Obst- und Gemüsebau konnten aber bis in die heutige Zeit eine Reihe von Fragen nicht ausreichend bearbeitet bzw. zufriedenstellend gelöst werden.



Vor dem Hintergrund dieses Bedarfs wurde zu Beginn des Jahres 2002 in Zusammenarbeit mit Praktikern und Beratern ein umfassendes Versuchsprogramm für den Ökologischen Landbau in Niedersachsen gestartet. Mit den nunmehr vorliegenden Berichten sollen der Praxis sowie den Interessierten in Wissenschaft und Verwaltung die Ergebnisse derjenigen Versuche zugänglich gemacht werden, die mittlerweile abgeschlossen werden konnten oder für die erste aussagekräftige Ergebnisse vorliegen. Der Übersichtlichkeit halber wurden die Berichte in die 5 thematisch abgeschlossenen Bereiche Rind, Schwein und Geflügel, Gemüse, Obst sowie Ackerbau untergliedert.

Mit den vorliegenden Versuchsergebnissen stehen für die Landwirte in Niedersachsen nunmehr neue wertvolle Informationen zur Verfügung, die sie dabei unterstützen, sich aktuellen Herausforderungen zu stellen und qualitativ hochwertige Produkte zu erzeugen. Ich danke in diesem Zusammenhang ganz besonders denjenigen, die zum Gelingen der Versuche beigetragen haben. Hier denke ich insbesondere an die Mitarbeiter der beiden Landwirtschaftskammern, des Ökorings, des Kompetenzzentrums Ökolandbau Niedersachsen, der Fachhochschule Osnabrück sowie der Gesellschaft für goethenistische Forschung.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hans-Heinrich Ehlen'.

Hans-Heinrich Ehlen,  
Niedersächsischer Minister für den ländlichen Raum,  
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

# Impressum

## Herausgeber

Landwirtschaftskammer Hannover  
Referat Ökologischer Landbau  
Johannsenstr. 10  
30159 Hannover

## Bearbeiter der einzelnen Kapitel

### **Themenbereich: Weizenflugbrand und Gerstenhartbrand**

Getreidezüchtungsforschung Darzau  
29490 Neu Darchau, Darzau Hof 1

#### **Dr. Karl-Josef Müller**

Telefon: 05853-1397  
Fax: 05853-1394  
E-Mail: k-j.mueller@darzau.de

---

### **Themenbereich: Sortenversuche in den Kulturen Wintergerste, Körnererbsen, Ackerbohnen und Silomais**

Landwirtschaftskammer Hannover, Referat „Ökologischer Landbau“  
30159 Hannover, Johannsenstraße 10

#### **Armin Meyercordt**

Telefon: 0511/3665-1394  
Fax: 0511/3665-991394  
E-Mail: Meyercordt.Armin@Lawikhan.de

#### **Markus Mücke**

Telefon: 0511/3665-1378  
Fax: 0511/3665-991378  
E-Mail: Muecke.Markus@Lawikhan.de

---

**Themenbereich: Ökologischer Maisanbau auf ungünstigen Standorten**

Landwirtschaftskammer Hannover, Referat „Ökologischer Landbau“ und  
Referat „Futterbau und Fütterung“, 30159 Hannover, Johannssenstraße 10

**Armin Meyercordt und Markus Mücke**

Telefon: 0511/3665-1394

Fax: 0511/3665-991394

E-Mail: Meyercordt.Armin@Lawikhan.de

**Carsten Rieckmann**

Telefon: 0511/3665-1357

Fax: 0511/3665-1500

E-Mail: Rieckmann.Carsten@Lawikhan.de

---

**Themenbereich: Rhizoctonia solani im ökologischen Kartoffelanbau**

Landwirtschaftskammer Hannover, Bezirksstelle Uelzen  
29525 Uelzen, Wilhelm-Seedorf-Straße 3

**Andreas Scholvin**

Telefon: 0581/8073-39

Fax: 0581/8073-60

E-Mail: Scholvin.Andreas@Lawikhan.de

**Dr. Jürgen Grocholl**

Telefon: 0581/8073-15

Fax: 0581/8073-59

E-Mail: Grocholl.Juergen@Lawikhan.de

Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Pflanzenschutzamt  
26121 Oldenburg, Sedanstraße 4

**Dr. Joachim Kakau**

Telefon: 0441/801-730

Fax: 0441/801-777

E-Mail: j.kakau@lwk-we.de

---

# Inhaltsübersicht

## Themen

- Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Winterweizen der Qualitätsgruppen E, A und B gegenüber Flugbrand (*Ustilago tritici*)
- Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Sommergersten gegenüber Hartbrand (*Ustilago hordei*)
- Landessortenversuche im ökologischen Landbau zu den Kulturen Wintergerste, Körnererbsen, Ackerbohnen und Silomais
- Untersuchung zum Einfluss des Sklerotienbesatzes am Pflanzgut auf das Auftreten von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau
- Welchen Einfluss hat die Vorfrucht auf das Auftreten von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau?
- Maisanbau auf suboptimalen Standorten

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Winterweizen der Qualitätsgruppen E, A und B gegenüber Flugbrand (<i>Ustilago tritici</i>)</b> .....	1
1 Einleitung .....	2
2 Material und Methoden .....	4
3 Infektionsverlauf, Resistenzmechanismen und Resistenzgene von Flugbrand ( <i>Ustilago tritici</i> ).....	5
3.1 Infektionsverlauf.....	5
3.2 Resistenzmechanismen.....	6
3.3 Populationsgenetische Aspekte und Resistenzgene .....	8
4 Evaluation von Winterweizensorten hinsichtlich der Resistenz gegenüber Flugbrand ( <i>Ustilago tritici</i> ): Ergebnisse und Diskussion .....	10
5 Literatur .....	13
<b>Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Sommergersten gegenüber Hartbrand (<i>Ustilago hordei</i>)</b> .....	14
1 Einleitung .....	15
2 Material und Methoden .....	15
3 Stand der Forschung und des Wissens.....	16
3.1 Symptome.....	17
3.2 Ausbreitung.....	17
3.3 Bedingungen .....	18
3.4 Inokulationstechnik .....	18
3.5 Saatgutbehandlung .....	19
3.6 Sortenunterschiede .....	20
3.7 Untersuchungen an Wintergerste.....	21
4 Ergebnisse Sommergerstenhartbrand .....	23
5 Zusammenfassung .....	26
6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau .....	26
7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen .....	27
8 Literatur .....	29
<b>Landessortenversuche im ökologischen Landbau zu den Kulturen Wintergerste, Körnererbsen, Ackerbohnen und Silomais</b> .....	31
1 Einleitung .....	32
2 Versuchsanlage .....	32

3	Ergebnisse Wintergerste .....	33
4	Ergebnisse Körnererbsen.....	33
5	Ergebnisse Ackerbohnen.....	35
6	Ergebnisse Silomais.....	38
6.1	Erträge.....	38
6.2	Futterqualität.....	39
6.3	Sortenwahl.....	39
<b>Untersuchung zum Einfluss des Sklerotienbesatzes am Pflanzgut auf das Auftreten von Rhizoctonia solani im ökologischen Kartoffelanbau .....</b>		<b>42</b>
1	Einleitung .....	43
2	Erscheinungsformen .....	43
3	Versuchsaufbau .....	44
3.1	Untersuchungsparameter .....	45
3.2	Versuchsanlage .....	45
3.3	Versuchsstandorte.....	46
4	Beobachtungen in der Vegetation 2002 .....	47
5	Ernte 2002 .....	47
6	Beobachtungen in der Vegetation 2003 .....	48
7	Ernte 2003 .....	48
8	Ergebnisse.....	48
9	Resümee.....	51
<b>Welchen Einfluss hat die Vorfrucht auf das Auftreten von Rhizoctonia solani im ökologischen Kartoffelanbau?.....</b>		<b>52</b>
1	Einleitung .....	53
2	Versuchsbeschreibung.....	53
2.1	Standortbeschreibung .....	53
2.2	Vorfrüchte .....	54
2.3	Versuchsanlage .....	54
2.4	Datenermittlung.....	54
3	Darstellung des Versuchsverlaufs .....	55
3.1	Vorfruchtentwicklung 2002 auf dem Standort Schmöllau.....	55
3.2	Vorfruchtentwicklung 2002 auf dem Standort Bornsen .....	55
3.3	Vorfruchtentwicklung 2002 auf dem Standort Hatten .....	55
3.4	Ergebnisse des Kartoffelanbaus im ersten Erntejahr 2003.....	55
4	Stand der Vorfrüchte 2003 .....	58

<b>Maisanbau auf suboptimalen Standorten</b> .....	59
1    Einleitung .....	60
2    Kurzfassung.....	60
2.1  Aussaatzeitpunktversuch.....	60
2.2  Gülledüngungsversuch .....	61
2.3  Unterfußdüngung .....	61
2.4  Beikrautregulierung bei veränderter Reihenweite bzw. Dammkultur .....	61
3    Ergebnisse.....	62
3.1  Aussaatzeitpunkt Silomais im ökologischen Landbau .....	62
3.1.1  Versuchsanlage und Durchführung.....	62
3.1.2  Ergebnisse 2003 .....	63
3.1.3  Erträge 2003.....	64
3.1.4  Zweijährige Ergebnisse.....	64
3.2  Gülledüngungsversuch im Ökomais.....	67
3.2.1  Versuchsanlage und Durchführung.....	67
3.2.2  Ergebnisse 2003.....	68
3.2.3  Zweijährige Ergebnisse.....	68
3.3  Unterfußdüngung im ökologischen Silomaisanbau .....	71
3.3.1  Versuchsanlage und Durchführung.....	71
3.3.2  Ergebnisse 2003 .....	72
3.3.3  Zweijährige Ergebnisse.....	72
3.4  Beikrautregulierung bei veränderter Reihenweite bzw. Dammkultur .....	75
3.4.1  Versuchsanlage und Durchführung.....	75
3.4.2  Ergebnisse.....	76
3.4.3  Zweijährige Ergebnisse.....	77
4.    Zusammenfassung .....	81

# **Abschlussbericht**

zum Forschungsprojekt

**Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Winterweizen  
der Qualitätsgruppen E, A und B gegenüber  
Flugbrand (*Ustilago tritici*)**

**[Kurztitel: Weizenflugbrand]**

**Laufzeit: 01.06.2002 bis 31.12.2003**

vorgelegt von:

Getreidezüchtungsforschung Darzau

Dr. Karl-Josef Müller

# 1 Einleitung

Die Ausweitung des ökologischen Landbaus erhöht das Risiko der Verbreitung samenbürtiger Krankheiten. Für Weizen müssen vor allem Flugbrand (*Ustilago tritici*) und Steinbrand (*Tilletia caries*) besonders beachtet werden. Seit Einführung chemischer Beizverfahren im konventionellen Landbau konnte die Anfälligkeit gegenüber samenbürtigen Krankheiten vernachlässigt werden. Aufgrund des Verzichts auf die chemisch-synthetische Saatgutbeizung im ökologischen Landbau besteht die Gefahr einer erneuten Ausbreitung samenbürtiger Pilzkrankheiten. Die Zunahme der Verwendung von Saatgut aus ökologischem Anbau im Zuge der EU-Verordnung 2092/91 EEC und die Zunahme der Vermehrungsgenerationen unter ökologischen Anbaubedingungen verschärft das Infektions- und Ausbreitungsrisiko. Derzeit wird erst eine Generation vor der Konsumgetreideerzeugung ökologisch vermehrt.

Durch samenbürtige Krankheiten sind bereits heute insbesondere Nachbau betreibende landwirtschaftliche Betriebe und ökologische Getreidezucht- und Vermehrungsbetriebe betroffen. Denn insbesondere, wenn die Vermehrung über mehrere Schritte unter ökologischen Anbaubedingungen erfolgt, können die samenbürtigen Pilzkrankheiten beachtliche Ausmaße annehmen. Dies macht eine zunehmende Beachtung der samenbürtigen Krankheiten erforderlich.

Im hier vorliegenden Forschungsbericht werden die Ergebnisse der Sorten-evaluierung aller im Handel verfügbaren Winterweizensorten der Qualitätsgruppen E, A und B hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber Weizenflugbrand (*Ustilago tritici*) vorgestellt. Durch diese Evaluierung sollen Informationen geliefert werden, die eine Sortenauswahl im ökologischen Landbau erleichtern. Des Weiteren soll die Ausbreitungsgefahr im Vermehrungsanbau besser eingeschätzt werden können und die Getreidezüchtung auf das Resistenzpotential der bereits im Anbau befindlichen Sorten aufmerksam gemacht werden.

## Weizenflugbrand<sup>1</sup>

Der Flugbrand des Weizens (*Ustilago tritici*) durchläuft im Jahr einen Zyklus (monozyklisch). Die Infektion erfolgt über die Blüte. Das Pilzmycel wächst entweder durch Narbe und Griffel oder direkt durch das Perikarp zum sich entwickelnden Korn. Es befällt das noch abreifende Korn und überdauert dort im Embryo bis zur Aussaat. Nach der Aussaat im Herbst beginnt der Pilz mit der Pflanze mitzuwachsen und bildet im Frühjahr die Ähren zu einem Brandsporenlager um.

---

<sup>1</sup> Erstmals liegt mit der Studie von FISCHER, SCHÖN und MIEDANER (2002) eine umfassende Darstellung und Auswertung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes über Flugbrand vor, die hier eingeflossen sind. Angeführte Autoren, die daraus als Beleg herangezogen wurden, sind der Lesbarkeit halber nicht noch einmal extra kenntlich gemacht worden (etwa durch „... zit. nach FISCHER et al. 2002“).

Die Brandsporenlager reißen bereits kurz nach dem Ährenschieben auf und die Sporen verbreiten sich innerhalb weniger Tage auf die Blüte gesunder Ähren. Am Weizen auftretende Formen sind vermutlich auf alle anderen Arten der Gattung *Triticum* übertragbar. Unter ökologischen Vermehrungsbedingungen muss diese Krankheit besonders beachtet werden, da bereits mehr als drei flugbrandkranke Pflanzen auf 150m<sup>2</sup> zu einer Aberkennung des Bestandes in der Basissaatguterzeugung führen.



**Abbildung 1: Flugbrandkranke Ähre mit chlorotischen Streifen an den Blättern**  
(Foto: Müller)

### **Bekämpfungsmöglichkeiten im ökologischen Landbau**

Zur Eindämmung von Flugbrand bieten sich neben Maßnahmen der Saatguthygiene zwei Möglichkeiten. Neben der Entwicklung wirksamer biologischer Saatgutbehandlungsmethoden kommt dabei der Resistenzzüchtung eine besondere Bedeutung zu.

Saatgutbehandlungsmethoden, die auch im ökologischen Landbau anwendbar sind, stehen für die Bekämpfung von Weizenflugbrand nicht zur Verfügung. Es werden zwar verschiedene Verfahren diskutiert, doch zeigen diese bisher entweder keine zufriedenstellende Wirkung oder sie sind für die Praxis unter arbeitstechnischen Gesichtspunkten zu aufwendig. Durch die Überdauerung im Inneren des Getreidekorns ist der Flugbranderreger schwer zu bekämpfen. Anders als beim Steinbrand (*Tilletia caries*), dessen Sporen dem Getreidekorn äußerlich anhaften, kann Flugbrand mit äußerlich wirksamen Behandlungsmitteln nicht erreicht werden. Als Behandlungen werden die Pillierung des Weizens mit Magermilchpulver, die Beizung mit im ökologischen Landbau zugelassenen Mitteln (etwa dem Pflanzenstärkungsmittel Tillecur), die Elektronenbehandlung und die Saatgutbehandlung mit Antagonisten diskutiert (vgl. FISCHER et al. 2002). Mit keinem dieser Verfahren konnte bisher ein ausreichender Bekämpfungserfolg erzielt werden. Lediglich mit der Warmwasser- und Heißwasserbeize konnten hohe Wirkungsgrade erzielt werden (vgl. WINTER 1994, 1998). Beide Verfahren sind allerdings arbeitstechnisch sehr aufwendig, noch nicht ausreichend zuverlässig und somit für die Praxis nur eingeschränkt einsetzbar.

Die andere Strategie besteht in der Züchtung von flugbrandresistenten Winterweizensorten. Da Flugbrand in der Sortenzulassung durch das Bundessortenamt bisher nicht berücksichtigt wird, liegen somit auch keine Informationen über die Anfälligkeit zugelassener Winterweizensorten vor. Die Kenntnis hinsichtlich der Anfälligkeit wäre allerdings Ausgangspunkt für eine entsprechende Sortenwahl und für die Gestaltung von Zuchtprogrammen.

## **2 Material und Methoden**

### **Witterung**

Das Anbaujahr 2002/2003 war durch extreme Witterungssituationen gekennzeichnet. Nach einem regenreichen Sommer 2002 und einem trockenen September folgte ein Winter mit Kahlfrösten bis  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  bei gleichzeitig geringen Niederschlägen (Februar und März nur knapp 30 mm Niederschlag). Der trockene April 2003 trug zu einer weiteren Verschlechterung der Bestandessituation bei. Durch hohe Auswinterungsausfälle konnte für viele Sorten keine Aussage gemacht werden.

### **Projekttablauf**

In der Zeit der Weizenblüte wurden in der Vegetationsperiode 2002 insgesamt 81 Winterweizensorten (siehe Ergebnisse) der Qualitätsgruppen E, A und B der Beschreibenden Sortenliste 2001 des Bundessortenamtes mit einer Flugbrandsporensuspension (1 g Sporen/100ml Wasser) mittels Injektionsspritze direkt in jede einzelne Blüte inokuliert (nach POEHLMAN 1945). Es wurden jeweils drei Ähren pro Sorte ein bis drei Tage nach der Blüte infiziert. Die infizierten Ähren wurden nach der Abreife von Hand geerntet und einzeln mit dem Ährendrescher gedroschen.

Vorversuche aus dem Erntejahr 2001 zeigten, dass nach der künstlichen Infektion in die Blüte nur wenige befallene Pflanzen aus den infizierten Körnern einer Ähre hervorgingen. Ob eine Ähre beim Weizen richtig und erfolgreich inokuliert wurde, ist aufgrund des Blütenstandes, der dicken und mehrschichtigen Spelzen, verglichen mit Gerste, schlechter erkennbar. So kann es leicht passieren, dass die Lösung nicht in die Blüte, sondern zwischen die Blüten eines Ährchens abgesetzt wird. Drei gewissenhaft infizierte Ähren wurden daher als ausreichend angesehen. Außerdem wäre eine Erhöhung der Anzahl zu infizierender Ähren zeitlich und mit den vorhandenen Hilfskräften nicht zu bewältigen gewesen.

Am 9. September 2002 wurden mit einer Einzelreihensämaschine in drei der sechs Drillreihen die Ährennackkommenschaften nach Ähren getrennt in einer Länge von je 1 m ausgesät. Neben jeder infizierten Reihe wurde als Kontrolle nicht infizierter

Samen der gleichen Sorte ausgesät, so dass pro Sorte in einer 1-m<sup>2</sup>-Parzelle infizierte und nicht infizierte Pflanzen unmittelbar nebeneinander wuchsen.

Es wurde der Befall mit Flugbrand erfasst (siehe Ergebnisse). Da eine sichere Aussage über die Widerstandsfähigkeit einer Sorte nach einem Jahr *ohne* Befall noch nicht möglich ist, wurden in der Vegetationsperiode 2003 wieder zur Zeit der Weizenblüte 78 Winterweizensorten der Qualitätsgruppen E, A und B künstlich inokuliert und am 8. September 2003 ausgesät (Aussaart wie Herbst 2002). Drei Sorten waren allerdings durch den harten Winter 2002/2003 total ausgefallen („Carolus“, „Convent“, „Skater“), so dass kein Pflanzenmaterial für eine erneute künstliche Infektion zur Verfügung stand. Die aus dieser Nachprüfung erhobenen Daten werden im Herbst 2004 veröffentlicht.

### **3 Infektionsverlauf, Resistenzmechanismen und Resistenzgene von Flugbrand (*Ustilago tritici*)**

#### **3.1 Infektionsverlauf**

Flugbrandinfizierte Pflanzen entwickeln sich unauffällig. Als einziges Anzeichen einer Infektion werden Wachstumshemmungen mit chlorotischen Streifen an den Blättern und eingerollte Blätter genannt (MANTLE 1961). Erst mit dem Ährenschieben zeigt sich die kranke Ähre mit einer schwarzbraunen Sporenmasse, die durch Wind und Regen bis zu 150 m (FISCHER et al. 2002) verbreitet wird. Als günstigste Zeit für die Infektion wird der zweite bis fünfte Tag nach Beginn der Blüte angegeben, unmittelbar nach der Befruchtung durch den Weizenpollen (HEINZE 1983). Die Sporen keimen auf der Narbe und infizieren als Myzel den Embryo. Die Infektionswege der sich aus der Basidie entwickelnden Sporen werden unterschiedlich geschildert. So soll das aus der Basidie entstehende dikaryotische Myzel entweder durch Narbe, Griffel (AMOS 1952) oder direkt durch das Perikarp (BATTS 1955) in einem Zeitraum von acht bis zehn Tagen nach Keimung der Brandsporen die Integumente durchwachsen und in das Nucellargewebe eindringen. Von dort wächst das Myzel in drei Wochen interzellulär Richtung Scutellum und befällt das Embryogewebe (Koleoptile, Koleorhiza, Keimknoten, Hypokotyl, Vegetationspunkt) auf dem Weg zum Vegetationskegel. Das Wachstum des Myzels kommt erst zum Stillstand, wenn der Embryo des Weizenkorns mit der Kornreife in den Ruhezustand übergeht.

Erst mit der Aussaat und Keimung des Korns beginnt auch das Myzel mit zehnstündiger Verspätung weiterzuwachsen und dem Vegetationspunkt nachzuwachsen. Eine Infektion der Ähre hängt maßgeblich von der Entfernung des Myzels zum Vegetationskegel zum Zeitpunkt der Keimung ab. Mit dem Embryowachstum

geht eine Umgestaltung des Gewebes einher, die einem Vordringen des Pilzes entgegensteht. Durch eine Verhärtung des Keimknotengewebes und mit der Entwicklung des ersten Knotens bilden sich Barrieren, an welche sich die Zellen des Hypokotyls eng anschließen. Die Interzellulärräume sind sehr klein und hindern den Pilz am Weiterwachsen (FISCHER et al. 2002).

Das in dem Vegetationspunkt eingedrungene Myzel wird durch die sich entwickelnden Knotenabschnitte vollständig von den weiter zurückliegenden Hyphen des Pilzes getrennt. Im Vegetationskegel wächst das Myzel dem Vegetationspunkt hinterher. Mit dem einsetzenden rapiden Wachstum der Ähre und der Differenzierung der Ährchen wird das Myzel zerrissen. Es entwickeln sich Myzelnester, in deren Folge das Ährengewebe zerfällt und aufgelöst wird. Aus den Myzelnestern entwickeln sich kugelförmig vergrößerte Hyphen, die schließlich in Brandsporen umgewandelt werden (OBST 1993).

### **3.2 Resistenzmechanismen**

Neben dem Haupttrieb können auch der erste und zweite Bestockungtrieb der Weizenpflanze befallen werden. Dies findet allerdings nur dann statt, wenn das Myzel bis zur Kornreife in den Embryo eingedrungen ist. Eine partielle Infektion der Ähre wird darauf zurückgeführt, dass nur wenige Hyphen rechtzeitig den ersten Knoten überwunden haben und die Pflanze partiell den einzelnen Pilzfäden entwachsen konnte (FISCHER et al. 2002).

Aus der Beobachtung von Myzel im Keimling kann nicht auf jeden Fall auf eine Infektion der Ähre geschlossen werden. Als Erklärung werden, neben dem Vorhandensein optimaler Infektionsbedingungen, Barrieren zum Keimling und Embryo genannt, die das Myzel bis zur Kornreife überwunden haben muss.

Zur Bedeutung von Umweltaspekten ist wenig bekannt. Als Optimum für die Sporenkeimung werden Temperaturen zwischen 20 bis 25 °C und 95 % Luftfeuchtigkeit angegeben (FISCHER et al. 2002). Der Pilz benötigt mehrere Tage, um die Wand des Fruchtknotens zu durchdringen. Während dieser Zeit ist der Pilz anfällig. Flugbrand tritt daher in Klimaten mit warmem und trockenem Wetter zur Blüte seltener auf. Auch soll durch niedrige Temperaturen während des Keimpflanzenwachstums der Befall reduziert werden (TAPKE 1948). Infizierte Keimlinge sind anfälliger für Frost, so dass Flugbrand in Regionen mit sehr kalten Wintern unterdrückt wird. Es wird auch beschrieben, dass infizierte Pflanzen im 2- bis 3-Blatt-Stadium absterben oder sich über die Entwicklung von Seitentrieben (verzwergter Wuchs) erholen konnten und dabei in der Regel gesunde Ähren ausbildeten (MANTLE 1961).

Nach POPP (1951) besteht keine Korrelation zwischen infizierten Embryonen und dem Auftreten von brandigen Ähren. Auch die Schwere der Embryoinfektion sagt

nichts über die Anzahl der Brandähren aus. Dagegen besteht eine Beziehung zwischen der Infektion des Vegetationspunktes und der Entwicklung von Brandähren (POPP 1951). Die optimale Ausgangsposition für eine erfolgreiche Infektion durch den Erreger ist somit im rechtzeitigen Erreichen des Vegetationspunktes bis zur Kornreife zu sehen.

Bei infizierten und vernalisierten Keimlingen von sechs Sorten konnte ein sich verringeres Myzelauftreten im Vegetationspunkt festgestellt werden. Konnte bei allen Sorten im Perikarp noch Flugbrandmyzel nachgewiesen werden, war bei einer Sorte schon im Scutellum kein Befall mehr festzustellen. Zwei Wochen nach Vernalisation der Keimlinge war der Befall bei den anderen fünf Sorten schon verringert, nach vier Wochen war der Befall stark reduziert, bei zwei der fünf verbliebenen Sorten konnte kein Befall des Vegetationspunktes mehr festgestellt werden. Die reifen Ähren waren schließlich nur noch bei drei Sorten befallen, davon zwei mit stark reduziertem Befall und nur eine mit hohem Befall (vgl. Tabelle 1; GASKIN und SCHÄFER 1962).

**Tabelle 1: Infektion (in %) mit der Flugbrandrasse T6 in unterschiedlichen Pflanzengeweben von sechs Sorten**  
(GASKIN und SCHAFFER 1962, zit. nach FISCHER et al. 2002)

Sorte	Perikarp	Scutellum	Vegetationspunkt 2 Wochen*	Vegetationspunkt 4 Wochen*	Reife Ähre
<b>Knox</b>	97	90	80	76	72
<b>Hope-Hussar</b>	98	0	0	0	0
<b>Kawvale</b>	94	95	80	0	0
<b>Tremezino</b>	98	88	70	0	0
<b>Rieti</b>	93	85	25	11	6
<b>PI 191533</b>	99	99	92	33	16

\* N nach der Infektion

Dies wurde auch durch die Versuche von BATTIS und JEATER (1958) bestätigt, die feststellten, dass eine Resistenz in späteren Wachstumsstadien (Myzel im Scutellum, aber nicht im Vegetationspunkt) wesentlich häufiger vorkommt als eine Embryo-resistenz (Scutellum bereits frei von Myzel).

Die Resistenz in späteren Wachstumsstadien wird häufig als Feldresistenz (BATTS und JEATER 1958; GASKIN und SCHÄFER 1962) bezeichnet. Dabei soll es sich nicht in jedem Fall um eine physiologische Resistenz handeln (AMOS 1952), sondern es kann sich auch um eine „Scheinresistenz“ handeln, bei der die Pflanzen dem Pilz lediglich entwachsen (FISCHER et al. 2002).

Unabhängig davon, ob es sich um eine Schein- oder echte Resistenz handelt, können nach FISCHER et al. (2002) zusammenfassend folgende Resistenzmechanismen aufgeführt werden:

1. Resistenz des Fruchtknotens (kein Myzel im Perikarp).
2. Resistenz des Embryos (Myzel im Perikarp, aber nicht im Scutellum). Ist die Entwicklung des Scutellums beim Eintreffen der Hyphen weiter fortgeschritten, so erfolgt das direkte Eindringen in das Scutellum nicht mehr, die Hyphen weichen aus und suchen Interzellulärgänge, durch die sie zum Gewebe des Embryos vordringen können.
3. Resistenz durch Verhinderung des Eindringens des Myzels in den Vegetationspunkt (Myzel im Scutellum und Embryo), entweder durch Verhärtung des Keimknötengewebes oder durch die Ausbildung und Entwicklung des ersten Knotens.
4. Resistenz durch Reduktion des Myzels im Vegetationspunkt.

Dies deutet auf komplexe Resistenzmechanismen hin, über deren molekulare Grundlagen als mögliche Erklärung eines Resistenzmechanismus wenig bekannt ist. Neben dem Einfluss von Phenolen im Korn konnte eine gesteigerte Peroxidaseaktivität in resistenten Sorten im Vergleich zu anfälligen Sorten (SAINI et al. 1985) festgestellt werden. Ferner wird eine Infektion durch das geschlossene Abblühen des Weizens (*cleistogam*) verhindert. Abhängig von der Schwere der Infektion und der Sorte werden auch eine unterschiedliche Streckung der Internodien und eine Hypersensitivitätsreaktion angeführt (BEVER 1953; MANTLE 1961).

### **3.3 Populationsgenetische Aspekte und Resistenzgene**

NIELSEN (1987) identifizierte weltweit 41 Rassen anhand eines Differentialsortiments von 19 Sommerweizensorten und -linien. BEVER (1953) isolierte in den USA 19 Rassen anhand von 10 Differentialsorten. Aus einer deutschen Sporensammlung isolierte NIELSEN (1987) nur eine Rasse (T8). GREVEL (1930) belegte für Deutschland drei Rassen, dazu kam eine Rasse türkischer Herkunft.

Daraus folgert GREVEL (1930), dass die geographische Lage keinen Einfluss auf die Zusammensetzung der Flugbrandpopulation hat. Eine These, die davor schon von PIEPENBROCK (zit. nach NIELSEN 1987) aufgestellt worden war. PIEPENBROCK stellte folgende Grundsätze auf, die nach NIELSEN (1987) auch heute noch Gültigkeit besitzen:

- a) Das Virulenzmuster einer Rasse ist nicht abhängig vom geographischen Ursprung, sondern von der Sorte, auf der die Rasse vorkommt.
- b) Sorten haben zu ihrem eigenen Schaden Rassen selektiert, die Virulenzen gegen sie besitzen.
- c) Dieselben Rassen können in unterschiedlichen Ländern und Kontinenten auftreten.
- d) Resistenzen gegen Rassen werden monofaktoriell vererbt.

Da der Flugbrand in einem Jahr lediglich einen Zyklus (monozyklisch) durchläuft und die Anzahl von Infektionsquellen auf dem Feld gering ist, ist die Bedeutung von Mutation und Rekombination für die Fähigkeit der Rassen, sich an neue resistente Sorten anzupassen, relativ gering. Eine Spore mit einem neuen Genotyp hat nur geringe Chancen, in eine offene Blüte zu gelangen, um den Genotyp zu erhalten. Zudem tritt Rekombination am ehesten auf Feldern mit einer Mischung verschiedener Sorten der Wirtspflanze auf, die wiederum eine Mischung verschiedener Rassen tragen. Allerdings muss aufgrund der Gültigkeit der Gen-für-Gen-Hypothese für die Triticum-Ustilago-Lebensgemeinschaft davon ausgegangen werden, dass virulente Rassen gegen jedes der Resistenzgene bereits irgendwo vorhanden sind (vgl. FISCHER et al. 2002).

### **Resistenzgene und Sorten**

Die Kenntnisse über Resistenzeigenschaften verschiedener Sorten gegenüber Flugbrand sind bisher gering. Es sind nur wenige Resistenzgene bekannt. Auch über die Art der Resistenz, ob es sich dabei um eine qualitative oder quantitative Resistenz handelt, liegen wenige Informationen vor. MCINTOSH et al. (1998) nennen fünf Resistenzgene gegen Flugbrand (vgl. Tabelle 2) und das entsprechende Differentialsortiment. Dabei soll es sich um monogenische Resistenzen handeln.

**Tabelle 2: Sorten/Linien mit Resistenzgenen gegen Flugbrand**  
(McINTOSH et al. 1998, zit. nach FISCHER et al. 2002)

Resistenzgen	Sorte/Linie
Ut1	Florence/Aurore, Renfrew, Red Bobs
Ut2	Kota, Little Club
Ut3	Carma
Ut4	Thatcher/Regent
Ut-x (temporäre Bezeichnung)	Biggar BSR

#### **4 Evaluation von Winterweizensorten hinsichtlich der Resistenz gegenüber Flugbrand (*Ustilago tritici*): Ergebnisse und Diskussion**

In der folgenden Tabelle 3 sind die im Jahr 2002 infizierten Sorten nach Qualitätsgruppen und alphabetisch sortiert aufgelistet.

Sichere Aussagen sind nur zu den Sorten möglich, die sich für Flugbrand anfällig zeigten. Aufgrund des sehr harten Winters, den insbesondere die Pflanzen aus flugbrandinfizierten Ähren mit nur wenigen Exemplaren überlebten, kann bei denjenigen Sorten, die keinen Befall aufwiesen, noch nicht sicher gesagt werden, ob aller Wahrscheinlichkeit nach eine Resistenz vorliegt oder aber die mit Flugbrand befallenen Pflanzen von der Auswinterung bevorzugt betroffen waren. Daher wurden von den Sorten, die keinen Befall aufwiesen, je zwei Ähren neu mit Flugbrandsporensuspension inokuliert.

Die Ergebnisse aus diesem Versuch werden 2004 nachträglich bekannt gegeben (im Internet unter <http://www.darzau.de/de/projekte/weizenflugbrand.htm>).

Ferner muss bemerkt werden, dass ein Befall nach künstlicher Infektion nicht zwingend einen potentiellen Befall unter natürlichen Bedingungen erwarten lässt. So könnten cleistogam blühende Sorten aufgrund eines Befalls nach künstlich induziertem Flugbrand in ihrer Anfälligkeit überbewertet werden. Diese Sorten wären dann zwar nicht als resistent, aber als deutlich weniger befallsgefährdet anzusehen, sofern die Witterungsbedingungen nicht doch eine Offenblütigkeit besonders begünstigen. Diese natürliche Befallsgefahr könnte nur durch eine Prüfung unter natürlichen Befallsbedingungen ermittelt werden, indem eine Sorte künstlich infiziert und direkt daneben nicht infiziert angebaut wird. Durch Begutachtung der auf diese Weise natürlich infizierten Kontrolle im Folgejahr kann dann der Befall mit Flugbrand unter natürlichen Infektionsbedingungen erfasst werden.

**Tabelle 3: Winterweizen der Beschreibenden Sortenliste (Qualitätsgruppen E, A und B) im Test auf Anfälligkeit gegenüber einem lokalen Flugbrand nach künstlicher Infektion in die Blüte in der Getreidezüchtungsforschung Darzau; Projektstand Dezember 2003**

Q	Sorte	Ut
E	Achat	S
E	Alcedo	T
E	Alidos	S
E	Altos	S
E	Aron	T
E	Bussard	S
E	Capo	T
E	Carolus	W
E	Dream	S
E	Glockner	S
E	Idol	T
E	Rektor	S
E	Urban	S
E	Zentos	S
A	Applaus	S
A	Aristos	S
A	Asketis	S
A	Aspirant	T
A	Astron	S
A	Batis	S
A	Belisar	S
A	Cardos	T
A	Darwin	S
A	Ebi	T
A	Herzog	S
A	Heis	S
A	Kontrast	T

A	Kornett	S
A	Korund	S
A	Ludwig	T
A	Magnus	T
A	Meunier	S
A	Mewa	T
A	Moldau	T
A	Olivin	S
A	Pegassos	T
A	Petrus	S
A	Ramiro	T
A	Renan	T
A	Sokrates	T
A	Tambor	T
A	Tarso	S
A	Tiger	T
A	Toni	S
A	Toronto	S
A	Transit	T
A	Xanthes	S
B	Ares	S
B	Atlantis	S
B	Borneo	S
B	Gaesar	S
B	Centrum	T
B	Clever	S
B	Convent	W
B	Dekan	T

B	Drifter	S
B	Estica	T
B	Exsept	S
B	Flair	T
B	Florida	T
B	Greif	T
B	Habicht	T
B	History	T
B	Kanzler	S
B	Karpes	S
B	Kris	T
B	Maltop	S
B	Maverick	T
B	Mikon	T
B	Motiv	T
B	Novalis	S
B	Piko	S
B	Ranger	T
B	Redford	S
B	Ritmo	T
B	Romanus	T
B	Semper	T
B	Skater	W
B	Terrier	S
B	Trend	T
B	Vergas	T

Legende:  anfällig (34 Sorten)

 waren frei von Flugbrandbefall und befinden sich weiter im Test (37 Sorten)

 resistent (0 Sorten)

 ausgewintert (3 Sorten)

Sortenname „durchgestrichen“:

nicht mehr im Handel erhältlich

Von den 81 geprüften Winterweizensorten waren 34 Sorten flugbrandanfällig, 37 Sorten zeigten keinen Befall mit Flugbrand. Aufgrund der starken Auswinterung müssen die Sorten für eine sichere Aussage ein zweites Mal getestet werden. Drei Sorten („Carolus“, „Convent“, „Skater“) waren so stark ausgewintert, dass kein Pflanzenmaterial mehr für eine künstliche Infektion im Jahr 2003 zur Verfügung stand. Ein weiterer Test war daher nicht möglich. Sieben Sorten waren nicht mehr für den Saatgutverkehr zugelassen, von diesen wird die befallsfrei gebliebene Sorte „Alcedo“ nachgeprüft. Als flugbrandresistent konnte bisher noch keine Sorte sicher eingestuft werden. Die vielfach verwendete Sorte „Bussard“ erwies sich als anfällig. Sollte sich die Sorte „Capo“ in der Nachprüfung als flugbrandresistent erweisen, so wäre damit aber schon eine Sorte gefunden, die für die Qualitätsweizenerzeugung auf trockengefährdeten Standorten im ökologischen Landbau derzeit empfohlen wird und dementsprechend den Flugbrand betreffend problemlos über mehrer Generationen unter ökologischen Anbaubedingungen vermehrt werden könnte.

## 5 Literatur

- AMOS, W. 1952. Über die Entwicklung des Flugbrandmyzels in infizierten Weizenpflanzen. Dissertation, Technische Hochschule Braunschweig.
- BATTS, C. C. V. 1955. Observations on the infection of wheat by loose smut (*Ustilago tritici* [Pers.] Rostr.). Transactions of the British Mycological Society 38: 465-475.
- BATTS, C. C. and A. JEATER 1958. The reaction of wheat varieties to loose smut as determined by embryo, seedling, and adult plant test. Annuals of Applied Biology 46: 23-29.
- BEVER, W. M. 1953. Further studies on physiologic races of *Ustilago tritici*. Phytopathology 43: 681-683.
- FISCHER, K., C. C. SCHÖN, T. MIEDANER (2002). Chancen der Resistenzzüchtung gegen Brandpilze bei Weizen für den ökologischen Pflanzenbau, Stuttgart-Hohenheim: Landessaatzuchtanstalt (Hg.)
- GASKIN, T. A. and J. F. SCHAFER 1962. Some histological and genetic relationships of resistance of wheat to loose smut. Phytopathology 52: 602-607.
- GREVEL, F. K. 1930. Untersuchungen über das Vorhandensein biologischer Rassen des Flugbrandes des Weizen (*Ustilago tritici*). Phytopathologische Zeitschrift 2: 209-234.
- HEINZE, K. 1983. Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Band 3 (Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.
- MANTLE, P. G. 1961. Further observations on an abnormal reaction of wheat to loose smut. Transactions British Mycological Society 44: 529-545.
- MCINTOSH, R. A., G. E. HART, K. M. DEVOS, M. D. GALE and W. J. ROGERS 1998. Catalogue of Gene Symbols for Wheat. Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, Saskatoon, Canada, 2-7 August 1998.
- NIELSEN, J. 1987. Races of *Ustilago tritici* and techniques for their study. Canadian Journal of Plant Pathology 9: 91-105.
- OBST, A. 1993. Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Thomas Mann Verlag.
- POEHLMAN, J. M. 1945. A simple method of inoculating barley with loose smut. Phytopathology 35: 640-644.
- POPP, W. 1951. Infection in seeds and seedlings of wheat and barley in relation to development of loose smut. Phytopathology 41: 261-275.
- SAINI, R. S., Y. K. ARORA and D. S. WAGLE 1985. Soluble proteins and multiple forms of peroxidase in growing points of wheat plants in relation to their resistance to loose smut. Biochem. Physiol. Pflanzen 180: 239-245.
- TAPKE, V. F. 1948. Environment and the cereal smuts. The Botanical Review 14: 359-412.
- WINTER, W., I. BÄNZIGER, H. KREBS, A. RÜEGGER, P. FREI und D. GINDRAT. 1994. Warmwasserbehandlung von Weizensaatgut. Agrar-Forschung (Schweiz) 1: 492-495.
- WINTER, W., I. BÄNZIGER, A. RÜEGGER und H. KREBS. 1998. Weizensaatgut: Praxiserfahrung mit Warmwasserbehandlung. Agrarforschung 5: 125-128.

# **Abschlussbericht**

zum Forschungsprojekt

**Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer  
Sommergersten gegenüber Hartbrand (*Ustilago hordei*)**

**[Kurztitle: Gerstenhartbrand]**

**Laufzeit: 01.02.2002 bis 31.12.2003**

vorgelegt von:

Getreidezüchtungsforschung Darzau

Dr. Karl-Josef Müller

## **1 Einleitung**

Der Hartbrand (*Ustilago hordei*) ist eine saatgutübertragbare Pilzkrankheit, bei der die Ähren zu einem Brandsporenlager umgebildet werden. An der Gerste auftretende Formen sind natürlicherweise nicht auf andere Getreidearten übertragbar. Die Sporenlager bleiben bis zur Kornreife von einem Häutchen umschlossen. Erst beim Drusch werden sie zerstört und die Brandsporen haften dann den gesunden Körnern von außen an. Beim Auftreten von mehr als drei brandkranken Ähren auf einer Fläche von 150 m<sup>2</sup> bei der Basissaatguterzeugung oder mehr als fünf bei der Z-Saatguterzeugung wird der Feldbestand für die Saatguterzeugung aberkannt (Saatgutverordnung, RUTZ 1998). Damit gehören die Brandkrankheiten zu den größten Risiken einer ökologischen Saatgutproduktion.

Bisher für die Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau zugelassene Mittel und Verfahren haben nicht die erforderliche Wirksamkeit. Sorten, die resistent gegenüber Hartbrand sind, wären eine Alternative zur Beizung. Die Brandanfälligkeit ist heute aber noch kein Kriterium, das für die Zulassung einer Sorte erfasst wird. Aktuelle Erhebungen über Sortenunterschiede zum Hartbrand liegen nicht vor. Obwohl eine gezielte Resistenzzüchtung derzeit nicht stattfindet, kann aber davon ausgegangen werden, dass sich widerstandsfähige Sorten im derzeitigen Handelssortiment finden lassen.

Um das Risiko einer Infektion mit Hartbrand besser abschätzen zu können, sollten im Handel erhältliche Sommergersten auf ihre Anfälligkeit geprüft werden. Mit widerstandsfähigen Sorten könnte das Risiko der Aberkennung von Vermehrungsflächen ausgeschlossen und mit sehr gering anfälligen Sorten unter Zuhilfenahme ökologischer Saatgutbehandlungsmittel möglicherweise deutlich verringert werden.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war daher, die derzeit zugelassenen Sommergersten auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber *Ustilago hordei* zu evaluieren, um Anbauempfehlungen für den ökologischen Landbau geben zu können. Resistente Sorten wären für die ökologische Saatguterzeugung zu bevorzugen und könnten auch für eine gezielte Resistenzzüchtung für den ökologischen Landbau genutzt werden.

## **2 Material und Methoden**

In der Getreidezüchtungsforschung Darzau wurden in der Vegetation 2002 55 Sommergersten der Beschreibenden Sortenliste 2001 in einer Konzentration von 5 g Hartbrandsporen auf 1 kg Saatgut inokuliert und in je sechsreihigen Parzellen zu 1 m<sup>2</sup> ausgesät. Der Anbau erfolgte auf einem sandigen Lehm am Standort Reesseln bei Neu Darchau. In der Vegetation 2003 wurde die Anzahl der Sorten um neu

zugelassene Sorten auf insgesamt 60 erhöht, die Sporenkonzentration auf 1 g pro kg Saatgut abgesenkt und die Testfläche auf drei Wiederholungen zu je 3 m<sup>2</sup> Erntefläche erweitert. Der Anbau erfolgte in einer randomisierten Blockanlage auf einem sandigen Lehm am Standort Köhlingen bei Neu Darchau. Die Sporenkonzentration entsprach im zweiten Testjahr einem durchschnittlichen Sporenbesatz von ca. 300.000 Sporen/Korn nach stichprobenartigen Auszählungen mit der Fuchs-Rosenthal-Zählkammer. Die Hartbrandsporen stammten ursprünglich von befallenen Ähren, die am Standort Darzau an der Wintergerstenlinie „BB42“ massiv aufgetreten waren, ohne dass ihre ursprüngliche Herkunft zweifelsfrei aufgeklärt werden konnte.

Für das erste Testjahr wurden die Sporen auf das in die Saatmagazine abgefüllte Saatgut gegeben und nach Verschluss der Magazine diese kräftig geschüttelt. Im zweiten Testjahr wurden die Sporen auf die gesamte Saatmenge der Sorte eingewogen, diese dann in einem 500-ml-Glas mit Deckel je eine Minute geschüttelt und anschließend auf die Wiederholungen aufgeteilt. Für die Aussaat in 2003 wurde, mit Ausnahme neu hinzugezogener Sorten, Saatgut aus einer Ernte von Ährenbüschelein aus dem Anbau 2002 verwendet, die gedroschen und zur Saat aufbereitet worden waren.

Nach dem Aufgang der Saat wurde die Anzahl Pflanzen pro Parzelle und nach Abschluss des Ährenschiebens die Anzahl mit Hartbrand infizierter Pflanzen ausgezählt. Blattscheiden, aus denen keine Ähren ausgetreten waren, wurden mit einem Messer aufgeschlitzt, um den Befall sicher beurteilen zu können. Aus den beiden Werten wurde der prozentuale Befall pro Parzelle berechnet und im zweiten Jahr aus den Wiederholungen der Mittelwert gebildet.

Eine varianzanalytische Auswertung führte zu keinem statistisch gesicherten Ergebnis. Dies lag insbesondere daran, dass zum einen die Anzahl von Parzellen mit geringem Befall und auch die Schwankungsbreite über die Wiederholungen bei Sorten mit geringem Befall sehr hoch ausfiel.

### **3 Stand der Forschung und des Wissens**

In der Saatguterzeugung führen gemäß Saatgutverkehrsgesetz (Saatgutverordnung, RUTZ 1998) drei (bei Basis-Saatgut) bzw. fünf (bei Z-Saatgut) mit Brand befallene Ähren pro 150 m<sup>2</sup> zur Aberkennung des Feldbestandes als Saatgut. Unter ökologischen Anbaubedingungen sind derzeit keine ausreichend effizienten Behandlungsmethoden verfügbar, mit denen das Vermehrungssaatgut für die Erzeugung von Saatgut behandelt werden könnte, um nachhaltig unter die Befallsgrenze zu kommen, sofern ein Befall des Ausgangssaatgutes mit einer der beiden Krankheiten vorliegt. Damit wird die Resistenz einer Sorte gegenüber diesen Krankheiten zum

entscheidenden Kriterium für eine kontinuierliche Vermehrung unter ökologischen Anbaubedingungen.

Der Gerstenhartbrand, auch als gedeckter Brand (covered smut) bezeichnet, wird durch den Erreger *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh. hervorgerufen. Der Gerstenhartbrand ist heute rund um die Erde verbreitet. Seine Bedeutung ist aber regional sehr unterschiedlich. Mit der Verwendung von Saatgutbeizen ging das Auftreten der Krankheit bei entsprechendem Pestizideinsatz extrem zurück (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999). Waren innerhalb Deutschlands 1907 noch rund 40 % der Gerstenbestände mit Hartbrand befallen, so betrug die Verbreitung 1960 nur noch 2,2 %. Hierbei wurde in den meisten Beständen nur eine Hartbrandähre auf 20 m<sup>2</sup> gefunden oder weniger (NIEMANN 1961). Aus Indien wurden jährliche Verluste von 2 bis 5 % berichtet, die in Epidemiejahren bis auf 30 % anstiegen (AHMED et al. 1974, JAIN et al. 1997). Auch in Kanada wurden Verluste von 0,7 bis 0,9 % pro Jahr verzeichnet (MARTINEZ-ESPINOZA 1996).

### **3.1 Symptome**

Erst mit dem Ährenschieben tritt der Hartbrand in Erscheinung. Wie beim Flugbrand sind die Ähren schwarz von den Sporenlagern, die sich anstelle der Gerstenkörner gebildet haben, und diese sind mit einem silbergrauen Häutchen überzogen, bis die Pflanze das Reifestadium erreicht hat. Im Gegensatz zum Flugbrand ist die Sporenmasse krümelig hart. Die Grannen bleiben normal oder sind nur schwach deformiert. Die Hartbrandähren erscheinen fast immer später als die gesunden Ähren. Nicht selten bleiben sie sogar ganz im Fahnenblatt verborgen. Darüber hinaus sind die befallenen Pflanzen meist kürzer (10 bis 20 cm), wodurch sie bei nur geringem Befall zwischen den gesunden Gerstenähren kaum zu erkennen sind. Die einzelne Ähre ist nicht immer vollständig befallen. Entwickelt sich nur ein Teil der einzelnen Ährchen zu Sporenlagern, so befinden sich diese immer ausgehend von der Basis der Ähre und die gesunden Körner somit an der Spitze der Ähre (FARIS 1924, MATHRE 1997, HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999).

### **3.2 Ausbreitung**

Die Ausbreitung des Hartbrandes erfolgt erst zum Drusch mit dem Zerschlagen der Brandsporenlager. Auf diese Weise gelangen die Dauersporen auf die gesunden Körner und auch wieder in den Boden. Über Geräte, Maschinen, Transport- und Lagerbehältnisse, die mit den von Sporen behafteten Körnern in Kontakt kommen, kann die Ausbreitung auch auf noch gesunde Saatgutpartien erfolgen. Erst bei der Keimung der Gerste findet auch die Sporenkeimung statt, die über die Koleoptile zu

einer neuen Infektion führt. Bildet die Pflanze ihre Triebe langsam aus, dann hat der Erreger Zeit, sich zu verbreiten. Ein zügiges Jugendwachstum ermöglicht dagegen der Pflanze oder einzelnen Trieben, dem Erreger davonzuwachsen („Escaping“). Erst mit dem Beginn der Blütenbildung dringt das Myzel in das Gewebe des Fruchtknotens ein, wo es zur Sporenbildung übergeht.

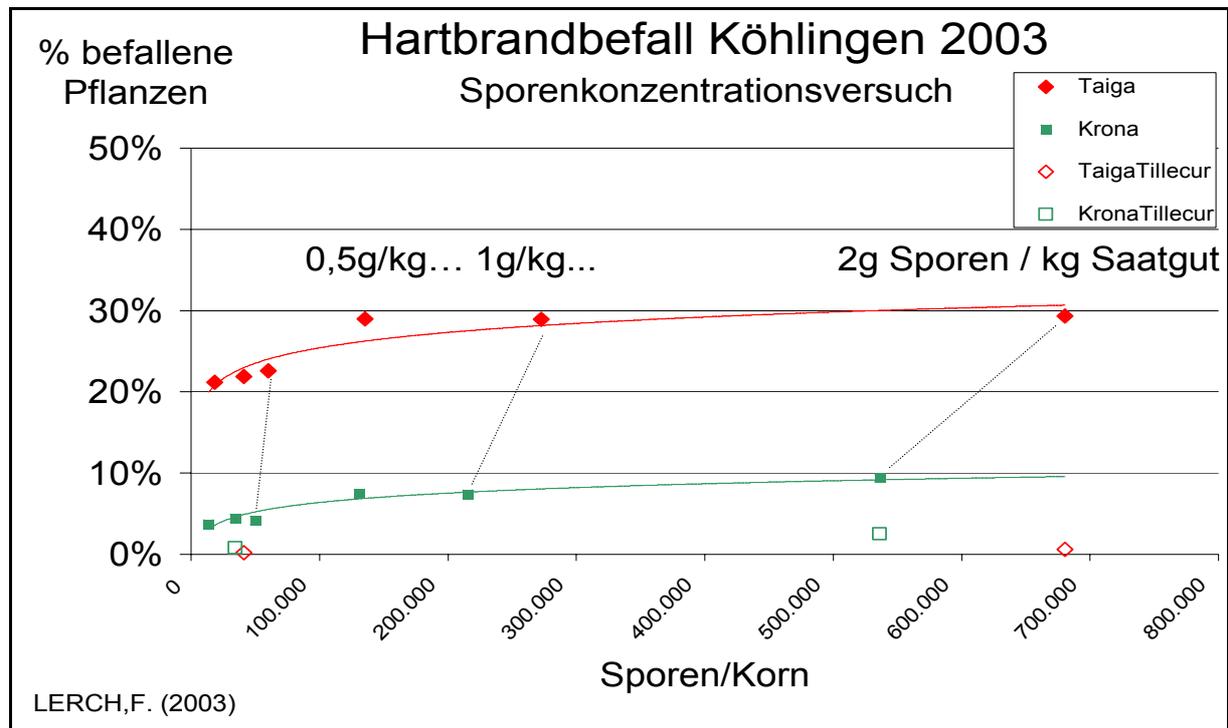
### **3.3 Bedingungen**

Hinsichtlich des Einflusses der Umweltbedingungen stellte FARIS (1924) bei konstanter Temperatur ein Keimungsoptimum für den Erreger bei 10 bis 25 °C fest, sowohl bei 5 °C wie auch bei 30 °C trat ein Infektionsminimum auf. Bei wechselnder Temperatur von 10 °C auf 25 °C und wieder zurück auf 15 °C über 48 Stunden während der Keimung der Samen ergab sich ein durchweg höherer Befall. In Feldversuchen trat eine geringere Infektion bei Aussaaten im Oktober im Vergleich zum September auf. Mehrere Untersuchungen zeigten, dass infizierte Pflanzen im Gewächshaus im Vergleich zu den entsprechenden Freilandpflanzen einen durchweg stärkeren Befall aufwiesen (EMARA 1981). Bezüglich des Boden-pH-Wertes stellte FARIS (1924) fest, dass mit sinkendem pH-Wert der Prozentsatz befallener Pflanzen zunahm. Eine Steigerung der Bodenfeuchtigkeit begünstigte die Infektion ebenfalls, besonders auf sauren Böden. SCHAFER et al. (1962) infizierten zwei unterschiedlich anfällige Gerstensorten mit Hartbrandsporen. Hierbei kamen sie bezüglich der Temperatur ebenfalls zu der Aussage, dass die niedrigsten Temperaturen die geringste Infektion hervorriefen. Diese betragen in seinem Versuch 12 °C Boden- und 16 °C Lufttemperatur. Die niedrigeren Temperaturen bei Aussaaten im Frühjahr sieht FARIS (1924) als Grund für einen durchschnittlich geringeren Befall von Sommergerste gegenüber Wintergerste an. Die Ergebnisse von EMARA (1981) bestätigten, dass eine späte Herbstsaat zu einer geringeren Infektion führt. Auch OBST (1993) bemerkt, dass niedrige Temperaturen beim Auflaufen die Infektion beeinträchtigen, hingegen milde Temperaturen bei der Aussaat die Befallshäufigkeit erhöhen, und er empfiehlt im Herbst späte und im Frühjahr frühe Aussaat.

### **3.4 Inokulationstechnik**

FRANZISKA LERCH (2003) untersuchte im Rahmen ihrer Diplomarbeit in der Getreidezüchtungsforschung Darzau an zwei Sommergersten den Einfluss der Sporenkonzentration auf die Befallshöhe (s. Abbildung 1). Bereits mit 0,5 g Sporen pro kg Saatgut wurde das Maximum der Befallshöhe erreicht. Bei einem Ertragsniveau von 20 dt/ha würde theoretisch eine Hartbrandähre pro 10 m<sup>2</sup> Anbaufläche ausreichen, um das Erntegut komplett zu durchseuchen. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass mit 1 g Sporen pro kg Saatgut die nötige Sporenkonzentration

erreicht wird, um Sortenunterschiede auf höchstem Befallsniveau feststellen zu können.



**Abbildung 1: Die Befallshöhe in % hartbrandinfizierter Ähren in Abhängigkeit von der Sporenkonzentration an zwei Sommergersten am Standort Köhlingen im Anbau 2003**

### 3.5 Saatgutbehandlung

In die Versuche zu den Sporenkonzentrationen von LERCH (2003) waren auch Varianten mit einer Saatgutbehandlung mit dem im ökologischen Landbau zugelassenen Mittel „Tillecur“ integriert, da die Ausbreitung des Hartbrandes der Gerste weitgehende Übereinstimmungen zum Stinkbrand des Weizens zeigt, für den das Mittel eingesetzt wird. Dabei konnte eine Befallsreduktion von über 90 % bei der spelzenfreidreschenden Sorte „Taiga“ und von über 70 % bei der bespelzten Sorte „Krona“ erzielt werden. Allerdings ergaben sich bei der Nacktgerste Keimschädigungen von über 70 %. Die Ergebnisse lassen dennoch erwarten, dass über eine weitere Optimierung der Applikationstechnik und mit der Formulierung des Saatgutbehandlungsmittels „Tillecur“ eine Wirksamkeit erreicht werden kann, die zu einem für die ökologische Saatguterzeugung ausreichend niedrigen Befallsniveau beitragen kann. Eine zumindest teilweise ausgeprägte Resistenz der Gerstensorte gegenüber Hartbrand könnte diese Vorgehensweise nachhaltig unterstützen.

### 3.6 Sortenunterschiede

TAPKE (1945) unterschied anhand von acht Sommergersten insgesamt 13 Hartbrandrassen (s. Tabelle 1). In Ägypten unterschied GHOBRIAL (1977) mit dem gleichen Sommergerstensortiment 20 physiologische Rassen. Das Muster C.I. 1312 war gegen alle Rassen resistent. Weitere Rassen von *Ustilago hordei* wurden in Bulgarien und der UdSSR bestimmt. Aus Europa sind keine Rassendifferenzierungen in der Literatur aufgeführt.

**Tabelle 1: Differentialsortiment von Sommergersten nach TAPKE (1945), um Rassen von *U. hordei* zu differenzieren (C.I. = Cereal Investigation Number of the Genbank Aberdeen/Idaho/USA)**

Sorte	C.I.	Sorte	C.I.
Excelsior	1248	Nepal	595
Lion	923	Trebi	936
Pannier	1330	Odessa	934
Hannchen	531	Himalaya	1312

Für resistente Gerstensorten wurden von ROBERTSON et al. (1941) die Bezeichnungen Uh (dominant) und uh (rezessiv) für Resistenzgene gegenüber *Ustilago hordei* vorgeschlagen. Von WELLS (1958) wurden die Resistenzgene Uh bis Uh4 eingeführt. Er testete die Sorten „OAC 21“, „Titan“, „Ogalitsu“, „Anoidium“ und „Jet“ gegenüber der physiologischen Rasse 6 von *Ustilago hordei*. Folgende Resistenzgene konnten bestimmt werden:

**Tabelle 2: Resistenzgene nach WELLS (1958)**

Sorte	Resistenzgene
OAC 21	Uh
Titan	Uh
Ogalitsu	Uh + uh3
Anoidium	Uh + Uh2
Jet	uh4

Aus Spaltungsverhältnissen an Nachkommenschaften schlossen SHIRIVASTAVA und SRIVASTAVA (1978), dass die Resistenz von „Hannchen“ über ein dominantes Majorgen vererbt wird. Hierbei soll es sich um zwei verschiedene Gene handeln. Die Resistenz von „Himalaya“ soll über zwei komplementäre Gene vererbt werden,

welche sich von dem Resistenzgen in „Hannchen“ unterscheiden. Die Ergebnisse der Autoren decken sich mit den Berichten von SHANDS (1956) und WELLS (1958), die für die Sorten „Brachytic“, „Titan“ und „OAC 21“ jeweils ein dominantes Resistenzgen nachwies. Es ist jedoch nicht sicher, ob es sich dabei um das gleiche Gen (Uh) handelt.

WINTER et al. (1992) prüften in der Schweiz die Anfälligkeit von vier Wintergerstensorten für Hartbrand. Die Sorte „Nefta“ war resistent. „Triton“ wies 0,4 %, „Mammut“ 0,8 % und „Narcis“ 2,6 % durchschnittlich befallene Brandähren auf. In weiteren zwei Versuchsjahren zeigten die Wintergerstensorten „Baraka“ 0,1 %, „Manitou“ 0,2 %, „Rebelle“ 0,2 %, „Express“ 1,2 % und „Narcis“ 4,2 % einen durchschnittlichen Befall (WINTER et al. 1995).

Weitere Literatur zur Resistenzforschung bezüglich *Ustilago hordei* stammt aus dem russischsprachigen Raum. Die Literatur wurde, soweit erhältlich, gesichtet und über die Abstracts der Literaturrecherchen ausgewertet. Es wurden keine weiteren Hinweise auf Resistenzen gefunden.

### **3.7 Untersuchungen an Wintergerste**

Bei Untersuchungen zur Hartbrandanfälligkeit von Wintergersten in Kooperation der Getreidezüchtungsforschung Darzau mit dem Institut für biologisch-dynamische Forschung, Zweigstelle Dottenfelderhof, die vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert wurden, blieben von 89 untersuchten Wintergersten acht Sorten an beiden Standorten befallsfrei (siehe Tabelle 3). Das anfällige Vergleichsmuster „BB42“ zeigte einen Befall von 45 %. Unter den Handelssorten wurde ein Befall bis zu einer Höhe von maximal 12 % festgestellt. Am Standort Darzau blieb der prozentuale Befall im Durchschnitt deutlich unter dem Ergebnis vom Dottenfelderhof. Dies lässt zwar vermuten, dass die hartbrandinfizierten Pflanzen in Darzau an der Kälte mehr gelitten haben als die nicht oder nur schwach infizierten, doch aufgrund der erheblichen Auswinterungen am Standort Darzau sind teilweise große Abweichungen aufgetreten. Zwei Sorten, die am Dottenfelderhof keinen Hartbrandbefall aufwiesen, mussten aufgrund des Ergebnisses in Darzau zusätzlich als anfällig eingestuft werden. Die acht anfälligsten Sorten erreichten mit über 5 % einen Befallsgrad, bei dem mit deutlichen Ertragseinbußen gerechnet werden muss.

**Tabelle 3: Anfälligkeit von Wintergerstensorten gegenüber Hartbrand in % befallener Ähren an den Standorten Dottenfelderhof und Darzau (in abnehmender Anfälligkeit)**

Sorte	Dottenfelderhof	Darzau
BB42	45,47	(15,38)*
Lunaris	12,18	(1,23)
Tafeno	9,44	2,91
Cornelia	8,05	2,68
Jura	7,52	0,70
Millie	6,65	4,00
Mombasa	5,95	5,34
Theda	5,40	1,82
Corbie	5,33	(0,00)
Angela	4,43	0,00
Marinka	4,21	2,94
Cleopatra	4,16	4,35
Structura	4,00	1,50
Angora	4,00	3,86
Hanna	3,39	5,08
Carola	3,00	2,21
Gilberta	3,00	1,05
Jessica	2,91	1,81
Jasmin	2,82	0,33
Loden	2,81	1,06
Julia	2,72	1,65
Barcelona	2,66	1,42
Regina	2,38	0,74
Astrid	2,38	1,20
Tiffany	2,34	0,75
Akropolis	2,05	0,00
Madou	1,96	(1,06)
Babylone	1,95	0,00
Advance	1,95	2,02
Mellori	1,85	0,68
Labea	1,77	(0,00)
Edda	1,70	0,69
Madeline	1,68	2,08
Leonie	1,67	0,00
Tessy	1,67	1,61
Nelly	1,36	0,00
Cita	1,36	0,00
Goldmine	1,29	0,56
Svenja	1,27	0,47
Kyoto	1,19	0,51
Traminer	1,07	1,90
Anastasia	1,06	0,00
Candesse	1,00	0,91
Franziska	0,94	0,54
Adlon	0,87	5,36

Sorte	Dottenfelderhof	Darzau
Ludmilla	0,86	0,19
Silke	0,78	0,59
Nikel	0,75	0,17
Merlot	0,71	0,00
Lomerit	0,71	1,14
Aviron	0,67	0,44
Premuda	0,65	0,61
Clara	0,59	0,68
Artist	0,58	0,00
Bayava	0,56	1,03
Kamoto	0,50	1,57
Carat	0,44	0,00
Caprima	0,43	0,99
Tilia	0,39	0,45
Nicola	0,38	0,00
Cosima	0,22	0,00
Fee	0,21	0,19
Bombay	0,18	0,00
Lubeca	0,13	0,54
Vanessa	0,12	0,39
Carrero	0,11	0,00
Passion	0,10	0,00
Aquarelle	0,09	0,00
Fiona	0,08	0,00
Cabrio	0,07	0,19
Affair	0,07	0,00
Elbany	0,07	0,18
Stephanie	0,06	0,38
Sarah	0,06	0,00
Theresa	0,06	0,00
Reni	0,06	0,00
Existenz	0,05	0,00
Catania	0,03	0,00
Camera	0,02	0,00
Allegra	0,00	0,30
Venezia	0,00	0,19
Alissa	0,00	0,00
Duet	0,00	0,00
Elfe	0,00	0,00
Jolante	0,00	0,00
Kreta	0,00	0,00
Uschi	0,00	0,00
Verena	0,00	0,00
Yuka	0,00	0,00

\* Bei Sorten, die am Standort Darzau weniger als 100 Ähren insgesamt aufwiesen, wurden die Werte in Klammern gesetzt. – Durchgestrichene Sorten sind nicht mehr im Handel erhältlich. –

Aufgrund der bisherigen Kenntnisse bleibt festzuhalten, dass

1. beim Verzicht auf Saatgutbeizung mit Hartbrandbefall zu rechnen ist,
2. eine nachhaltig wirksame ökologische Saatgutbehandlung (noch) nicht vorliegt,
3. die Konzentration mit 1 g Sporen pro kg Saatgut als optimal angesehen werden kann,
4. die Test-Anbaufläche im günstigsten Falle mindestens 10 m<sup>2</sup> umfassen sollte,
5. die Suche nach resistenten Sorten ein einzuschlagender Lösungsweg ist,
6. über in Europa verbreitete Hartbrandrassen und über möglicherweise in aktuellen Sorten vorhandene Resistenzeigenschaften noch nahezu nichts bekannt ist.

#### **4 Ergebnisse Sommergerstenhartbrand**

Im ersten Anbau (2002) zeigten 36 von 55 Sorten keinen Befall. Nur ein Drittel der untersuchten Sorten erwies sich unter den Bedingungen des ersten Versuchsjahres als mehr oder weniger anfällig. Allerdings erwies sich die Testfläche von je 1 m<sup>2</sup> pro Sorte für die Beurteilung der Hartbrandanfälligkeit als zu gering, da bei zehn Sorten die Anfälligkeit nur aufgrund einer einzigen infizierten Pflanze auszumachen war. Die Annahme, dass sich unter den nicht befallenen Sorten noch weitere anfällige Sorten finden ließen, wenn die Testfläche vergrößert würde, hat sich im zweiten Anbau (2003) bestätigt. Die ursprünglich vorgesehene Ernte mit dem Parzellendrescher zur Simulation einer natürlichen Infektion beim Drusch der Ernte 2002 musste allerdings aufgegeben werden, da zwei Drittel der Parzellen ohne Befall waren. Von 60 geprüften Sorten im Jahr 2003 waren dann 15 Sorten ohne einen Befall (s. Tabelle 4). 21 Sorten blieben im Befall unter 1 %. Davon war bei vier Sorten die Anfälligkeit nur anhand einer hartbrandkranken Ähre auszumachen. Die vier anfälligsten Sorten erreichten allerdings einen Befallsgrad, bei dem mit erheblichen Ertragseinbußen gerechnet werden muss. Von den hoch anfälligen Sorten abgesehen, entsteht der Eindruck, dass die Gefahr einer sich ausbreitenden Infektion mit Hartbrand bei Sommergersten als vergleichsweise gering eingestuft werden kann.

**Tabelle 4: Anfälligkeit von Sommergerstensorten gegenüber Hartbrand in % befallener Ähren am Standort Darzau (in abnehmender Anfälligkeit)**

Sorte	% Befall 2003	% Befall 2002	Hartbrandkranke Pflanzen: Anzahl insgesamt 2003	Hartbrandkranke Pflanzen: Anzahl insgesamt 2002
Taiga (Nacktgerste)	15,03	9,45	74	12
Tunika (A)	13,23	2,31	50	8
Djamila	9,62		108	
Madeira	6,66	1,32	78	4
Henni	4,66	1,10	61	4
Brenda	4,63	0,00	50	0
Hanka	4,40	1,11	52	3
Josefin	4,40		57	
Roxana	4,22	0,44	48	1
Krona	3,63	3,09	14	10
Meltan	3,52	0,00	36	0
Zenobia	3,02	0,00	34	0
Prolog	2,69	0,00	30	0
Ricarda	2,69	0,39	46	1
Barke	2,60	0,31	28	1
Madras	2,55	0,38	27	1
Modena (A)	2,30	0,00	10	0
Marnie	2,29	0,38	25	1
Braemar	2,28	0,72	25	2
Pasadena	1,91	0,84	22	2
Ursa	1,69		19	
Ria	1,57	0,49	19	1
Annabell	1,42	0,66	18	2
Danuta	1,19	0,00	11	0
Baccara	0,96	0,00	11	0
Alexis	0,92	0,30	12	1
Derkado	0,72	0,58	2	1
Neruda	0,61	0,00	7	0
Denise	0,48		7	
Margret	0,43		5	
Peggy	0,41	0,00	5	0
Aura	0,37	0,80	5	1
Scarlett	0,37	0,38	4	1
Sally	0,36	0,00	4	0
Baronesse	0,31	0,00	4	0

**Tabelle 4: Anfälligkeit von Sommergerstensorten gegenüber Hartbrand in % befallener Ähren am Standort Darzau (in abnehmender Anfälligkeit)**

Sorte	% Befall 2003	% Befall 2002	Hartbrandkranke Pflanzen: Anzahl insgesamt 2003	Hartbrandkranke Pflanzen: Anzahl insgesamt 2002
Orthega	0,29	0,00	3	0
Thuringia	0,26	0,00	1	0
Maresi	0,21	0,00	2	0
Extract	0,20	0,00	2	0
Havanna	0,18	0,00	2	0
Steffi	0,18	0,00	2	0
Eunova	0,13	0,00	2	0
Birte	0,12	0,00	1	0
Viskosa	0,09	0,00	1	0
Madonna	0,08	0,00	1	0
<b>Auriga</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Adonis</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Aspen</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Chariot</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Prestige</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Apex</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Saloon</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Pewter</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Cellar</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Hendrix</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Bodega</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Landora (DK)</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Sigrid</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Jacinta</b>	0,00	0,00	0	0
<b>Lawina (Nacktgerste)</b>	0,00	0,00	0	0

Insgesamt waren die Bedingungen mit einer sehr trockenen Witterung nach der Saat für das Auftreten des Hartbrandes in 2003 offensichtlich günstiger als im Jahr davor, denn es wurden im Durchschnitt deutlich höhere Befallsgrade festgestellt. Viele der Sorten, die im ersten Testjahr auf nur 1 m<sup>2</sup> Testfläche keine oder nur ein bis zwei kranke Pflanzen aufwiesen, waren in 2003 deutlich befallen. Obwohl die anfälligste Sorte eine Nacktgerste war („Taiga“), kann daraus aber in keiner Weise abgeleitet werden, dass Nacktgersten für Hartbrand anfälliger sind als Spelzgersten. Denn die ebenfalls spelzenfreidreschende Sorte „Lawina“ erwies sich demgegenüber als hartbrandresistent.

## **5 Zusammenfassung**

Von insgesamt 60 geprüften Sommergersten blieben nach Inokulation der Körner mit Hartbrandsporen in einer Konzentration von 1 g Sporen pro kg Saatgut 15 Sorten ohne einen Befall mit Hartbrand. Bei einem Ertragsniveau von 25 dt/ha ist durchschnittlich eine hartbrandkranke Ähre pro 4 m<sup>2</sup> erforderlich, um den Bestand komplett zu durchseuchen. Bei Sorten, deren Befallsmaximum nach Inokulation die vorgenannte Grenze nicht überschreitet, ist auch im fortgesetzten Nachbau unter natürlichen Gegebenheiten an den infrage kommenden Standorten weder eine nennenswerte Ertragsminderung noch das Erreichen des sorteneigenen Befallsmaximums zu erwarten.

Die gesetzlich vorgegebene Grenze von drei bzw. fünf brandkranken Ähren auf einer Fläche von 150 m<sup>2</sup> in der Saatguterzeugung muss vor dem Hintergrund dieser Untersuchung, insoweit sie sich auf den Hartbrand bezieht, als überzogen angesehen werden, insbesondere da die Anfälligkeit der Sorte dabei völlig unberücksichtigt bleibt. Die Sinnhaftigkeit der Grenzwerte ergibt sich nur daraus, dass nicht zwischen Hart- und Flugbrand unterschieden wird. Diese Unterscheidung wäre aber problemlos durchführbar, wenn die Nachkontrolle des Feldbestandes zum Zeitpunkt der Gelbreife durchgeführt würde, zu dem der Flugbrand abgeweht ist.

Zur Beurteilung der Anfälligkeit von Sorten gegenüber Hartbrand wird aufgrund der vorliegenden Untersuchungen und der Ergebnisse von LERCH (2003) eine Konzentration von 1 g Sporen pro kg Saatgut und eine Testflächensumme von mindestens 10 m<sup>2</sup>, für eine statistische Absicherung mindestens drei Wiederholungen mit insgesamt mindestens 20 m<sup>2</sup> empfohlen.

## **6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau**

Bei fortgesetzter Vermehrung unter ökologischen Anbaubedingungen ist aufgrund der bei heutigen Sorten teilweise vorhandenen Anfälligkeit gegenüber Hartbrand mit einem Befall zu rechnen. Die aufgefundenen Sortenunterschiede können diesbezüglich dazu herangezogen werden, bei einem Infektionsrisiko in Anbau und Saatguterzeugung auf hartbrandresistente Sorten auszuweichen. 25 % der untersuchten Sommergersten blieben ohne einen Befall mit Hartbrand. Hieran sollte in einer Züchtung für den ökologischen Landbau angeknüpft werden. Das Vorhandensein hartbrandresistenter Sorten unter den aktuell verfügbaren Handelssorten, aber auch die vereinzelt sehr hohe Anfälligkeit bestimmter Sorten, ist als Ergebnis dazu geeignet, Gerstenzüchter auf die Hartbrandgefahr einerseits, andererseits auf die

vergleichsweise leichte Integration der Hartbrandresistenz in die Zuchtziele für ökologische Sorten, aufmerksam zu machen.

Da Hartbrandsporen dem Samenkorn nur von außen anhaften, wäre für gering anfällige Sorten die Entwicklung oder Anpassung eines geeigneten ökologischen Saatgutbehandlungsmittels ein gangbarer Weg, um einen Hartbrandbefall wieder in den Griff zu bekommen, selbst wenn die Wirksamkeit des Mittels für besonders anfällige Sorten nicht ausreichen würde.

Mit einer Ausweitung des ökologischen Anbaus ist die Verbreitung von Hartbrand im Auge zu behalten. Insbesondere die Unterscheidung von Brandrassen sollte mit zunehmendem Auftreten von Hartbrand sukzessive in Angriff genommen werden. Parallel dazu sollten die resistenten Sorten als Quellen für die weitere Resistenzzüchtung bezüglich Übereinstimmung und Verschiedenartigkeit ihres genetischen Hintergrundes differenziert werden, um sie in der Züchtung bewusster verwenden zu können.

Sorten, die sich als resistent oder gering anfällig erwiesen haben, sollten bei Sortenprüfungen unter ökologischen Anbaubedingungen mit eingeschränktem Sortenspektrum in jedem Falle berücksichtigt werden.

Die vom Bundessortenamt herausgegebene Beschreibende Sortenliste für Getreide sollte um die Information über die Anfälligkeit gegenüber Hartbrand erweitert werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass bei einem entsprechenden Risiko in der Saatgutproduktion kurzfristig auf resistente Sorten zugegriffen werden kann. Eine übergangsweise einfache Kennzeichnung der widerstandsfähigen Sorten könnte bereits zu einem Anreiz für die Züchtung entsprechender Sorten werden.

## **7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen**

Es fand sich die Annahme bestätigt, dass sich resistente Sorten im derzeitigen Sortenspektrum finden lassen. Hinsichtlich der gegenüber Hartbrand anfälligen Sorten konnte zwar eine zufriedenstellende Differenzierung, wie vorgesehen, erreicht werden, aber hinsichtlich der gering anfälligen und befallsfreien Sorten war eine statistisch gesicherte Auswertung in diesem Sichtungsanbau leider nicht durchführbar. Denn obwohl die Gesamttestfläche pro Sorte für die Prüfung der Hartbrandanfälligkeit gegenüber dem ursprünglich veranschlagten Umfang fast verzehnfacht worden war, blieb die Streuung der Daten über die Wiederholungen insbesondere bei den gering anfälligen Sorten zu groß. Damit waren die Voraussetzungen zur Durchführung einer Varianzanalyse, Normalverteilung der Residuen bei konstanter

Streuung (homogene Varianzen), nicht gegeben. Dies ist ein unerwartetes, aber durchaus weiterführendes Ergebnis zum Hartbrand, wie es sich auch bei Untersuchungen zur Wintergerste gezeigt hat.

Angesichts einiger gegenüber Hartbrand resistenter und vieler nur gering anfälliger Sorten zeichnet sich als Strategie gegenüber dieser Krankheit sowohl die Züchtung auf Resistenz als auch die Kombination mit Saatgutbehandlungsmitteln ab, die für den ökologischen Landbau geeignet und zugelassen sind.

## 8 Literatur

- AHMED, S. M., R. R. SINGH, R. P. CHANDOLA 1974: Resistance of Barley Varieties to Loose and Covered Smut in Western Rajasthan. *Science and Culture* 40, 360-361.
- EMARA, Y. A, G. W. FREAKE 1981: Effect of environment and genotype and their interaction on pathogenicity of *Ustilago hordei*. 1. Parasite-environment effects. *Journal of Heredity* 72, 261-263.
- FARIS, J. A. 1924: Factors Influencing Infection of *Hordeum sativum* by *Ustilago hordei*. *American Journal of Botany* 11, 189-214.
- GHOBRIAL, E. 1977: Physiologic Races of *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh., The Causal Organism of Barley Covered Smut in A.R.E. (II). *Agricultural Research Review* 55, 23-29.
- HOFFMANN, G. M., H. SCHMÜTTERER 1999: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. erweiterte Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- JAIN, A. K., S. K. JAIN, H. S. YADAVA 1997: Morphological characters as affected by covered smut of barley. *Advances in Plant Sciences* [ISSN: 0970-3586] 10, 1; 237-239.
- LERCH, F. 2003: Untersuchungen zum Gerstenhartbrand (*Ustilago hordei*). Diplomarbeit im Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz an der Universität Kassel.
- MARTINEZ-ESPINOZA, A. D. 1996: *Ustilago hordei* (Covered Smut of Barley): Biology, Genetics, Current Research and Perspectives. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 1-8.
- MATHRE, D. E. 1997: Compendium of Barley Diseases. Second Edition, American Phytopathology Society.
- NIEMANN, E. 1961: Die *Ustilago*-Brände der Gerste und ihre Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenblatt d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, Stuttgart: Ulmer, 13, 17-22.
- OBST, A. 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Gelsenkirchen: Mann.
- ROBERTSON, D. W., G. A. WIEBE, F. R. IMMER 1941: A Summary of Linkage Studies in Barley. *J. Amer. Soc. Agron.* 33, 47-64.
- RUTZ, H. W. 1998: Sorten- und Saatgut-Recht. 8. Aufl., Agrimedia Verlag Bergen.
- SCHAFFER, J. F., J. G. DICKSON, H. L. SHANDS 1962: Effects of Temperature on Covered Smut Expression in Two Barley Varieties. *Phytopathology* 52, 1161-1163.
- SHANDS, R. G. 1956: Inheritance of Covered Smut Resistance in two barley Crosses. *Agron. J.* 48, 81-86.
- SHIRIVASTAVA, S. N., D. P. SRIVASTAVA 1978: Inheritance of resistance to covered smut [*Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh] of barley, *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* [ISSN 0019-5200] 37, 321-327.
- TAPKE, V. F. 1945: New Physiologic Races of *Ustilago hordei*. *Phytopathology* 35, 970-976.

- WELLS, S. A. 1958: Inheritance of Reaction to *Ustilago hordei* in Cultivated Barley. *Canadian Journal of Plant Science* 38, 45-60.
- WINTER, W., H. KREBS, I. BÄNZIGER 1992: Anfälligkeit von Getreidesorten für einige Brandkrankheiten. *Landwirtschaft Schweiz* 5, 293-297.
- WINTER, W., H. KREBS, I. BÄNZIGER 1995: Brandpilze und Streifenkrankheit: Sorten-anfälligkeit. *Agrarforschung (Switzerland)* [ISSN 1022-663X]. 2, 325-328,

# **Abschlussbericht**

## **Landessortenversuche im ökologischen Landbau zu den Kulturen Wintergerste, Körnererbsen, Ackerbohnen und Silomais**

vorgelegt von:

Landwirtschaftskammer Hannover  
Referat 34 „Ökologischer Landbau“  
Armin Meyercordt  
Markus Mücke

## 1 Einleitung

Sortenversuche stellen eine elementare Grundlage für die Beratung dar. Allerdings lassen sich die Ergebnisse der konventionellen Versuche aufgrund der völlig unterschiedlichen Wirtschaftsweise nicht automatisch auf die Bedingungen des ökologischen Landbaus übertragen.

Die Landwirtschaftskammer Hannover führt seit über 10 Jahren Prüfungen von zahlreichen Sorten verschiedener Kulturen, die im ökologischen Landbau von Bedeutung sind, durch. Dies konnte bei einigen Kulturen bislang nur auf einem Standort verwirklicht werden. Zur Absicherung der Daten und zur Berücksichtigung von regionalen Unterschieden ist bei folgenden Kulturen ein zweiter Standort hinzugekommen:

- Silomais
- Ackerbohnen
- Körnererbsen
- Wintergerste (War bislang nicht im Sortiment, ist aber wegen der großen Bedeutung von Futtergetreide im ökologischen Landbau neu aufgenommen worden.)

## 2 Versuchsanlage

Die Öko-Landessortenversuche werden ausschließlich auf Praxisflächen von Biobetrieben angelegt. Die Betriebe sind ausnahmslos Mitglied in einem anerkannten Verband und bereits langjährig umgestellt.

Versuchsanlage: Randomisierte Blockanlage

Wiederholungen: 4 bei Getreide und Mais  
6 bei Leguminosen

Standort: Praxisflächen von langjährig umgestellten Biobetrieben;  
Betreuung durch das Versuchsfeld Holtorfsloh

Ermittlungen: Bonituren: Auflauf, Krankheiten, Lager, Pflanzenlänge.  
Zur Ernte: Ertrag und Qualitäten.  
Zusätzlich bei Silomais: Rohproteingehalt, Energiegehalt, enzymlösliche Verdaulichkeit der TM, Stärkegehalt (mit Hilfe von NIRS)

Die Versuchsergebnisse aus den Jahren 2002 und 2003 der neu hinzugekommenen Standorte für Ackerbohnen, Körnererbsen und Silomais werden in den folgenden Tabellen den bereits vorhandenen Versuchsstandorten gegenübergestellt. Die vom Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz geförderten Standorte sind entsprechend gekennzeichnet.

### 3 Ergebnisse Wintergerste

Der neu dazugekommene Wintergersten-Standort Dierstorf ist mit insgesamt 10 Wintergerstensorten Anfang Oktober 2002 bestellt worden. Der Aufgang war gleichmäßig, aber aufgrund von nasskalter Witterung verhalten im Wuchs. Anfang Dezember kam es dann zu einer ersten längeren Frostperiode. Die Gerste war zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht ausreichend bestockt, was aber normalerweise das Ziel sein sollte. Weitere Kälteeinbrüche Anfang 2003 folgten. Verschärfend kam hinzu, dass keine schützende Schneedecke vorhanden war. Gleichwohl waren zu Vegetationsbeginn durch die Fröste kaum Pflanzen erfroren, allerdings bestand vielfach keine Verbindung mehr zu den Wurzeln, die vom Frost abgerissen worden waren. Im Anschluss verschlimmerte sich die Situation, weil ergiebige Niederschläge ausblieben. Die dadurch verursachten Auswinterungs- bzw. Trockenschäden über alle Sorten im Versuch waren so groß, dass eine spätere Ernte und Auswertung nicht mehr vertretbar war. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich in der Kommentierung auf alle drei Versuchsstandorte.

### 4 Ergebnisse Körnererbsen

Das erste Versuchsjahr 2002 war durch eine sehr niederschlagsreiche Witterung geprägt, die auch ihre Spuren in den Erbsen-Sortenversuchen hinterließ. Die hohen Niederschläge führten zu spätem Lager, gepaart mit Durchwuchs und Körnerverlusten durch aufgeplatzte Hülsen. Entsprechend niedrig fielen auch die Erträge aus.

Dagegen war das Jahr 2003 durch eine extreme Sommertrockenheit gekennzeichnet. Gegensätzlicher können Jahre kaum ausfallen. Erfreulicherweise wirkte sich die Trockenheit nicht sonderlich negativ auf die Erbsenversuche aus, denn die Erträge sind auf den Versuchsstandorten, wie auch auf vielen Praxisflächen, im Jahr 2003 durchaus zufriedenstellend ausgefallen.

**Tabelle 1: Allgemeine Standort- und Versuchsangaben – LSV Körnererbsen**

	<b>Standort Ashausen/WL*</b>	<b>Standort Hilligsfeld/HM</b>	<b>Standort Wiebrechtshausen/NOM</b>
<b>Bodenart:</b>	IS	L	IS
<b>Ackerzahl:</b>	30	75	50
<b>Vorfrucht:</b>	Wintertriticale	Möhren	Wintergerste
<b>Vorvorfrucht:</b>	Winterweizen	Sellerie	Winterweizen
<b>Saatstärke:</b>	80 Körner/m <sup>2</sup>	80 Körner/m <sup>2</sup>	80 Körner/m <sup>2</sup>
<b>Saattermin:</b>	27. März 2003	27. März 2003	21. März 2003
<b>Erntetermin:</b>	5. August 2003	5. August 2003	29. Juli 2003

\* Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Von den mehrjährig geprüften Sorten konnten „Phönix“, „Santana“ und „Power“ nicht an die sehr guten Erträge der Vorjahre anknüpfen. Sie lagen im Jahr 2003 auf allen drei Standorten unter dem Versuchsmittel. Dagegen konnten „Madonna“ und „Pinochio“ zumindest auf dem sandigeren Standort Ashausen erneut im Ertrag überzeugen. Da aber zwischen den Sorten teilweise auch gesicherte Unterschiede bei den Qualitäten bestehen, sollte das bei der Sortenwahl unbedingt berücksichtigt werden. Überdurchschnittliche Rohproteingehalte erreichten, über alle Versuchsjahre betrachtet, die Sorten „Santana“, „Phönix“ und „Power“. Bei den essentiellen Aminosäuren konnten, außer der Sorte „Power“, ebenfalls „Santana“ und „Phönix“ überzeugen. Wer auf gesichert hohe Stärkegehalte Wert legt, ist mit der Sorte „Attika“ gut bedient, zumal diese Sorte in allen Jahren und auf allen Standorten auch im Ertrag tendenziell über dem Mittelwert lag.

Von den einjährig geprüften Sorten gab „Harnas“ auf allen Standorten auf Anhieb ein gutes Bild ab. Ein Probeanbau auf begrenzter Fläche kann durchaus in Erwägung gezogen werden. Während die Sorte „Davina“ immerhin noch auf dem Standort Ashausen überzeugte, wies „Intense“ durchweg tendenziell nur unterdurchschnittliche Leistungen auf.

**Tabelle 2: LSV Öko-Körnererbsen 2001 bis 2003 – Relativerträge**

Jahr	2001	2002	2003		
Standort	Schmölau	Ashausen**	Ashausen**	Hilligsfeld	Wiebrechts- hausen
<b>Sorte Züchter</b>					
Attika* Nickerson	101	101	104	101	100
Santana* Lochow-Petkus	107	105	93	92	99
Harnas* Borries-Eckendorf	-	-	103	108	101
Intense Borries-Eckendorf	-	-	96	79	91
Davina DSV	-	-	116	88	90
Madonna Saaten-Union	106	103	108	95	92
Phönix Späth	110	114	93	90	87
Pinochio DLF-Trifolium	120	108	108	79	96
Power Schweiger	103	120	93	97	97
<b>Standardmittel dt/ha</b>	<b>31,5</b>	<b>17,6</b>	<b>31,1</b>	<b>41,2</b>	<b>44,9</b>
<b>GD 5 % Sorte</b>	<b>7,9</b>	<b>15,2</b>	<b>30,7</b>	<b>11,9</b>	<b>8,4</b>

\* Varianten des Standardmittels 2003

\*\* Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

**Tabelle 3: LSV Öko-Körnererbsen 2001 bis 2003 – Qualitäten**

Jahr	% Rohprotein					% Lysin				
	2001	2002	2003			2001	2002	2003		
Standort	Schmörlau	Ashausen*	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechts-hausen	Schmörlau	Ashausen*	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechts-hausen
<b>Sorte</b>										
Attika	21,7	24,8	20,6	20,0	19,4	1,6	–	1,64	1,33	1,59
Santana	23,3	26,5	22,2	21,1	20,6	1,6	–	1,76	1,39	1,61
Harnas	–	–	22,0	19,3	20,0	–	–	1,64	1,43	1,57
Intense	–	–	21,8	20,7	20,8	–	–	1,60	1,48	1,54
Davina	–	–	21,7	19,6	20,2	–	–	1,62	1,50	1,49
Madonna	22,7	26,8	23,1	19,2	20,6	1,6	–	1,69	1,40	1,65
Phönix	24,6	26,0	23,3	21,2	21,6	1,7	–	1,73	1,67	1,68
Pinocchio	22,1	24,2	21,9	20,1	21,1	1,6	–	1,65	1,51	1,68
Power	23,0	27,5	22,5	21,5	20,5	1,6	–	1,65	1,56	1,69
<b>Versuchsmittel</b>	<b>22,8</b>	<b>25,6</b>	<b>22,1</b>	<b>20,3</b>	<b>20,5</b>	<b>1,6</b>	<b>–</b>	<b>1,66</b>	<b>1,47</b>	<b>1,61</b>
Jahr	% Methionin					% Stärke				
	2001	2002	2003			2001	2002	2003		
Standort	Schmörlau	Ashausen*	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechts-hausen	Schmörlau	Ashausen*	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechts-hausen
<b>Sorte</b>										
Attika	–	–	0,237	0,231	0,232	54,2	50,8	53,1	46,3	50,3
Santana	–	–	0,249	0,217	0,244	52,7	48,4	52,3	46,5	49,6
Harnas	–	–	0,238	0,233	0,253	–	–	51,4	49,7	49,4
Intense	–	–	0,239	0,212	0,242	–	–	53,0	49,6	49,8
Davina	–	–	0,228	0,212	0,243	–	–	52,4	49,8	50,4
Madonna	–	–	0,239	0,235	0,231	51,8	47,1	51,7	52,2	50,1
Phönix	–	–	0,227	0,255	0,253	51,2	50,0	52,2	46,5	48,5
Pinocchio	–	–	0,227	0,212	0,230	53,2	52,4	52,8	50,1	49,5
Power	–	–	0,250	0,220	0,219	52,9	47,1	52,8	49,9	49,6
<b>Versuchsmittel</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>0,237</b>	<b>0,225</b>	<b>0,239</b>	<b>51,7</b>	<b>49,3</b>	<b>52,4</b>	<b>49,0</b>	<b>49,7</b>

\* Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

## 5 Ergebnisse Ackerbohnen

Von den bereits oben kurz beschriebenen extremen Witterungsverhältnissen in den beiden Versuchsjahren machte besonders das trockene Jahr 2003 den Ackerbohnen zu schaffen. Auf allen drei Standorten schritt die Abreife bereits Anfang bis Mitte Juli sehr zügig voran. Das wirkte sich negativ auf die Erträge aus. Trotz sechsfacher Wiederholung streuten die Versuchsergebnisse teilweise recht stark.

**Tabelle 4: Allgemeine Standort- und Versuchsangaben – LSV Ackerbohnen**

	Standort Ashausen/WL*	Standort Hilligsfeld/HM	Standort Wiebrechtshausen/NOM
<b>Bodenart:</b>	IS	L	IS
<b>Ackerzahl:</b>	43	75	50
<b>Vorfrucht:</b>	Winterweizen	Möhren	Wintergerste
<b>Vorvorfrucht:</b>	Brache	Sellerie	Winterweizen
<b>Saatstärke:</b>	45 Körner/m <sup>2</sup>	45 Körner/m <sup>2</sup>	45 Körner/m <sup>2</sup>
<b>Saattermin:</b>	8. April 2003	27. März 2003	21. März 2003
<b>Erntetermin:</b>	5. August 2003	5. August 2003	29. Juli 2003

\* Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Von den bereits zweijährig geprüften Sorten konnte die Sorte „Limbo“ zumindest auf dem Standort Ashausen erneut an die guten Vorjahresergebnisse anknüpfen. Auf den Standorten Hilligsfeld und Wiebrechtshausen lag diese Sorte leicht unter dem Versuchsmittel. Bei den Inhaltsstoffen rangierte „Limbo“ erneut eher auf durchschnittlichem Niveau. Die bereits seit 1992 zugelassene Sorte „Scirocco“ konnte, wie im Vorjahr, auf dem leichteren Standort Ashausen nicht überzeugen. Auf den beiden schwereren Standorten Hilligsfeld und Wiebrechtshausen erreichten die Erträge dagegen erneut den Versuchsdurchschnitt.

**Tabelle 5: LSV Öko-Ackerbohnen 2002 bis 2003 – Relativerträge**

Jahr	2002		2003			
	Ashausen**	Hilligsfeld	Ashausen**	Hilligsfeld	Wiebrechtshausen	
<b>Sorte</b>						
<b>Züchter</b>						
Aurelia <sup>1)</sup>	IG Pflanzenz.	87	107	69	83	91
Condor	NPZ/SU	111	98	89	88	92
Divine <sup>2)*</sup>	IG Pflanzenz.	80	92	108	106	106
Limbo*	Lochow-Petkus	138	108	114	94	93
Music	BayWa AG	103	92	78	93	99
Samba	NPZ/SU	56	93	83	92	94
Scirocco*	NPZ/SU	82	100	79	100	101
Valeria <sup>1)</sup>	BayWa AG	96	94	63	81	95
Gloria <sup>1)</sup>	IG Saatzucht	–	–	65	70	87
Nile	Cebeco	–	–	79	99	102
Bilbo	Lochow-Petkus	–	–	97	96	102
<b>Standardmittel dt/ha</b>		<b>20,9</b>	<b>39,5</b>	<b>13,3</b>	<b>29,3</b>	<b>31,4</b>
<b>GD 5 % Sorte</b>		<b>12,3</b>	<b>8,2</b>	<b>18,5</b>	<b>10,0</b>	<b>29,2</b>

1) tanninarm 2) vicin- und convicinarm

\* Varianten des Standardmittels 2003

\*\* Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Die Sorte „Condor“ konnte an das vergleichsweise gute Vorjahresergebnis nicht anknüpfen. Die tanninarmen Sorten „Aurelia“ und „Valeria“ fielen in diesem Jahr auf allen Standorten ebenfalls deutlich im Ertrag ab. Allerdings erzielten sie beim Stärke- und Rohproteingehalt sowie bei den essentiellen Aminosäuren überwiegend überdurchschnittliche Ergebnisse, was diese Sorten auch im Hinblick auf die Tanninarmut für die Fütterung interessant macht. Die vicin- und convicinarme Sorte „Divine“ konnte im vergangenen Jahr im Ertrag nicht überzeugen. Dagegen bot sie in diesem Jahr auf allen drei Standorten mit überdurchschnittlichen Erträgen ein durchweg sehr erfreuliches Resultat. Bei den Inhaltstoffen rangierte „Divine“ dagegen eher im Mittelfeld. Von den neu in das Sortiment aufgenommenen Sorten schnitt „Bilbo“ auf allen Standorten noch am besten ab. Die Erträge schwankten um den Mittelwert. Die Sorte „Nile“ erreichte nur auf den beiden schwereren Standorten Hilligsfeld und Wiebrechtshausen Erträge auf durchschnittlichem Niveau. Die tanninarme Sorte „Gloria“ konnte dagegen nicht überzeugen. Diese Sorte fiel in den Versuchen mit kurzem Wuchs und schlechter Unkrautunterdrückung auf. Erfreulich waren dagegen die Gehalte an Rohprotein und essentiellen Aminosäuren. Wie bei den anderen tanninarmen Sorten, lagen sie auch bei „Gloria“ deutlich über dem Durchschnitt.

**Tabelle 6: LSV Öko-Ackerbohnen 2002 bis 2003 – Qualitäten**

Jahr	% Rohprotein					% Lysin				
	2002		2003			2002		2003		
Standort	Ashausen*	Hilligsfeld	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechtshausen	Ashausen*	Hilligsfeld	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechtshausen
<b>Sorte</b>										
Aurelia	30,7	29,3	30,2	32,3	31,9	-	-	1,67	1,97	1,82
Condor	29,8	29,3	29,1	30,5	31,6	-	-	1,66	1,86	1,82
Divine	31,2	30,3	26,9	29,6	29,7	-	-	1,63	2,03	1,71
Limbo	31,1	29,2	29,0	30,5	31,7	-	-	1,64	2,06	1,76
Music	30,7	30,1	28,6	29,6	29,9	-	-	1,64	1,87	1,79
Samba	31,8	28,5	29,0	30,8	31,2	-	-	1,59	1,76	1,72
Scirocco	32,5	28,6	28,7	31,2	31,3	-	-	1,64	1,95	1,72
Valeria	33,3	31,3	32,0	33,6	33,1	-	-	1,77	1,97	1,89
Gloria	-	-	32,4	33,4	34,1	-	-	1,82	2,03	1,97
Nile	-	-	28,0	29,2	29,0	-	-	1,60	1,80	1,72
Bilbo	-	-	29,7	30,8	31,4	-	-	1,70	1,83	1,78
<b>Versuchsmittel</b>	<b>31,4</b>	<b>29,6</b>	<b>29,4</b>	<b>31,0</b>	<b>31,4</b>	-	-	<b>1,71</b>	<b>1,92</b>	<b>1,79</b>
Jahr	% Methionin					% Stärke				
	2002		2003			2002		2003		
Standort	Ashausen*	Hilligsfeld	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechtshausen	Ashausen*	Hilligsfeld	Ashausen*	Hilligsfeld	Wiebrechtshausen
<b>Sorte</b>										
Aurelia	-	-	0,188	0,235	0,220	43,2	47,0	37,7	42,9	38,2
Condor	-	-	0,189	0,237	0,209	42,1	46,9	38,3	41,6	37,1
Divine	-	-	0,209	0,237	0,209	38,3	43,9	37,5	44,3	38,5
Limbo	-	-	0,198	0,238	0,208	40,3	44,6	38,4	42,9	37,7
Music	-	-	0,189	0,240	0,220	40,3	43,9	38,0	42,0	38,3
Samba	-	-	0,188	0,228	0,199	38,0	43,7	37,7	41,1	39,4
Scirocco	-	-	0,189	0,226	0,208	36,7	42,7	37,2	39,8	36,5
Valeria	-	-	0,198	0,237	0,208	42,0	43,7	37,9	42,6	39,5
Gloria	-	-	0,198	0,251	0,208	-	-	38,9	40,5	36,4
Nile	-	-	0,178	0,225	0,209	-	-	37,5	41,3	38,6
Bilbo	-	-	0,189	0,213	0,198	-	-	38,8	42,4	37,9
<b>Versuchsmittel</b>	-	-	<b>0,190</b>	<b>0,232</b>	<b>0,209</b>	<b>40,1</b>	<b>44,6</b>	<b>38,2</b>	<b>41,9</b>	<b>38,0</b>

\* Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

## **6 Ergebnisse Silomais**

Die extrem lang anhaltende hochsommerliche Witterungsperiode im Jahr 2003 blieb auch auf den ökologischen Maisanbau nicht ohne Wirkung. Die hohen Verdunstungsraten bei gleichzeitig fehlenden Niederschlägen haben auch dem Mais, obwohl er als C-4-Pflanze relativ gut an trockene Klimate adaptiert ist, stark zugesetzt. Der Trockenheit fielen bundesweit viele Versuche zum Opfer.

Um die Resultate besser bewerten zu können, wurde die Auswertung erstmals um außerhalb Niedersachsens liegende Standorte erweitert. Von den insgesamt drei in Niedersachsen angelegten Silomais-Versuchen konnten zwei in die Auswertung mit einfließen. Zusätzlich wurde zur besseren Absicherung der Ergebnisse jeweils ein Versuchsstandort aus Schleswig-Holstein bzw. Nordrhein-Westfalen in die norddeutsche Auswertung mit einbezogen. Trotz der regionalen Unterschiede zwischen Westfalen, Land Hadeln, der Nordheide sowie dem Raum Nordfriesland stimmen die Ergebnisse recht gut überein. Durch die bundesweite Abstimmung der Prüfungen wurde auf allen Standorten ein einheitliches Sortiment geprüft. Es ist beabsichtigt, diese Form der abgestimmten Zusammenarbeit in den kommenden Jahren fortzusetzen.

In den Landessortenversuchen für den ökologischen Landbau wurden ausschließlich Sorten geprüft, die auch ökologisch vermehrt worden sind. Es wird hiermit das Bemühen der Züchter unterstrichen, auch ökologisch wirtschaftenden Betrieben geeignetes Saatgut zur Verfügung zu stellen. Allerdings sind seit Anfang des Jahres Biobetriebe ohnehin verpflichtet, ausschließlich ökologisch vermehrtes Saat- und Pflanzgut – soweit es auf dem Markt zur Verfügung steht – einzusetzen. Einen aktuellen Überblick soll eine im Internet im Aufbau befindliche Saatgut-Datenbank für den Ökologischen Landbau liefern. Zu erreichen ist Sie über: [www.organicxseeds.com](http://www.organicxseeds.com).

### **6.1 Erträge**

Mit Trockenmasseerträgen zwischen 90 und 180 dt/ha und Energieerträgen von 60 bis 110 GJ NEL/ha wird insbesondere die Wasserverfügbarkeit der einzelnen Standorte extrem deutlich. Der Versuch in Beverstedt (CUX) war am stärksten durch die Trockenheit beeinflusst und musste frühzeitig beerntet werden. Der Standort Dierstorf wurde beregnet und konnte dadurch insgesamt hohe Erträge erzielen. Nicht unter Trockenstress litten die Versuche in Holtwick (NRW) und Backensholz (SH), wo mit über 170 bzw. 180 dt/ha Trockenmasse und über 110 GJ NEL/ha Spitzenerträge erzielt wurden.

Insgesamt zeigen die Versuche, dass auch im ökologischen Landbau sehr gute Silomaiserträge und -qualitäten zu erzielen sind, vorausgesetzt, die Produktionstechnik und die Wasserverfügbarkeit stimmen.

## 6.2 Futterqualität

Aus qualitativer Sicht erreichten die Versuche insgesamt ein gutes Niveau. Im Mittel der vier norddeutschen Standorte wurden Energiegehalte von über 6,4 MJ NEL/kg TM und knapp 29 % Stärkegehalt erzielt. Es wird deutlich, dass sich die Wasserverfügbarkeit der einzelnen Versuchsstandorte auch auf die Qualität niederschlägt. Insgesamt erreichten die Versuche vergleichbare Ergebnisse zu Prüfungen aus dem konventionellen Anbau. Bedingt durch die beschleunigte Abreife der Sorten in der Restpflanze auf dem Standort Beverstedt lagen die Stärkegehalte und Energiegehalte auf einem mittleren Niveau. Der Versuch in Schleswig-Holstein ist sehr zeitig beerntet worden, so dass die Stärkeeinlagerung insbesondere bei den später abreifenden Sorten noch nicht abgeschlossen war und demzufolge auch die Energiegehalte noch nicht das Niveau der Versuche in Dierstorf und Holtwick erreichten. Besonders später abreifende Sorten erzielten dadurch nur unterdurchschnittliche Ergebnisse.

## 6.3 Sortenwahl

Prinzipiell werden für die Sortenwahl die bekannten Kriterien wie Abreife, Energiedichte, Stärkegehalt, Energie- und Stärkeertrag als wichtigste Beurteilungsparameter herangezogen.

Bei Betrachtung der Sortenergebnisse ist festzustellen, dass einzelne Sorten sehr konstante Leistungen auf allen vier norddeutschen Versuchsstandorten zeigten, während andere Sorten größere Ertragsschwankungen aufwiesen. Sorten, die auf unterschiedlichen Standorten gute Ergebnisse liefern, weisen auf eine hohe Ertrags- bzw. Qualitätskonstanz hin und sind daher vornehmlich für den Anbau zu empfehlen.

Im Energieertrag erreichten auf den niedersächsischen Standorten Beverstedt und Dierstorf die Sorten „Flavi“, „LG 32.26“, „Lukas“, „Companero“, „Romario“, „Gavott“, „PR39G12“ und „Fjord“ die höchsten Energieerträge. Sie decken sich damit recht gut mit den Ergebnissen der übrigen zwei norddeutschen Standorte. Auffällig ist jedoch, dass in Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein die spätesten Sorten „Flavi“ und „Gavott“ mit Abstand die ertragsstärksten Sorten waren. Unter den hochsommerlichen Temperaturen bei gleichzeitig guter Wasserversorgung hatten diese Sorten ertraglich Vorteile.

Aus qualitativer Sicht erreichten in erster Linie die frühreifen Sorten die besten Ergebnisse. So erzielten „Rosalie“, „Companero“, „Justina“, „Talman“, „Aurelia“ und „Fjord“ die höchsten Energiegehalte und liegen auch im Stärkegehalt über dem Durchschnitt. Überdurchschnittliche Stärkeerträge weisen dank einer guten Kombination aus Ertrag und Stärkegehalt die Sorten „Companero“, „Aurelia“, „Justina“, „Fjord“ und „Talman“ auf.

Von den 2003 geprüften Sorten wurden lediglich sechs Sorten bereits 2002 geprüft. Die überdurchschnittlichen Ergebnisse aus dem Jahr 2002 sind in erster Linie auf die schwache Bezugsbasis des Jahres 2002 zurückzuführen. Die Ertragsreaktionen dieser zweijährig geprüften Sorten sind prinzipiell in beiden Jahren gleichgerichtet. Allerdings zeigt sich, dass „Companero“ und „Romario“ 2003 vergleichsweise bessere Ergebnisse als im Vorjahr erzielten.

Für die Sortenwahl beim ökologischen Anbau sollte berücksichtigt werden, dass in der Regel die Aussaat zumeist erst ab der letzten Aprilwoche, vielfach erst im Mai, erfolgt und daher die Abreife der Sorten berücksichtigt werden muss. Von daher birgt der Anbau spät abreifender Sorten, wie „Flavi“ oder „Brici“, ein höheres Risiko hinsichtlich optimaler Abreifebedingungen und das Erreichen guter Qualitätseigenschaften.

**Tabelle 7: LSV Öko-Silomais 2002 bis 2003 – Relativerträge und Futterqualitäten**

	Reifezahl	Züchter/ Sorten- vertreter	Energieertrag GJ NEL/ha					% TM-Gehalt Gesamtpfl.	Energie- dichte MJ NEL/kg	Stärke- gehalt in %	Stärke- ertrag in dt/ha
			LWK Hannover 2003 <sup>1)</sup>			Norddeutschland <sup>2)</sup>					
			Diers- torf**	Bever- stedt	LWK H	Norddeutschland <sup>2)</sup>		Nordd. <sup>2)</sup>	Nordd. <sup>2)</sup>	Nordd. <sup>2)</sup>	Nordd. <sup>2)</sup>
			rel.	rel.	rel.	rel.	rel.	rel.	rel.	rel.	rel.
Anzahl Versuche			1	1	2	4	3	4	4	4	4
<b>Sorte*</b>											
Rosalie	S 200	Advanta	86	92	89	89	–	103	101	112	99
Baxxos	S 210	RAGT	83	87	85	86	–	102	99	93	82
Companero	S 210	AgroMais	108	96	102	101	98 <sup>3)</sup>	101	101	108	108
Justina	S 210	Pioneer	100	94	97	95	103	105	101	110	104
Talman	S 210	Advanta	81	95	88	91	–	103	101	108	102
Aurelia	S 220	Advanta	96	97	96	100	–	104	101	103	105
PR39G12	(S 220)	Pioneer	98	104	101	101	109 <sup>3)</sup>	99	99	99	101
DK 231	S 230	DSV	87	95	91	93	–	99	97	90	85
Brici	S 240	Caussade	89	91	90	93	–	95	97	80	77
Fjord	S 240	AgroMais	104	97	100	99	104 <sup>3)</sup>	104	101	103	103
LG 32.26 Lukas	S 240	LG	102	103	102	102	–	97	100	91	95
Romario	(S 240)	KWS	94	110	102	101	104	99	100	97	99
Veritis	S 240	Pau-Euralis	89	91	90	95	103 <sup>3)</sup>	99	99	89	88
Flavi	S 250	Caussade	109	97	103	108	–	88	97	72	78
Gavott	S 250	KWS	101	102	101	106	–	97	97	85	93
<b>Standardmittel absolut = 100</b>			<b>58,5</b>	<b>102,7</b>	<b>80,6</b>	<b>90,9</b>	<b>104,7</b>	<b>30,4</b>	<b>6,41</b>	<b>28,8</b>	<b>43,6</b>
			<b>GJ NEL/ ha</b>	<b>GJ NEL/ ha</b>	<b>GJ NEL/ ha</b>	<b>GJ NEL/ ha</b>	<b>GJ NEL/ ha</b>	<b>%</b>	<b>MJ NEL/ kg</b>	<b>% in TM</b>	<b>dt/ha</b>
<b>GD 5 % (T-Test)</b>			<b>11,3</b>	<b>11,6</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>

\*) Standardsorten: Pernel, Symphony, Tassilo (2002), Justina, LG 32.26 Lukas, PR39G12 (2003)

\*\*) Gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

– Kein Prüfergebnis

<sup>1)</sup> Standorte der LWK Hannover 2003: Dierstorf (WL), Beverstedt (CUX)

<sup>2)</sup> Standorte Norddeutschland 2002: Mildstedt (SH), Beverstedt (H), Kleve (NRW)

Standorte Norddeutschland 2003: Backensholz (SH), Dierstorf (H), Beverstedt (H), Holtwick (NRW)

<sup>3)</sup> Anzahl Prüfstandorte

Daher sind vornehmlich sicher abreifende Sorten mit gleichzeitig hohen Qualitätseigenschaften bei guter Ertragsleistung für die milchviehhaltenden ökologisch wirtschaftenden Betriebe in der Regel die erste Wahl. Hierzu zählen die mehrjährig geprüften Sorten „Companero“, „Fjord“, und „Justina“. Gleichwohl gilt es jedoch auch einzelbetrieblich abzuwägen, ob bei Futterflächenknappheit nicht vordringlich die Ertragsleistung im Vordergrund stehen muss. Hierfür bieten sich die Sorten „Gavott“, „LG 32.26 Lukas“, „PR39G12“ und „Romario“ an. Im Übrigen stehen bzw. standen diese genannten Sorten auch in der Empfehlung für den konventionellen Anbau.

Vor dem Hintergrund der Ausnahmewitterung in 2003 ist zu prüfen, ob überhaupt in den kommenden Jahren Sorten mit der Reifezahl 250 in das Prüfsortiment aufgenommen werden sollten.

# **Abschlussbericht**

## **Untersuchung zum Einfluss des Sklerotienbesatzes am Pflanzgut auf das Auftreten von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau**

vorgelegt von:

Landwirtschaftskammer Hannover

Bezirksstelle Uelzen

Andreas Scholvin

Dr. Jürgen Grocholl

## **1 Einleitung**

Im ökologischen Kartoffelanbau treten jedes Jahr große Schäden durch *Rhizoctonia solani* auf. Die genauen Bedingungen, die zum Auftreten der Krankheit führen, sind weitgehend unbekannt. Als mögliche Infektionsquelle für *Rhizoctonia solani* wird der Besatz der Pflanzknollen mit den Dauerformen (Sklerotien) des Erregers diskutiert. Auf der anderen Seite spielt auch das im Boden vorhandene Erregerpotential eine wichtige Rolle. Die relative Bedeutung der beiden Faktoren ist weitgehend unbekannt. Auch die Vorfrucht/Fruchtfolge oder organische Düngung wird als Einflussgröße vermutet.

## **2 Erscheinungsformen**

Die deutsche Bezeichnung „Wurzeltöterkrankheit“ bezeichnet eine Erscheinungsform dieser Pilzkrankheit: Braune Keim-Nekrosen beeinträchtigen die Triebkraft und die Zahl der Triebe der ausgepflanzten Kartoffel. Anzeichen für starken Befall ist ungleichmäßiger Aufgang mit Fehlstellen. Befallene Stauden bleiben schwachwüchsig, sind welk und die jüngsten Blätter rollen sich ein (Wipfelroller).

Am Stängelgrund oberhalb des Damms bildet sich ein weißgrauer Belag, die so genannte Weißhosigkeit. Durch diese Erscheinung wird die Pflanze aber nicht direkt geschädigt.

Bei Befall der Stolonenknospen werden zahlreiche neue Seitenstolonen gebildet, was zur Anlage vieler kleiner, teils missgebildeter Knollen – so genannter Grütze- knollen – führt. Aber auch große Knollen können Missbildungen wie Einschnürungen, Verformungen, Dellenbildung oder sortenuntypische Rauschaligkeit aufweisen.

Auch das „dry core“ Symptom ist auf den *Rhizoctonia*-pilz zurückzuführen. Auf der Schale zeigen sich leicht eingesunkene, rundliche, bräunliche Flecke von einigen Millimetern Durchmesser, in deren Zentrum das abgestorbene Gewebe herausfällt.

Schließlich sind die *Rhizoctonia*-pocken (richtiger: Sklerotien) zu nennen, die an der Schale anhaften und nicht abwaschbar sind.



**Abbildung 1:**  
Verbräunungen an den  
Stängelteilen



**Abbildung 2:**  
Rhizoctoniapocken (Sklerotien)

### 3 Versuchsaufbau

Ziel dieses Versuchsvorhabens war es, die Bedeutung des Pflanzgutbefalls mit Sklerotien auf Ertrag und ausgewählte Qualitätsparameter der Tochterknollen auf drei Versuchsstandorten zu klären.

Für alle drei Versuchsstandorte stand in jedem Jahr einheitliches Ausgangsmaterial mit jeweils unter 8 % Virusbefall (nach Virustest) zur Verfügung:

2002: Sorte „Marabel“, Reifegruppe früh

2003: Sorte „Marena“, Reifegruppe mittelspät

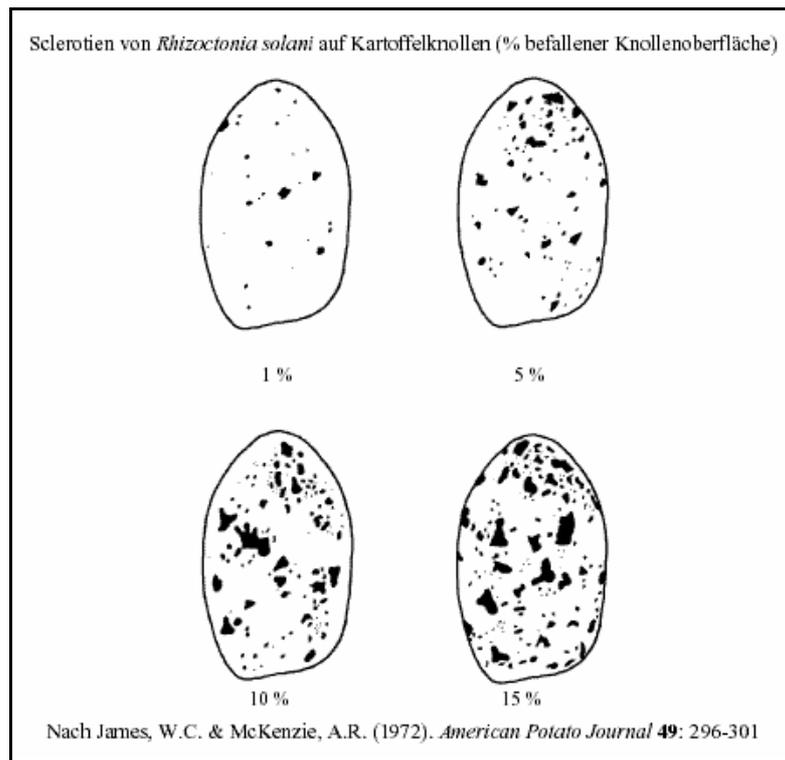
Die Auswahl der Sorten ergab sich **ausschließlich** unter dem Aspekt der Verfügbarkeit einer teilweise stark mit Rhizoctoniapocken befallenen Partie, um entsprechende Befallsgruppen bilden zu können!

Als Grundlagen der Bonituren diente die anerkannte EPPO-Richtlinie PP 1/32 (2) der Biologischen Bundesanstalt (BBA).

Aus einer Pflanzgutpartie wurden Knollen mit unterschiedlichem Rhizoctoniapockenbefall ausgewählt und zu folgenden Gruppen zusammengestellt:

- Variante 1: Befall unter 1 %
- Variante 2: Befall 5 bis 8 %
- Variante 3: Befall über 10 %

Als Boniturhilfe für den Rhizoctoniapockenbefall wurde das nachfolgend abgebildete Schema verwendet:



**Abbildung 3: Rhizoctoniapockenbefall auf Kartoffelknollen (Boniturhilfe)**

### **3.1 Untersuchungsparameter**

Rohertrag, Sortierung, Marktwarenanteil, Bonitur von 100 Knollen pro Parzelle auf Pockenbesatz und Verformungen.

### **3.2 Versuchsanlage**

Pro Variante vier Wiederholungen, angelegt in Praxisschlägen auf drei Ökobetrieben. Anlage vierreihig mit 15 Pflanzstellen pro Reihe, entsprechend 60 Pflanzstellen pro Wiederholung.

### 3.3 Versuchsstandorte

In den Versuchsjahren 2002 und 2003 lagen vergleichbare Standortverhältnisse auf allen Betrieben vor (Schläge lagen jeweils nebeneinander).

- Standort A Bornsen:

Versuchsjahr 2002

Westrand Krs. Uelzen, sandiger Schluff, AZ ca. 60

Vorfrucht: Winterweizen / Kleeuntersaat

Keine organische Düngung

Grundnährstoffversorgung: pH 5,8; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4 (B); K<sub>2</sub>O: 8 (C); MgO: 6 (C)

Versuchsjahr 2003: wie 2002

- Standort B Marwede:

Versuchsjahr 2002

Krs. Celle, Sand, AZ ca. 20; Beregnung

Vorfrucht: Sommerroggen

Düngung: Anfang Mai 12 dt/ha Rapsschrot und 3 dt/ha Kalimagnesia

Grundnährstoffversorgung: pH: 6,1 (!); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 7 (C); K<sub>2</sub>O: 3 (B); MgO: 3 (C)

Versuchsjahr 2003:

Vorfrucht: Lupinen

Düngung: Anfang März Kartoffelfruchtwasser (ca. 80 kg N/ha)

Grundnährstoffversorgung: wie 2002

- Standort C Schmölau:

Versuchsjahr 2002

Ostrand Krs. Uelzen, Sand, AZ ca. 25, Beregnung

Vorfrucht: Sommergerste / Leguminosen-Zwischenfrucht

Düngung: Anfang April 150 dt/ha Rindermist

Grundnährstoffversorgung: pH: 5,2; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4 (B); K<sub>2</sub>O: 4 (B); MgO: 2 (B)

Versuchsjahr 2003:

Vorfrucht: Inkarnatklee (Vermehrung)

Düngung: Mitte März Rindermist 150 dt/ha

Grundnährstoffversorgung: pH: 5,2; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4 (B); K<sub>2</sub>O: 6 (B); MgO: 3 (B)

## 4 Beobachtungen in der Vegetation 2002

Die Pflanzung der nicht vorgekeimten Knollen erfolgte 2002 zwischen dem 22. und 24. April (jeweils ein Standort pro Tag, nach Auspflanzung des Betriebsschlages).

Die Anfangsentwicklung war aufgrund der kühlen Witterung recht verhalten, wobei der Aufgang am Standort B am schnellsten und gleichmäßigsten erfolgte (am 4. Juni waren mehr als 80 % aufgelaufen). Der Fehlstellenanteil lag auch beim stark befallenen Pflanzgut nicht über 5 %.

An den Pflanzen waren überwiegend nur geringe Rhizoctoniamerkmale (wie: geringe Triebzahl, Weißhosigkeit, welker Habitus bzw. Wipfelroller) zu beobachten (bis 10 % der Stauden). Außerdem waren nicht deutlich mit dem Befall des Pflanzgutes korrelierende Befallsstärken zu bonitieren.

Insbesondere auf Standort A setzte schon im Laufe des Juni Krautfäulebefall ein. Hier wurde vom Betrieb eine einmalige Kupferbehandlung durchgeführt.

Am Standort B wurde im Zeitraum 17. Juni bis 15. Juli insgesamt fünfmal Cuprozin WP eingesetzt.

Am Standort C wurden keinerlei Kupferbehandlungen durchgeführt.

In der zweiten Julidekade waren die Versuchsbestände jeweils weitgehend abgestorben, bei der früh abreifenden Sorte „Marabel“ entspricht dies allerdings (in Verbindung mit knapper Stickstoffversorgung) auch dem natürlichen Abreifezeitpunkt.

## 5 Ernte 2002

Alle drei Versuchsstandorte wurden in der ersten Septemberdekade unter günstigen Erntebedingungen geerntet. Nach Zwischenlagerung in Säcken wurden die Kartoffeln gewogen, sortiert und jeweils 100 Knollen pro Wiederholung auf Rhizoctonia-pockenbesatz und leichte und schwere Verformungen bonitiert, wobei folgende Abgrenzung gilt:

„Leichte“ Deformationen: Striemen, Einbuchtungen u.ä. an den Knollen, die auf Rhizoctoniabefall zurückzuführen sind, aber eine Vermarktbarkeit der Knollen nicht ausschließen.

„Schwere“ Deformationen: Die Missbildungen sind so stark, dass die Knollen als Speiseware nicht vermarktbar sind.

## **6 Beobachtungen in der Vegetation 2003**

Die Pflanzung erfolgte zwischen dem 15. und 24 April.

Der Witterungsverlauf gestaltete sich ab diesem Zeitpunkt günstig. (Auf den Sandstandorten B und C wurde nach Bedarf beregnet.) Sehr deutlich zeigten sich an allen Standorten Auflaufverzögerungen von bis zu 50 % der Pflanzen in den Varianten, die einen erhöhten Ausgangsbefall mit Rhizoctoniapocken hatten. Durch die anhaltend warme Witterung entwickelten sich jedoch insgesamt üppige Bestände mit wenig Fehlstellen.

Der Krautfäuledruck war infolge der überwiegend trockenen Witterung gering.

Am Standort C war ab Mitte Juli deutlicher Krautfäulebefall zu bonitieren, bei Standort B setzte dieser später ein. An Standort A wurde Anfang August das noch weitgehend grüne Kraut abgeschlägelt.

Insgesamt war der Vegetationsverlauf 2003 für den Kartoffelanbau außergewöhnlich günstig. Auf den Sandstandorten wurden vier bzw. fünf Beregnungsgaben gegeben, beim lehmig-schluffigen Standort A traten auch ohne Beregnung keine Trockenschäden auf.

## **7 Ernte 2003**

Nach einer überwiegend trocken-heißen Vegetationszeit fielen ab Ende August unterschiedlich starke Niederschläge. Zwischen dem 4. und dem 12. September wurden die Versuchsstandorte bei teils feuchten Bodenverhältnissen beerntet. Nach Zwischenlagerung in Säcken wurden die gleichen Bonituren wie 2002 durchgeführt.

## **8 Ergebnisse**

- In Parzellen mit Pflanzgut, das deutlichen Rhizoctoniapockenbefall aufwies, liefen bis zu 50 % der Pflanzen verzögert auf.
- Auf den besseren Ackerstandorten (Standorte A und C) waren deutliche, teils signifikante Ertragseinbußen durch befallene Pflanzknollen festzustellen (Tabelle 1).
- Beim Anteil an Marktware konnten nur teilweise und geringe Tendenzen zu erhöhtem Untergrößenanteil bei befallenen Pflanzknollen festgestellt werden (Tabelle 2).
- Der Befall der Tochterknollen mit Rhizoctoniapocken und die Anzahl deformierter Tochterknollen nahm mit steigendem Befall der Pflanzknollen deutlich zu (Tabelle 3).

**Tabelle 1: Einfluss des Sklerotienbesatzes auf die Ertragsleistung  
Relativerträge (Ertrag bei Befall < 1 % = 100)**

Standort	Bornsen AZ 60		Marwede AZ 20		Schmölau AZ 25	
	2002	2003	2002	2003**	2002	2003
<b>Versuchsjahr</b>						
<b>Sklerotienbesatz</b>						
< 1 %*	100	100	100	100	100	100
5 – 8 %	70	80	101	124	88	86
> 10 %	66	78	104	120	87	81
<b>Standardmittel dt/ha</b>	<b>209,6</b>	<b>428,7</b>	<b>127,3</b>	<b>168,7</b>	<b>164,8</b>	<b>383,7</b>
<b>GD 5%</b>	32,8	13,7	24,2	43,08	24,1	14,43

AZ = Ackerzahl

\* Standardmittel

\*\* Die abweichenden Ergebnisse des Standortes Marwede sind nicht eindeutig erklärbar.  
Hingewiesen sei auf sehr leichten Boden und extrem hohen pH-Wert (Zupachtfläche).

**Tabelle 2: Einfluss des Sklerotienbesatzes auf den Marktwarenanteil**

Standort	Bornsen AZ 60		Marwede AZ 20		Schmölau AZ 25	
	2002	2003	2002	2003**	2002	2003
<b>Versuchsjahr</b>						
<b>Sklerotienbesatz</b>						
< 1 %*	98	97	97	80	98	97
5 – 8 %	95	96	97	86	97	91
> 10 %	94	97	95	84	97	93
<b>Standardmittel dt/ha</b>	<b>209,6</b>	<b>428,7</b>	<b>127,3</b>	<b>168,7</b>	<b>164,8</b>	<b>383,7</b>

AZ = Ackerzahl

\* Standardmittel

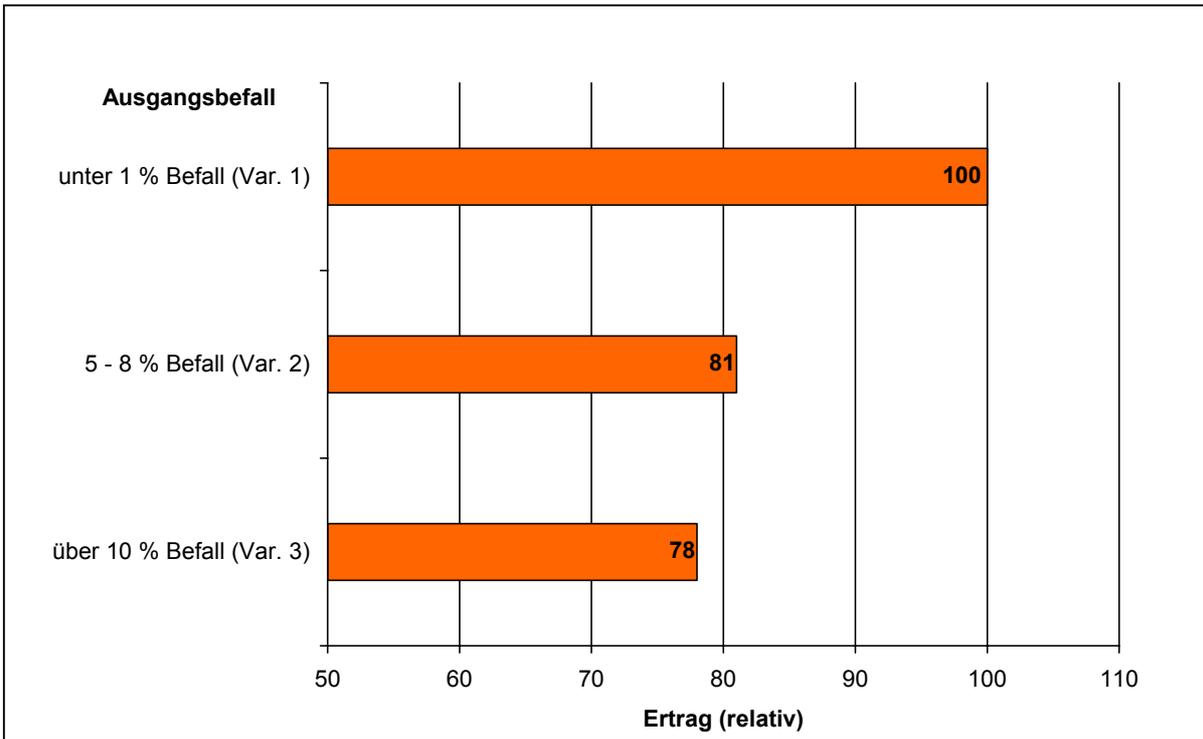
\*\* Die abweichenden Ergebnisse des Standortes Marwede sind nicht eindeutig erklärbar.  
Hingewiesen sei auf sehr leichten Boden und extrem hohen pH-Wert (Zupachtfläche).

**Tabelle 3: Einfluss des Rhizoctonibefalls beim Pflanzgut auf Rhizoctonia-  
befall und Deformationen beim Erntegut 2002 und 2003**

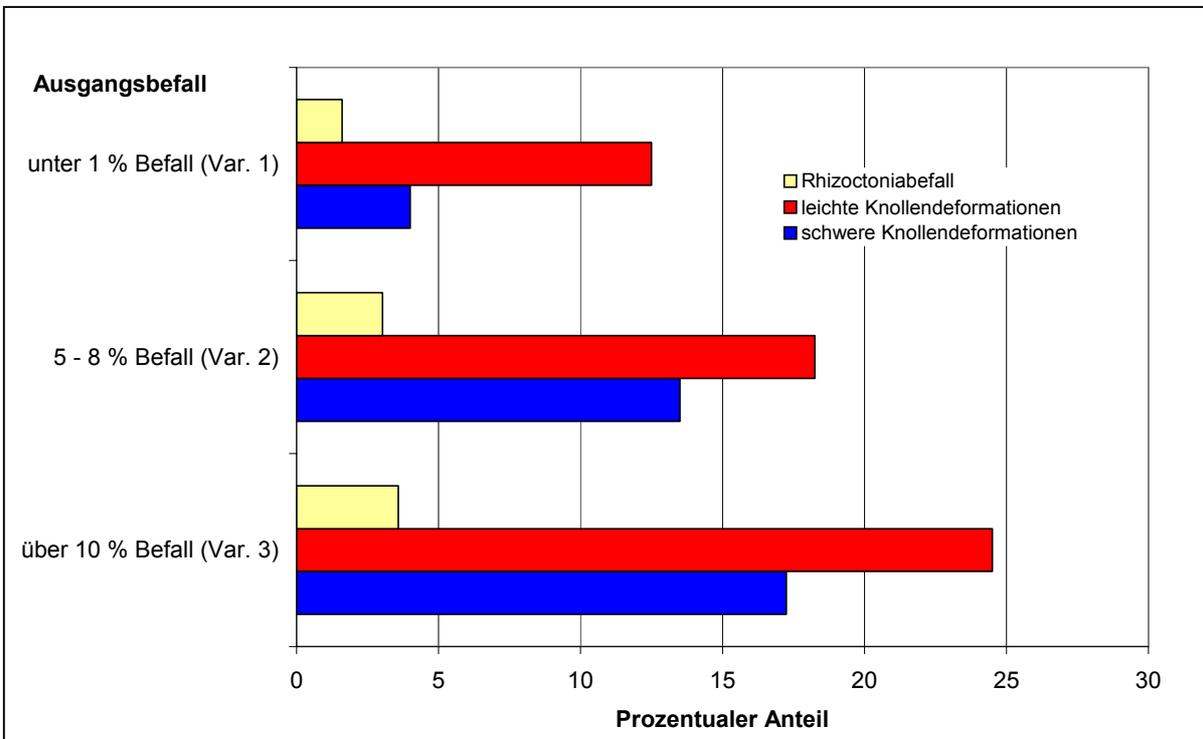
Standort	Bonitur der Tochterknollen (100 Knollen je Wiederholung)																	
	1. Variante						2. Variante						3. Variante					
	unter 1 % befallenes Pflanzgut						5 – 8 % befallenes Pflanzgut						über 10 % befallenes Pflanzgut					
	Befall %		Leichte Knollendeformation*		Schwere Knollendeformation*		Befall %		Leichte Knollendeformation*		Schwere Knollendeformation*		Befall %		Leichte Knollendeformation*		Schwere Knollendeformation*	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Bornsen AZ 60	1,85	2,78	7	10	4	3	4,17	3,35	16	10	10	15	5,5	2,49	31	17	17	17
Schmölau AZ 25	1,42	0,33	14	19	7	2	2,96	1,63	22	25	10	19	4,53	1,79	31	19	14	21
Marwede AZ 20	0,47	0,71	7	26	2	12	2,7	1,53	16	26	11	20	2,86	2,31	15	33	14	16
Durchschnitt Pocken	1,25	1,27					3,28	2,17					4,3	2,20				
Leichte Deformationen			9,3	18,3					18	19,3					26	23		
Schwere Deformationen					4,3	5,7					10,3	18					15	18

AZ = Ackerzahl

\* Von 100 Knollen



**Abbildung 4: Einfluss des Rhizoctoniabefalls beim Pflanzgut auf den Ertrag (relativ); Zusammenfassung aus zwei Versuchsjahren mit vier Versuchen**



**Abbildung 5: Einfluss des Rhizoctoniabefalls beim Pflanzgut auf den Rhizoctoniabefall und Knollendeformationen beim Erntegut; Zusammenfassung aus zwei Versuchsjahren mit vier Versuchen**

## **9 Resümee**

Als Resümee bleibt festzuhalten, dass durchaus der Rhizoctoniabesatz am Kartoffelpflanzgut Einfluss auf Ertrag und Qualität der geernteten Ware hat. Allerdings fielen die Unterschiede nicht auf allen Standorten in der Deutlichkeit aus, wie es zunächst erwartet wurde. Eine offensichtliche Tendenz, sieht man vom Standort Marwede in 2003 ab, ist aber feststellbar.

Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass ein durchschnittlicher Pockenbefall von 5 % in der Praxis eher die Ausnahme ist. Solche Partien sollten von einer Verwendung als Pflanzknollen ausgeschlossen werden. Aus den vorliegenden Ergebnissen kann keine Aussage darüber abgeleitet werden, ab welchem (niedrigeren) Ausgangsbefall Schädigungen am Erntegut zu erwarten sind.

# **Zwischenbericht**

## **Welchen Einfluss hat die Vorfrucht auf das Auftreten von Rhizoctonia solani im ökologischen Kartoffelanbau?**

vorgelegt von:

Landwirtschaftskammer Hannover

Bezirksstelle Uelzen

Andreas Scholvin

Dr. Jürgen Grocholl

Landwirtschaftskammer Weser Ems

Pflanzenschutzamt

Dr. Joachim Kakau

## 1 Einleitung

Im ökologischen Kartoffelanbau treten jedes Jahr große Schäden durch *Rhizoctonia solani* auf. Die genauen Bedingungen, die zum Auftreten der Krankheit führen, sind weitgehend unbekannt. Eine mögliche Infektionsquelle für *Rhizoctonia solani* wird im Besatz der Pflanzknollen mit den Dauerformen (Sklerotien) des Erregers vermutet<sup>1</sup>. Als weitere Einflussgröße kommt das im Boden vorhandene Erregerpotential infrage, welches maßgeblich durch den Gehalt an organischer Substanz und damit auch über die Vorfrüchte beeinflusst wird.

Beobachtungen aus der Praxis unterstreichen die Annahme, dass die Vorfrucht bzw. Fruchtfolge oft einen entscheidenden Einfluss haben kann. Ziel des Versuchsvorhabens ist es, zu ermitteln, welche Bedeutung die unterschiedlichen Vorfrüchte auf den Befall mit *Rhizoctonia solani* haben und welche Ansätze zur Vermeidung eines starken Auftretens der Krankheit führen können.

Im vorliegenden Zwischenbericht werden Ergebnisse des ersten Erntejahres 2003 über den Einfluss unterschiedlicher Vorfrüchte auf den *Rhizoctonia*-befall vorgestellt.

## 2 Versuchsbeschreibung

### 2.1 Standortbeschreibung

Durchgeführt werden die Versuche auf drei bereits langjährig ökologisch wirtschaftenden Betrieben, deren Standorte für den niedersächsischen Kartoffelanbau repräsentativ sind:

#### **Standort Bornsen, Nord-Ost Niedersachsen**

- Bodenart: schluffig-lehmiger Sand (Slu)
- Ackerzahl: 45, ungestörte Wasserführung
- Nährstoffversorgung: pH: 6,3
  - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 5 mg (Klasse C)
  - K<sub>2</sub>O: 7 mg (Klasse B)
  - Mg: 10 mg (Klasse D)

---

<sup>1</sup> Siehe auch Abschlussbericht „Untersuchung zum Einfluss des Sklerotienbesatzes am Pflanzgut auf das Auftreten von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau“ in diesem Bericht

### **Standort Schmölau, Nord-Ost Niedersachsen**

- Bodenart: lehmiger Sand (IS)
- Ackerzahl: 35, Staunässe
- Nährstoffversorgung: pH: 6,3  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 5 mg (Klasse C)  
K<sub>2</sub>O 8 mg (Klasse C)  
Mg: 5 mg (Klasse B)

### **Standort Hatten, Nord-West Niedersachsen**

- Bodenart: humoser Sand (hS)
- Ackerzahl: 30
- Nährstoffversorgung: pH: 5,3  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 42 mg (Klasse D)  
K<sub>2</sub>O: 9 mg (Klasse C)  
Mg: 8 mg (Klasse D)

## **2.2 Vorfrüchte**

Für die Versuche wurden Vorfrüchte gewählt, die in der Praxis häufig vor der Kartoffel angebaut werden:

1. Winterroggen
2. Sommergerste mit Untersaat Weißklee
3. Futtererbse, anschließend mit Zwischenfrucht Ölrettich
4. Klee gras (als Brachebegrünung einjährig)
5. Dinkel (ab 2003/2004)

Im Folgejahr erfolgt auf diesen Vorfrucht-Parzellen der Anbau der Kartoffeln.

## **2.3 Versuchsanlage**

Die Anlage erfolgt als randomisierter Exaktversuch mit drei Wiederholungen und einer Parzellengröße von ca. 6 x 20 m. Die Beerntung und Bonituren erfolgen an Kernparzellen mit einer Größe von ca. 3 x 5 m.

## **2.4 Datenermittlung**

Neben den üblichen versuchsbeschreibenden Daten und Bonituren wurden insbesondere die Knollenerträge, Sortierung und Anteile Rhizoctonia befallener Knollen und Stauden ermittelt. Grundlage aller Datenerhebungen sind die anerkannten Richtlinien des Bundessortenamtes und der Biologischen Bundesanstalt.

### **3 Darstellung des Versuchsverlaufs**

Im Jahr 2002 wurden auf den drei Versuchsstandorten die geplanten Vorfrüchte für das erste Kartoffelanbaujahr 2003 angebaut. Aufgrund des späten Projektbeginns (Frühjahr 2002) wurde allerdings der Winterroggen durch Sommerroggen ersetzt.

#### **3.1 Vorfruchtentwicklung 2002 auf dem Standort Schmölau**

Aufgrund hoher Niederschläge musste mangels Befahrbarkeit die Aussaat der Zwischenfrucht nach der Erbsenernte unterbleiben. Bis zum Vegetationsende hatte sich auf den Klee grasparzellen ein durchschnittlicher Aufwuchs entwickelt. Das Sommergetreide war teilweise ungleichmäßig im Wuchs, der Unkrautbesatz war aber gering.

#### **3.2 Vorfruchtentwicklung 2002 auf dem Standort Bornsen**

Guter Stand aller Hauptfrüchte, die Erntebedingungen waren normal. Das Stroh der Sommerroggen- und Sommergerstenhauptfrucht wurde abgefahren.

Die Aussaat von Sommerwicken-Ölrettich-Gemenge erfolgte nach der Ernte der Körnererbsen. Bis zum Vegetationsende entwickelten sich die Klee grasparzellen gut und die Gemengeparzellen zeigten einen überwiegend befriedigenden Aufwuchs.

#### **3.3 Vorfruchtentwicklung 2002 auf dem Standort Hatten**

Sommerroggen, Sommergerste und Klee gras hatten sich gut entwickelt, die Erbsen bildeten dagegen einen schlechten Bestand. Die Untersaat in Sommergerste entwickelte sich nur mäßig. Die Zwischenfrucht Ölrettich nach den Erbsen bildete einen sehr guten Bestand. Auf der gesamten Fläche ist ein mittlerer Queckenbesatz zu finden.

#### **3.4 Ergebnisse des Kartoffelanbaus im ersten Erntejahr 2003**

An den Standorten Bornsen und Schmölau wurden Anfang April 2003 die Pflanzenreste mit einer Scheibenegge eingearbeitet und anschließend zu Kartoffeln gepflügt (mit Packer).

Das Pflanzen der Kartoffeln erfolgte Mitte April jeweils mit vierreihiger Pflanzmaschine. Zur Aussaat kam Pflanzgut der Sorte „Linda“ (je Standort verschiedener

Herkunft). Das Pflanzgut war teilweise gering mit Rhizoctoniapocken belastet. Eine exakte Bonitur wurde nicht vorgenommen.

Nach betriebsüblichen Pflegemaßnahmen wurden die Ernteparzellen am Standort Schmölau am 21. August 2003 gerodet, die Ernteparzellen des Standortes Bornsen am 4. September 2003.

Am Standort Hatten wurden die Kartoffeln am 31.03.2003 nach einer Pflugfurche gepflanzt. 29 % des Pflanzgutes wies keine Rhizoctonia-Sklerotien auf, 34 % wiesen weniger als 1 % Befallsstärke auf, 16 % der Knollen bis 5 % und 21 % der Knollen über 5 % Befallsstärke. Der Auflauf der Pflanzen und die Bestandesdichten waren in allen Varianten einheitlich. Aufgrund der ausgeprägten Sommertrockenheit des Jahres 2003 kam es zu Trockenschäden, die innerhalb des Versuches unterschiedlich ausgeprägt waren. Daher wurde auf die Ertragsauswertung verzichtet!

**Tabelle 1: Erträge und Marktwarenanteil – Standort Bornsen 2003**

Vorfrucht	Knollen- ertrag dt/ha (rel.)	Marktware Knollen dt/ha (rel.)	Untergrößen < 35 mm (%) (abs.)	Normalgrößen 35 – 60 mm (%) (abs.)	Übergrößen > 60 mm (%) (abs.)
Sommerroggen	108	107	0,5	76,3	23,2
Sommergerste + Untersaat Weißklee	107	106	0,4	87,0	12,6
Futtererbse + Zwischenfrucht Ölrettich	94	94	0,5	80,9	18,7
Kleegras	100	100	0,1	81,2	18,7
<b>Standardmittel dt/ha</b>	<b>378,4</b>	<b>378,0</b>			
<b>Grenzdifferenz</b>	<b>15,07</b>				

**Tabelle 2 Erträge und Marktwarenanteil – Standort Schmölau 2003**

Vorfrucht	Knollen- ertrag dt/ha (rel.)	Marktware Knollen dt/ha (rel.)	Untergrößen < 35 mm (%) (abs.)	Normalgrößen 35 – 60 mm (%) (abs.)	Übergrößen > 60 mm (%) (abs.)
Sommerroggen	89	90	2,0	89,4	8,6
Sommergerste + Untersaat Weißklee	89	89	2,8	85,3	11,9
Futtererbse + Zwischenfrucht Ölrettich	80	80	3,0	89,1	7,9
Kleegras (B)	100	100	3,0	86,9	10,1
<b>Standardmittel dt/ha</b>	<b>250</b>	<b>243,0</b>			
<b>Grenzdifferenz</b>	<b>14,01</b>				

**Tabelle 3: Erträge und Bonituren der Ernteknollen – erstes Erntejahr 2003 (100 Knollen je Wiederholung)**

Standort	1. Variante				2. Variante				3. Variante				4. Variante			
	Vorfrucht Roggen				Vorfrucht Sommergerste				Vorfrucht Körnererbsen				Vorfrucht Klee gras			
	Ertrag dt/ha	Befalls- stärke %	Leichte	Schwere	Ertrag dt/ha	Befalls- stärke %	Leichte	Schwere	Ertrag dt/ha	Befalls- stärke %	Leichte	Schwere	Ertrag dt/ha	Befalls- stärke %	Leichte	Schwere
Knollendeformation (Häufigkeit)			Knollendeformation (Häufigkeit)				Knollendeformation (Häufigkeit)				Knollendeformation (Häufigkeit)					
<b>Bornsen</b>	408	2,20	21	11,7	405	1,7	21	9	356	1,61	22	7,5	378	1,2	35	15,5
<b>Schmö lau</b>	223	2,86	30	9,3	222	3,7	25,3	16	200	3,15	26	16,7	250	2,73	29,3	13,3
<b>Hatten</b>	-	1,51	30,2*		-	1,79	23,3*		-	1,68	15,3*		-	2,3	21,5*	
<b>Mittelwert</b>	315	2,53	25,5	10,5	313	2,7	23,2	14	278	2,38	24	12,1	314	2	32,1	14,4

\* Am Standort Hatten wurden die Knollendeformationen nicht zwischen leichte und schwere differenziert!

Anhand der Ergebnisse in den Tabellen 1 bis 3 können folgende vorläufigen Aussagen getroffen werden:

- Das Befallsniveau an Rhizoctoniapocken ist am Standort Schmölau deutlich erhöht. Obwohl der Boden nach der Korngrößenzusammensetzung eher „leichter“ ist als der in Bornsen, hat die schlechtere Durchlüftung offensichtlich einen erhöhten Befall verursacht. Der Befall in Hatten befand sich auf vergleichbarem Niveau wie in Bornsen.
- Der Anteil der verformten Knollen ist in Schmölau ebenfalls durchgehend höher als in Bornsen. In Hatten traten die wenigsten deformierten Knollen auf. Hier war der Anteil nach Vorfrucht Roggen mit 30 % doppelt so hoch wie nach der Vorfrucht Erbsen. Es bestand kein Zusammenhang zwischen dem Sklerotienbesatz und den Anteilen deformierter Knollen.
- Die Erträge nach den einzelnen Vorfrüchten ergeben kein einheitliches Bild. Möglicherweise überlagert der unterschiedliche Nährstoffeffekt der Vorfrüchte die Ertragsunterschiede durch Rhizoctoniabefall.
- Gleiches gilt für die minimalen gefundenen Unterschiede in der Sortierung.

#### **4 Stand der Vorfrüchte 2003**

Die Vorfrüchte für das zweite Kartoffelerntejahr 2004 konnten im Herbst 2002 (Winterung) bzw. im Frühjahr 2003 (Sommerung) planmäßig ausgesät werden. Aufgrund der Sommertrockenheit haben sich auf dem leichteren Standort Schmölau (Ackerzahl 23) das Klee gras und die Zwischenfrucht nur sehr schwach entwickelt, während die Kulturen auf dem Standort Bornsen mit besserer Bonität (Ackerzahl 55) trotz Trockenheit sich deutlich besser entwickelt haben.

Auf dem Standort Hatten entwickelte sich ein normaler Winterroggenbestand. Die Sommergerste litt nach anfänglich guter Entwicklung deutlich unter der Trockenheit, die Weißklee-Untersaat konnte sich kaum etablieren. Unzureichende Bestände bildeten auch die Erbsen (inklusive des nachfolgenden Ölrettichs) und das Klee gras.

# **Abschlussbericht**

## **Maisanbau auf suboptimalen Standorten**

vorgelegt von:

Landwirtschaftskammer Hannover

Referat 34 „Ökologischer Landbau“

Armin Meyercordt und Markus Mücke

Referat 33.3 „Futterbau und Fütterung“

Carsten Rieckmann

## 1 Einleitung

Aufgrund seiner hohen Energiedichte wird Silomais vorwiegend in der Milchviehhaltung und in der Bullenmast als energiereiches, aber rohproteinarmes Grundfutter zur Ergänzung des Grundfutters aus Grünlandaufwüchsen eingesetzt. Auch in ökologisch wirtschaftenden Betrieben wird energiereiches Futter benötigt, um zufriedenstellende Milchleistungen zu erreichen.

Die Bedeutung von Silomais im ökologischen Landbau ist derzeit noch relativ gering. Während sich auf leichteren Böden schon Ansätze zur Lösung von zahlreichen kritischen Punkten zeigen, steht man auf schwereren Standorten noch völlig am Anfang. Ziel der seit dem Jahr 2002 laufenden Versuche war es, zu überprüfen, welche Anbauverfahren sich auf schweren Böden für die Etablierung ertragreicher und möglichst beikrautfreier Maisbestände empfehlen. Darüber hinaus galt es, zu überprüfen, wie eine ausreichende Nährstoffversorgung des Maises gewährleistet werden kann.

Durch die intensive Bearbeitung anbautechnischer Fragestellungen sollen die Akzeptanz und die Anbauwürdigkeit des Silomaisanbaues in ökologisch wirtschaftenden Betrieben gefördert werden.

## 2 Kurzfassung

Zur Thematik Maisanbau auf ungünstigen Standorten wurden in den Jahren 2002 und 2003 folgende Versuche durchgeführt:

- **Aussaatzeitpunktversuch** mit zwei Sorten, die in unterschiedlichen Anbauverfahren – Saat nach konventioneller Bodenbearbeitung (Pflugfurche) und in Dammkultur – ausgesät wurden
- **Gülledüngungsversuch** zur Überprüfung verschiedener Nährstoffmengen und Applikationen auf die Ertrags- und Qualitätsparameter bei Mais
- **Unterfußdüngungsversuch** mit unterschiedlichen Düngern bei konventioneller Bodenbearbeitung und bei der Dammkultur
- **Beikrautregulierung** bei veränderter Reihenweite bzw. Dammkultur

### 2.1 Aussaatzeitpunktversuch

Die Durchführung des Aussaatzeitpunktversuches mit unterschiedlichen Sorten und veränderten Bodenbearbeitungsverfahren zeigte in den einzelnen Jahren unterschiedliche Ergebnisse, die vor allem auf die unterschiedliche Bestandesdichte bei

den Bodenbearbeitungsmaßnahmen zurückzuführen sind. In beiden Jahren erreichte die Sorte „Romario“ gegenüber der Sorte „Banquise“ deutlich bessere Ergebnisse. Der erste Aussaatzeitpunkt erwies sich in beiden Jahren aus ertraglicher und qualitativer Sicht am besten. Insbesondere die Stärkegehalte nahmen bei späterem Aussaattermin gravierend ab. Die Unterschiede in den Varianten Pflugfurche bzw. Dammkultur sind zwischen den Jahren gravierend, dies ist auf unterschiedliche Bestandesdichten zurückzuführen.

## **2.2 Gülledüngungsversuch**

Die Ergebnisse belegen, dass die Einbringung der Gülle in den Boden zu einer Effizienzsteigerung der Düngung führt. In Abhängigkeit von der Bodenmineralisation sind die Ertragsreaktionen auf die Düngungsmaßnahmen unterschiedlich ausgeprägt.

## **2.3 Unterfußdüngung**

Die Ergebnisse beruhen auf den Versuchen des Jahres 2003. Durch die Dammkultur konnten statistisch abgesicherte Ertragseffekte im Mittel der Unterfuß-Varianten erzielt werden. Die unterschiedlichen Düngungsvarianten zeigten gegenüber der Nullvariante ertragliche Vorteile, wobei die Varianten mit 4 dt/ha Hüttenkalk und 3 dt/ha Patent-PK-Dünger die besten Ergebnisse erzielten.

## **2.4 Beikrautregulierung bei veränderter Reihenweite bzw. Dammkultur**

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass ein Verzicht auf Beikrautregulierung zu erheblichen Ertragsausfällen führt. Die besten Ergebnisse wurden in beiden Jahren mit der Kombination aus Striegel und Hacke erzielt. Bei der Anbautechnik weichen die Ergebnisse der beiden Versuchsjahre deutlich voneinander ab. Während 2002 die Dammkultur und die engeren Reihenweiten ertragliche Vorteile zeigten, wies 2003 zumindest die enge Reihenweite das schlechteste Ergebnis auf. Zurückzuführen sind diese Ergebnisse auf unterdurchschnittliche Bestandesdichten. Die Dammkultur zeigte in beiden Jahren gute Leistungen.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Aussaatzeitpunkt Silomais im ökologischen Landbau

Versuchsfrage:

Wie wirken sich unterschiedliche Aussaatzeitpunkte bei unterschiedlich abreifenden Sorten und veränderter Anbautechnik auf das Ertrags- und Qualitätsverhalten aus?

Varianten:

Faktor 1: Aussaat	Faktor 2: Sorten	Faktor 3: Anbautechnik
1. 23.04. (25.04.)	Banquise S 210	nach Pflugfurche
2. 02.05. (08.05.)	Romario ca. S 240	in Dammkultur
3. 13.05. (16.05.)		

(Datumsangaben aus 2002)

##### 3.1.1 Versuchsanlage und Durchführung

Versuchsanlage: Dreifaktoriell in randomisierter Spaltanlage

Wiederholungen: 4

Parzellengröße: Brutto: 3,0 m x 8,0 m = 24 m<sup>2</sup>  
 Netto: 1,5 m x 6,0 m = 9 m<sup>2</sup>

Standort: 2002: Maschen, Kreis Harburg  
 2003: Over, Kreis Harburg

**Tabelle 1: Versuchs- und Standortdaten**

Jahr:	2002	2003
<b>Standortdaten:</b>	Maschen	Over
Höhe über NN	1 m	38 m
Bodenart	schluffiger Sand	toniger Lehm
Bodenwertzahl	28	55
Vorfrucht	Silomais	Silomais
Aussaat am	siehe Varianten	siehe Varianten
Versuchsernte am	02.10.	10.09.
<b>Bodenuntersuchung:</b>		
pH-Wert; Monat/Jahr	5,3; 04/02	5,3; 02/03
P (mg P/100 g Boden)	2 (A)	12 (D)
K (mg K/100 g Boden)	4 (B)	20 (C)
Mg (mg Mg/100 g Boden)	4 (C)	11 (C)
N <sub>min</sub> kg/ha (0-60); am	62; 22.04.02	64; 25.04.03
<b>Organische Düngung:</b>		
Art	Rindergülle	Rindergülle
Menge	20 m <sup>3</sup> /ha	25 m <sup>3</sup> /ha
<b>Beikrautregulierung:</b>	mehrmaliger Striegel- und Hackeinsatz	mehrmaliger Striegel- und Hackeinsatz

### 3.1.2 Ergebnisse 2003

Der Versuch wurde mit den Sorten „Banquise“ und „Romario“ in zwei unterschiedlichen Aussaatverfahren, dem standardmäßigen Ausdrillen in die ebene Saatfläche sowie der Saat in Dammkultur zu je drei Aussaatterminen (siehe Versuchsbeschreibung) angelegt. Während 2002 der Boden mehr Sandanteile aufwies, aber sehr grundwassernah lag, handelte es sich 2003 um einen Marschboden mit höheren Tonanteilen.

Ausgedrillt wurde der Versuch 2003 auf einem Marschstandort mit 55 Bodenpunkten. Dieser Standort befand sich im zweiten Jahr der Umstellung und wurde erst vor der Umstellung zugepachtet. Die Fläche wurde im Herbst 2002 mit einem Tiefengrubber ca. 25 cm tief bearbeitet und reichte als Grundbodenbearbeitung für die Aussaat im Frühjahr 2003 aus, da die stärkeren und länger anhaltenden Frostperioden ein feinkrümeliges Saatbett geschaffen haben. Vorab wurde die Fläche mit einer mittleren Güllegabe im Herbst begüllt. Zur Aussaat des Maises erfolgte nur noch eine flache Saatbettbereitung. Die Aussaatbedingungen waren zu allen drei Terminen sehr gut. Die Varianten der Aussaat in den Damm erfolgten suboptimal, da die Bereitung des Dammes lediglich mit einem alten Kartoffelhäufelgerät erfolgte und daher die Dämme nur eine geringe Festigkeit und Höhe aufwiesen. Zu allen drei Aussaatterminen stand genügend Keimfeuchtigkeit zur Verfügung, so dass ein lückenloser Aufgang zu verzeichnen war. Die günstigen Temperaturen nach dem ersten Aussaattermin führten zu einem raschen Auflaufen des Maises. Ähnliches ist auch für den zweiten Aussaattermin zu sagen. Nach dem dritten Termin herrschten ungünstigere Witterungsbedingungen vor, die die Entwicklung des Maises etwas behinderten. Während der Jugendentwicklung des Maises war optisch erkennbar, dass der Mais des ersten Aussaattermines in der Entwicklung immer einen Entwicklungsvorsprung hatte, während sich die ungünstigeren Bedingungen zum dritten Termin auch später in der schwächeren Entwicklung des Maises widerspiegelten.

Generell waren die Versuche durch einen enormen Unkrautdruck beeinträchtigt. Es wurden zum Teil 1.000 Beikrautpflanzen pro Quadratmeter festgestellt, die sich zu 90 % aus Hirsen und zu 10 % aus Weißem Gänsefuß zusammensetzten.

Insgesamt wurden sechs Beikrautregulierungsmaßnahmen im Zeitraum vom 30.04. bis 17.06.2003 durchgeführt, wobei die Striegel- und Hack- bzw. Häufelvarianten abwechselnd eingesetzt wurden. Die Unkrautbekämpfung war bei der Dammkultur etwas effektiver, da nach dem Striegeln die Pflanzen vom Damm herunterfielen und durch ein anschließendes Anhäufeln wirkungsvoll verschüttet wurden. Zwischen den Maisreihen war ein befriedigender Erfolg feststellbar. Allerdings herrschte in den Maisreihen ein hoher Beikrautdruck vor. Der starke Beikrautdruck in den Reihen und

die gleichzeitige Trockenheit führten zu einem ungleichmäßigen Wuchs der Maispflanzen.

Niederschläge (20 mm) kurz vor der Blüte (Anfang Juli) begünstigten die Entwicklung der Maispflanzen, so dass auch die schwächer entwickelten Pflanzen noch eine zufriedenstellende Kolbenausbildung zeigten.

### **3.1.3 Erträge 2003**

Insgesamt lagen die Erträge mit gut 50 dt TM/ha auf einem sehr bescheidenen Niveau; sie liegen ca. um zwei Drittel niedriger als unter normalen und günstigen Bedingungen. Trotz besserer Jugendentwicklung der Sorte „Banquise“ erreichte die Sorte „Romario“ zu allen drei Aussaatterminen eine höhere Bestandesdichte, die sich auch entsprechend auf die Ertragsleistungen positiv auswirkte. Bei durchschnittlich einer Pflanze pro m<sup>2</sup> höherer Bestandesdichte lag „Romario“ im Energieertrag um über 20 % höher als „Banquise“. Das Anbauverfahren in Dammkultur erwies sich ertraglich als vorteilhaft, da die Beikrautbekämpfung die Wachstumskonkurrenz effektiver unterbinden konnte. Die differenzierten Aussaattermine unterscheiden sich sowohl in den unterschiedlichen Abreifeentwicklungen als auch in den Pflanzen pro m<sup>2</sup>. Hier zeigte vor allem der dritte Aussaattermin Schwächen in der Bestandesdichte. Entsprechend der späteren Entwicklung fielen beim dritten Aussaattermin die TM-Gehalte, die Energiedichte und die Stärkegehalte gegenüber den anderen Aussaatterminen deutlich ab. Von daher gilt auch im ökologischen Anbau, dass bei günstigen Witterungs- und Bodenverhältnissen die Aussaat ab der dritten Aprildekade bis Anfang Mai erfolgen kann und sollte.

### **3.1.4 Zweijährige Ergebnisse**

Den Sortenvergleich zwischen „Banquise“ und „Romario“ entscheidet in beiden Jahren eindeutig die ertragsstärkere Sorte „Romario“ für sich. Die sehr gute Jugendentwicklung der Sorte „Banquise“ schlug sich ertraglich und qualitativ nicht entsprechend nieder.

Im Vergleich zwischen Pflugfurche und Dammkultur war 2003 ein praxisgerechterer Vergleich möglich, da der verstärkte Fasanenfraß in den Dammvarianten des Jahres 2002 sich 2003 nicht wiederholte. Im Gegenteil lag die Bestandesdichte bei der Dammkultur um 1,5 Pflanzen pro m<sup>2</sup> höher, wodurch sich die deutlich verbesserte Ertragsleistung 2003 erklären lässt. Mögliche Wirkungen durch verbesserte Sonneneinstrahlung und damit zügigeres Wachstum wurden durch die unterschiedliche Bestandesdichte überlagert.

Als günstigste Aussaatzeit hat sich in diesem Versuch in beiden Jahren der erste Termin herausgestellt, der in der Praxis auch angestrebt werden sollte. In beiden Jahren konnte sich der Mais bei Aussaat ab 20. April recht zügig entwickeln, da entsprechende Boden- und Witterungsbedingungen vorherrschten. Bei Aussaat nach Mitte Mai bestätigt sich die Tatsache, dass dem Mais wertvolle Vegetationszeit fehlt, die dann auch zu Lasten der Kolbenausbildung und -entwicklung geht. Das wird an den schlechteren Stärke- und Energiedichtewerten deutlich.

Der Vergleich der Wechselwirkungen zwischen Sorte, Anbautechnik und Aussaatzeitpunkt sollte nur sehr eingeschränkt vorgenommen werden, weil die starke Versuchsstreuung hier zu nicht zulässigen Rückschlüssen führen könnte.

### Aussaatzeitpunkt im ökologischen Silomaisanbau 2002 Erträge, Analysen und Messungen Standort Maschen

Relativ-Werte (Pflanzen/m <sup>2</sup> Absolut-Werte)								
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM- Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energie- dichte MJ NEL/ kg	Energie- ertrag MJ NEL/ ha	Stärke in %	Stärke- ertrag dt/ha	Pfl./m <sup>2</sup>
<b>Hauptwirkung Sorte</b>								
Banquise	78,0	104,5	82,1	101,3	83,1	104,1	85,5	6,5
Romario	104,3	94,3	98,9	99,0	97,9	96,3	95,3	7,0
<b>Hauptwirkung Anbautechnik</b>								
Saat nach Pflugf.*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	7,0
Saat in Dammkultur	82,3	98,7	81,0	100,3	81,1	100,4	80,7	6,5
<b>Hauptwirkung Aussaatzeit</b>								
2. Aprildekade	93,7	103,0	96,6	101,3	97,8	104,0	100,1	6,9
Anfang Mai	91,3	101,0	91,8	100,7	92,2	101,8	92,8	7,1
Mitte Mai	88,6	94,1	83,1	98,5	81,6	94,8	78,3	6,3
<b>Wechselwirkung Sorte/Anbautechnik/Aussaatzeit</b>								
Banquise/Pflugf./2. Aprildek.	84,9	109,3	93,1	100,0	93,1	102,9	95,7	7,1
Banquise/Pflugf./Anf. Mai	84,9	107,2	92,2	102,2	94,2	106,4	98,3	6,7
Banquise/Pflugf./Mitte Mai	93,5	101,5	95,3	100,6	95,7	101,7	97,0	6,6
Romario/Pflugf./2. Aprildek.	114,5	99,7	115,2	102,3	117,7	105,0	120,4	6,7
Romario/Pflugf./Anf. Mai	117,2	94,7	111,7	98,9	110,3	97,0	107,7	7,8
Romario/Pflugf./Mitte Mai	104,8	87,7	92,6	96,0	89,0	87,0	81,0	7,0
Banquise/Damm/2. Aprildek.	79,6	104,1	83,4	102,2	85,1	106,3	88,2	7,0
Banquise/Damm/Anf. Mai	72,0	106,7	76,5	102,7	78,4	107,5	81,7	6,9
Banquise/Damm/Mitte Mai	53,2	98,1	52,4	100,0	52,4	99,9	52,1	4,8
Romario/Damm/2. Aprildek.	95,7	98,9	94,9	100,7	95,5	101,8	96,0	6,7
Romario/Damm/Anf. Mai	90,9	95,5	87,0	98,9	86,0	96,2	83,6	7,2
Romario/Damm/Mitte Mai	102,7	89,3	91,9	97,2	89,2	90,8	83,0	6,7
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>91,2</b>	<b>99,4</b>	<b>90,5</b>	<b>100,2</b>	<b>90,5</b>	<b>100,2</b>	<b>90,4</b>	<b>6,8</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>186,0</b>	<b>38,5</b>	<b>71,3</b>	<b>7,1</b>	<b>50.841</b>	<b>42,9</b>	<b>30,7</b>	<b>7,0</b>

\* Verrechnungsbasis

**Aussaatzeitpunkt im ökologischen Silomaisanbau 2003**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Over**

Relativ-Werte (Pflanzen/m <sup>2</sup> Absolut-Werte)								
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM- Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energie- dichte MJ NEL/ kg	Energie- ertrag GJ NEL/ ha	Stärke in %	Stärke- ertrag dt/ha	Pflz./m <sup>2</sup>
<b>Hauptwirkung Sorte</b>								
Banquise	97,8	103,6	101,8	102,0	104,1	118,8	123,9	5,7
Romario	122,8	98,4	121,5	103,4	125,6	113,4	139,3	6,8
<b>Hauptwirkung Anbautechnik</b>								
Saat nach Pflugf.*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	5,5
Saat in Dammkultur	120,6	102,0	123,3	105,4	129,7	132,3	163,2	7,0
<b>Hauptwirkung Aussaatzeit</b>								
2. Aprildekade	114,9	105,5	121,6	104,4	127,3	134,1	165,7	6,8
Anfang Mai	102,1	100,8	102,9	103,4	106,3	119,1	122,6	6,5
Mitte Mai	113,9	96,7	110,4	100,4	110,9	95,3	106,5	5,5
<b>Wechselwirkung Sorte/Anbautechnik/Aussaatzeit</b>								
Banquise/Pflugf./2. Aprildek.	82,1	105,2	86,8	99,8	86,7	113,7	99,3	5,4
Banquise/Pflugf./Anf. Mai	81,2	102,9	83,6	99,8	83,4	109,4	91,4	4,8
Banquise/Pflugf./Mitte Mai	90,8	96,0	87,5	97,5	85,2	80,8	70,6	3,8
Romario/Pflugf./2. Aprildek.	115,1	103,6	119,8	103,8	124,0	124,9	149,0	7,5
Romario/Pflugf./Anf. Mai	113,2	98,0	111,2	103,1	114,4	99,9	110,6	6,7
Romario/Pflugf./Mitte Mai	117,5	94,3	111,1	95,9	106,4	71,3	79,0	4,9
Banquise/Damm/2. Aprildek.	118,6	110,2	130,8	107,3	140,1	154,6	202,3	7,4
Banquise/Damm/Anf. Mai	102,1	106,3	109,0	103,7	112,1	134,0	144,3	6,4
Banquise/Damm/Mitte Mai	111,9	101,1	113,0	103,8	117,1	120,4	135,5	6,6
Romario/Damm/2. Aprildek.	143,8	103,0	148,9	106,7	158,4	143,1	212,0	6,9
Romario/Damm/Anf. Mai	111,8	96,0	107,9	106,8	115,4	132,9	144,0	8,1
Romario/Damm/Mitte Mai	135,6	95,6	130,0	104,1	135,1	108,6	140,9	6,6
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>110,3</b>	<b>101,0</b>	<b>111,6</b>	<b>102,7</b>	<b>114,8</b>	<b>116,1</b>	<b>131,6</b>	<b>6,3</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>179,2</b>	<b>29,2</b>	<b>52,1</b>	<b>5,5</b>	<b>28,7</b>	<b>17,9</b>	<b>9,3</b>	<b>-</b>

\*Verrechnungsbasis

## 3.2 Gölledüngungsversuch im Ökomais

Versuchsfrage:

Wie wirken sich unterschiedliche Ausbringungstermine und Applikationen von Gülle auf das Ertrags- und Qualitätsverhalten aus?

Varianten:

Faktor 1: Aussaat

1. Ohne Düngung
2. 20 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle vor Saat flach eingearbeitet
3. 30 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle vor Saat flach eingearbeitet
4. 15 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle vor Saat und 15 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle im 4-Blattstadium
5. 15 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle vor Saat, anschließend Dammformen und Aussaat; im 4-Blattstadium 15 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle, anschließend anhäufeln
6. 20 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle als Düngeband im Schlitzverfahren an die Maisreihe appliziert

### 3.2.1 Versuchsanlage und Durchführung

Versuchsanlage: Einfaktoriell in randomisierter Spaltanlage

Wiederholungen: 4

Parzellengröße: Brutto: 3,0 m x 8,0 m = 24 m<sup>2</sup>  
Netto: 1,5 m x 6,0 m = 9 m<sup>2</sup>

Standort: 2002: Maschen, Kreis Harburg  
2003: Over, Kreis Harburg

Sorte: Romario, ca. S 240

**Tabelle 2: Versuchs- und Standortdaten**

Jahr:	2002	2003
<b>Standortdaten:</b>	Maschen	Over
Höhe über NN	1 m	38 m
Bodenart	schluffiger Sand	toniger Lehm
Bodenwertzahl	28	55
Vorfrucht	Silomais	Silomais
Aussaat am	13.05.	24.04.
Versuchsernte am	02.10.	10.09.
<b>Bodenuntersuchung:</b>		
pH-Wert; Monat/Jahr	5,3; 04/02	5,3; 02/03
P (mg P/100 g Boden)	2 (A)	12 (D)
K (mg K/100 g Boden)	4 (B)	20 (C)
Mg (mg Mg/100 g Boden)	4 (C)	11 (C)
N <sub>min</sub> kg/ha (0-60); am	62; 22.04.02	64; 25.04.03
<b>Organische Düngung:</b>	siehe Varianten	siehe Varianten
<b>Beikrautregulierung:</b>	mehrmaliger Striegel- und Hackeinsatz	mehrmaliger Striegel- und Hackeinsatz

### **3.2.2 Ergebnisse 2003**

Bei dem Gülledüngungsversuch wurden fünf Düngungsvarianten der Nullvariante gegenübergestellt (siehe Versuchsbeschreibung). Der Versuch litt, wie auch die übrigen Versuche, unter einem starken Beikrautdruck; insbesondere war ein starker Hirsebesatz feststellbar. Bedingt durch den hohen Unkrautdruck, war eine mehrmalige Beikrautregulierung erforderlich, die dazu führte, dass die Bestandesdichte auf ca. sieben Pflanzen/m<sup>2</sup> reduziert wurde. Dabei waren große Schwankungen zwischen den einzelnen Parzellen festzustellen, die aus den Mittelwerten der einzelnen Varianten nicht erkennbar werden. Das Ertragsniveau war auch bei diesem Versuch mit gut 60 dt TM/ha auf einem niedrigen Niveau. Im Vergleich zur Variante 1 (ohne Düngung) konnten bis auf die Variante 4 alle Düngungsvarianten Mehrerträge bis maximal 18,9 % in der Trockenmasse erzielen. Die sehr hohe Grenzdifferenz belegt allerdings die geringe Aussagekraft des Versuches. Die relativ geringe N-Wirkung resultiert möglicherweise daher, weil die Fläche insgesamt ein gutes Mineralisationsvermögen aufweist. Dies hat seine Ursachen zum Teil in der im Herbst erfolgten flächenweiten Gülledüngung. Dafür sprechen die recht hohen N<sub>min</sub>-Werte vor der Aussaat und die guten Rohproteinwerte im Erntematerial. Die deutlichsten Ertragseffekte in diesem Versuch sind in der Variante 5 (Dammkultur) erkennbar, die sicherlich auch auf das Anhäufeln und Einarbeiten der Gülle zurückzuführen sind.

### **3.2.3 Zweijährige Ergebnisse**

Bedingt durch das höhere Mineralisationsvermögen des Standortes sind 2003 durch die Gülledüngung nicht die Ertragseffekte wie 2002 erzielt worden.

Die unterschiedliche Stickstoffversorgung der Versuche in beiden Prüfjahren wird anhand des unterschiedlichen Rohproteinniveaus im Erntegut erkennbar. Hier erreichten alle Varianten des Jahres 2003 gegenüber dem Jahr 2002 knapp 2 % (absolut) höhere Werte.

Das in zwei Jahren erreichte sehr gute Ergebnis der beiden Varianten 5 und 6 deutet darauf hin, dass die Einbringung der Gülle die Düngungseffizienz gesteigert hat. Im Vergleich der Varianten 4 und 5 (angehäufelt) bei gleicher Düngungshöhe lagen die Ertragswirkungen der angehäufelten Variante deutlich höher.

**Gülldüngung im ökologischen Silomaisanbau 2002**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Maschen**

<b>Absolut-Werte</b>											
<b>Merkmal</b>	<b>Ges. FM dt/ha</b>	<b>TM-Gehalt in %</b>	<b>Ges. TM dt/ha</b>	<b>Energie-dichte MJ NEL/kg</b>	<b>Energie-ertrag MJ NEL/ha</b>	<b>Stärke in %</b>	<b>Stärke-ertrag dt/ha</b>	<b>Enzyml. Verdaul. in %</b>	<b>Roh-protein in %</b>	<b>Wuchs-höhe in cm</b>	<b>Pfl./m<sup>2</sup></b>
1. Ohne N-Düngung*	130,0	34,6	45,0	6,9	31.270	38,1	17,3	76,0	5,4	174	6,4
2. 20 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat	198,0	34,1	67,3	6,8	45.945	37,0	24,9	75,0	5,0	195	7,1
3. 30 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat	199,0	32,8	65,5	6,6	43.211	34,2	22,4	72,6	4,9	196	6,9
4. 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat/ 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle im 4-Blattstadium	219,0	33,4	72,1	6,7	48.918	36,1	26,3	73,9	5,0	201	7,2
5. 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat/ 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle im 4-Blattstadium (Dammkultur)	250,0	32,7	81,4	6,7	54.306	35,9	29,1	73,3	4,9	214	7,0
6. 20 m <sup>3</sup> /ha Gülle als Unterfußdüngung	228,0	33,5	76,3	6,8	51.658	36,0	27,7	74,1	5,3	207	6,9
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>204,0</b>	<b>33,5</b>	<b>67,9</b>	<b>6,8</b>	<b>45.885</b>	<b>36,2</b>	<b>24,6</b>	<b>74,1</b>	<b>5,1</b>	<b>198</b>	<b>6,9</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>130,0</b>	<b>34,6</b>	<b>45,0</b>	<b>6,9</b>	<b>31.270</b>	<b>38,1</b>	<b>17,3</b>	<b>76,0</b>	<b>5,4</b>	<b>174</b>	<b>6,4</b>
<b>Relativ-Werte</b>											
<b>Merkmal</b>	<b>Ges. FM dt/ha</b>	<b>TM-Gehalt in %</b>	<b>Ges. TM dt/ha</b>	<b>Energie-dichte MJ NEL/kg</b>	<b>Energie-ertrag MJ NEL/ha</b>	<b>Stärke in %</b>	<b>Stärke-ertrag dt/ha</b>	<b>Enzyml. Verdaul. in %</b>	<b>Roh-protein in %</b>	<b>Wuchs-höhe in cm</b>	<b>Pfl./ m<sup>2</sup></b>
1. Ohne N-Düngung*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. 20 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat	152,3	98,6	149,5	98,4	146,9	97,0	143,9	98,6	91,7	112,1	110,3
3. 30 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat	153,1	94,8	145,3	95,4	138,2	89,8	129,5	95,5	91,0	112,6	106,9
4. 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat/ 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle im 4-Blattstadium	168,5	96,5	160,0	97,1	156,4	94,5	152,0	97,2	92,4	115,5	112,1
5. 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat/ 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle im 4-Blattstadium (Dammkultur)	192,3	94,5	180,8	96,2	173,7	94,0	168,2	96,3	90,2	123,0	108,6
6. 20 m <sup>3</sup> /ha Gülle als Unterfußdüngung	175,4	96,8	169,4	97,4	165,2	94,3	160,1	97,4	96,9	119,0	106,9
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>156,9</b>	<b>96,9</b>	<b>150,8</b>	<b>97,4</b>	<b>146,7</b>	<b>94,9</b>	<b>142,3</b>	<b>97,5</b>	<b>93,7</b>	<b>113,7</b>	<b>107,5</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>130,0</b>	<b>34,6</b>	<b>45,0</b>	<b>6,9</b>	<b>31.270</b>	<b>38,1</b>	<b>17,3</b>	<b>76,0</b>	<b>5,4</b>	<b>174,0</b>	<b>58,0</b>

\* Verrechnungsbasis

**Gülledüngung im ökologischen Silomaisanbau 2003**  
**Erträge, Analysen und Bonituren**  
**Standort Over**

Relativ-Werte (Pflanzen/m <sup>2</sup> Absolut-Werte)											
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM-Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energie-dichte MJ NEL/kg	Energie-ertrag GJ NEL/ha	Stärke in %	Stärke-ertrag dt/ha	Enzymi. Verdaul. in %	Roh-protein in %	Wuchs-höhe in cm	Pfl./m <sup>2</sup>
1. Ohne Gülledüngung*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	7,3
2. 20 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat eingearbeitet	102,1	104,4	106,0	100,6	107,0	102,0	108,9	100,7	94,0	99,5	7,3
3. 30 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat eingearbeitet	98,7	104,7	102,4	99,4	102,0	100,1	102,1	99,4	96,6	101,6	7,1
4. 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat/ 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle im 4-Blattstadium	91,8	104,8	96,2	98,8	95,3	95,1	91,9	98,8	93,3	94,5	7,0
5. 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle vor Saat, anschließend Dammformen und Aussaat, im 4-Blattstadium 15 m <sup>3</sup> /ha Gülle und anhäufeln	112,1	106,4	119,0	99,5	118,9	106,5	126,8	99,6	94,4	101,6	7,1
6. 20 m <sup>3</sup> /ha Gülle im Schlitzverfahren an die Maisreihe	104,4	106,5	110,7	99,4	110,1	103,9	114,2	99,5	95,8	98,9	7,4
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>101,5</b>	<b>104,5</b>	<b>105,7</b>	<b>99,6</b>	<b>105,6</b>	<b>101,3</b>	<b>107,3</b>	<b>99,6</b>	<b>95,7</b>	<b>99,3</b>	<b>7,2</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>215,8</b>	<b>29,6</b>	<b>63,8</b>	<b>5,8</b>	<b>37,1</b>	<b>23,2</b>	<b>14,9</b>	<b>63,1</b>	<b>7,2</b>	<b>158,8</b>	<b>7,3</b>
<b>GD 5 % A-Stufe</b>	<b>33,8</b>	<b>6,6</b>	<b>33,4</b>	<b>5,4</b>	<b>34,9</b>	<b>17,2</b>	<b>41,1</b>	<b>5,7</b>	<b>13,0</b>	<b>12,9</b>	<b>-</b>

\* Verrechnungsbasis

### 3.3 Unterfußdüngung im ökologischen Silomaisanbau

Versuchsfrage:

Wie wirken sich unterschiedliche Dünger, als Unterfußdünger ausgebracht, bei unterschiedlichen Anbauformen auf die Ertrags- und Qualitätsergebnisse aus?

Varianten:

Faktor 1: Unterfußdüngung (UFD)

Faktor 2: Anbauform

- |                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| 1. Ohne UFD                        | a: In Pflugfurche |
| 2. 2 dt/ha Hüttenkalk              | b: In Dammkultur  |
| 3. 4 dt/ha Hüttenkalk              |                   |
| 4. 3 dt/ha Patent-PK(Mg) (12/15/5) |                   |
| 5. 5 dt/ha Patent-PK(Mg) (12/15/5) |                   |

#### 3.3.1 Versuchsanlage und Durchführung

Versuchsanlage: Zweifaktoriell in randomisierter Spaltanlage

Wiederholungen: 4

Parzellengröße: Brutto: 3,0 m x 8,0 m = 24 m<sup>2</sup>

Netto: 1,5 m x 6,0 m = 9 m<sup>2</sup>

Standort: 2002: Maschen, Kreis Harburg

2003: Over, Kreis Harburg

Versuchsbedingungen:

Jahr:	2002	2003
<b>Standortdaten:</b>	Maschen	Over
Höhe über NN	1 m	38 m
Bodenart	schluffiger Sand	toniger Lehm
Bodenwertzahl	28	55
Vorfrucht	Silomais	Silomais
Aussaat am	13.05.	24.04.
Versuchsernte am	02.10.	10.09.
<b>Bodenuntersuchung:</b>		
pH-Wert; Monat/Jahr	5,3; 04/02	5,3; 02/03
P (mg P/100 g Boden)	2 (A)	12 (D)
K (mg K/100 g Boden)	4 (B)	20 (C)
Mg (mg Mg/100 g Boden)	4 (C)	11 (C)
N <sub>min</sub> kg/ha (0-60); am	62; 22.04.02	64; 25.04.03
<b>Organische Düngung:</b>		
Art	Rindergülle	Rindergülle
Menge	20 m <sup>3</sup> /ha	mittlere Gabe
<b>Beikrautregulierung:</b>	mehrmalige Striegel- und Hackeinsätze	mehrmalige Striegel- und Hackeinsätze

### **3.3.2 Ergebnisse 2003**

In diesem Versuch wurden zwei Dünger in jeweils unterschiedlicher Dosierung als Unterfußdünger der Nullvariante gegenübergestellt. Zusätzlich wurden diese Unterfußdüngungsvarianten in zwei unterschiedlichen Anbauverfahren, das heißt in Pflugfurche bzw. Dammkultur, angelegt. Als Dünger wurden Hüttenkalk mit 2 und 4 dt/ha und Patent-PK-Dünger mit 3 und 5 dt/ha verwandt.

Auch bei diesem Versuch war ein enormer Beikrautdruck festzustellen, der zu erheblichen Ertragsdepressionen führte. Insgesamt waren die Parzellen aber relativ gleichmäßig betroffen, so dass die Versuchsergebnisse eine relativ hohe Aussagekraft besitzen. Mit durchschnittlich 90 dt TM/ha wurden, im Vergleich zu den übrigen Versuchen dieses Standortes, die mit Abstand besten Erträge erzielt.

Der stärkste Ertragseffekt wurde durch die unterschiedliche Anbautechnik erreicht. Hier lagen bei den wichtigsten Ertragsmerkmalen statistisch abgesicherte Vorteile bei der Dammkultur. Die unterschiedlichen Düngungsvarianten zeigten Tendenzen, aber keine klaren Erkenntnisse. Mit 4 dt/ha Hüttenkalk konnten die besten Düngungseffekte erzielt werden. Bei Düngung mit Patent-PK-Dünger konnten bereits mit 3 dt/ha günstige Ertragseffekte erzielt werden.

### **3.3.3 Zweijährige Ergebnisse**

Da der Versuch 2002 aufgrund der Bodenverhältnisse nicht auswertbar war, liegen lediglich die Ergebnisse des Jahres 2003 vor, die oben entsprechend beschrieben wurden.

**Unterfußdüngung im ökologischen Silomaisanbau 2003**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Over**

<b>Absolut-Werte</b>										
<b>Merkmal</b>	<b>Ges. FM dt/ha</b>	<b>TM-Gehalt in %</b>	<b>Ges. TM dt/ha</b>	<b>Energie-dichte MJ NEL/kg</b>	<b>Energie-ertrag GJ NEL/ha</b>	<b>Stärke in %</b>	<b>Stärke-ertrag dt/ha</b>	<b>Enzyml. Verdaul. in %</b>	<b>Roh-protein in %</b>	<b>Pflanzen-länge in cm</b>
<b>Hauptwirkung Unterfußdüngung</b>										
Ohne Unterfußdüngung	277,9	31,2	86,8	6,1	53,1	26,6	23,2	66,5	7,6	166,3
2 dt/ha Hüttenkalk	274,4	31,2	85,8	6,1	52,2	26,1	22,8	65,9	7,5	163,1
4 dt/ha Hüttenkalk	297,9	31,7	94,4	6,3	59,2	28,8	27,3	68,2	7,7	165,3
3 dt/ha Patent-PK (12/15/5)	293,1	31,6	92,7	6,2	57,0	27,2	25,1	67,0	7,8	166,3
5 dt/ha Patent-PK (12/15/5)	284,9	31,8	90,7	6,1	55,6	27,1	24,7	66,6	7,5	164,5
<b>Hauptwirkung Anbauverfahren</b>										
Saat in Pflugfurche*	265,0	31,2	82,9	6,2	51,5	27,2	22,8	67,3	7,8	161,0
Saat in Dammkultur	306,3	31,7	97,2	6,1	59,3	27,1	26,4	66,4	7,5	169,2
<b>Wechselwirkung Unterfußdüngung/Anbauverfahren</b>										
Ohne UFD/Pflugfurche	251,1	31,4	78,9	6,1	48,4	26,0	20,7	66,6	7,7	160,0
Ohne UFD/Damm	304,7	31,1	94,7	6,1	57,9	27,2	25,7	66,5	7,5	172,5
2 dt/ha Hüttenkalk/Pflugfurche	253,3	30,8	78,2	6,0	47,2	25,0	20,0	65,3	7,7	158,8
2 dt/ha Hüttenkalk/Damm	295,6	31,6	93,4	6,1	57,2	27,1	25,6	66,5	7,4	167,5
4 dt/ha Hüttenkalk/Pflugfurche	285,3	31,7	90,6	6,3	57,5	29,1	26,7	68,9	7,7	165,3
4 dt/ha Hüttenkalk/Damm	310,6	31,6	98,1	6,2	60,8	28,5	27,9	67,5	7,7	165,3
3 dt/ha Patent-PK/Pflugfurche	267,2	31,4	83,9	6,3	53,0	28,5	23,9	68,7	8,2	161,5
3 dt/ha Patent-PK/Damm	318,9	31,9	101,5	6,0	61,0	25,9	26,3	65,3	7,5	171,0
5 dt/ha Patent-PK/Pflugfurche	268,1	31,0	83,2	6,2	51,4	27,2	22,7	67,2	7,7	159,5
5 dt/ha Patent-PK/Damm	301,7	32,5	98,2	6,1	59,8	26,9	26,6	66,1	7,4	169,5
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>285,6</b>	<b>31,5</b>	<b>90,1</b>	<b>6,1</b>	<b>55,4</b>	<b>27,1</b>	<b>24,6</b>	<b>66,9</b>	<b>7,6</b>	<b>165,1</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>265,0</b>	<b>31,2</b>	<b>82,9</b>	<b>6,2</b>	<b>51,5</b>	<b>27,2</b>	<b>22,8</b>	<b>67,3</b>	<b>7,8</b>	<b>161,0</b>
<b>GD 5 % Unterfußdüngung</b>	<b>16,4</b>	<b>1,0</b>	<b>5,5</b>	<b>0,2</b>	<b>6,1</b>	<b>3,4</b>	<b>4,6</b>	<b>2,6</b>	<b>0,4</b>	<b>7,4</b>
<b>GD 5 % Anbauverfahren</b>	<b>25,9</b>	<b>0,7</b>	<b>8,7</b>	<b>0,2</b>	<b>5,9</b>	<b>2,9</b>	<b>3,8</b>	<b>2,4</b>	<b>0,6</b>	<b>4,9</b>

\* Verrechnungsbasis

**Unterfußdüngung im ökologischen Silomaisanbau 2003**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Over**

Relativ-Werte										
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM- Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energie- dichte MJ NEL/ kg	Energie- ertrag GJ NEL/ ha	Stärke in %	Stärke- ertrag dt/ha	Enzymi. Verdaul. in %	Roh- protein in %	Pflanzen- länge in cm
<b>Hauptwirkung Unterfußdüngung</b>										
Ohne Unterfußdüngung	104,9	99,9	104,6	98,8	103,1	97,9	101,6	98,9	97,5	103,3
2 dt/ha Hüttenkalk	103,6	99,7	103,4	98,0	101,4	96,0	99,9	97,9	96,3	101,3
4 dt/ha Hüttenkalk	112,4	101,3	113,8	101,2	114,9	106,0	119,8	101,3	98,7	102,6
3 dt/ha Patent-PK (12/15/5)	110,6	101,2	111,7	99,6	110,6	100,0	110,1	99,5	100,3	103,3
5 dt/ha Patent-PK (12/15/5)	107,5	101,7	109,3	99,0	107,9	99,6	108,2	99,0	96,7	102,2
<b>Hauptwirkung Anbauverfahren</b>										
Saat in Pflugfurche*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Saat in Dammkultur	115,6	101,6	117,2	98,6	115,2	99,8	115,8	98,6	95,8	105,1
<b>Wechselwirkung Unterfußdüngung/Anbauverfahren</b>										
Ohne UFD/Pflugfurche	94,8	100,4	95,1	98,9	93,9	95,8	90,6	98,9	98,8	99,4
Ohne UFD/Damm	115,0	99,5	114,1	98,7	112,3	99,9	112,5	98,8	96,3	107,1
2 dt/ha Hüttenkalk/ Pflugfurche	95,6	98,5	94,2	97,1	91,7	92,1	87,8	96,9	98,4	98,6
2 dt/ha Hüttenkalk/Damm	111,5	101,0	112,5	98,8	111,1	99,9	112,1	98,8	94,2	104,0
4 dt/ha Hüttenkalk/ Pflugfurche	107,7	101,5	109,3	102,2	111,7	107,0	117,2	102,4	98,9	102,6
4 dt/ha Hüttenkalk/Damm	117,2	101,2	118,3	100,2	118,1	105,0	122,5	100,2	98,6	102,6
3 dt/ha Patent-PK/ Pflugfurche	100,8	100,4	101,1	102,0	102,9	104,8	104,8	102,0	105,1	100,3
3 dt/ha Patent-PK/Damm	120,3	102,0	122,4	97,1	118,4	95,3	115,4	97,0	95,5	106,2
5 dt/ha Patent-PK/ Pflugfurche	101,2	99,3	100,3	99,7	99,8	100,3	99,6	99,7	98,9	99,1
5 dt/ha Patent-PK/Damm	113,8	104,2	118,4	98,2	116,0	99,0	116,8	98,2	94,5	105,3
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>107,8</b>	<b>100,8</b>	<b>108,6</b>	<b>99,3</b>	<b>107,6</b>	<b>99,9</b>	<b>107,9</b>	<b>99,3</b>	<b>97,9</b>	<b>102,5</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>265,0</b>	<b>31,2</b>	<b>82,9</b>	<b>6,2</b>	<b>51,5</b>	<b>27,2</b>	<b>22,8</b>	<b>67,3</b>	<b>7,8</b>	<b>161,0</b>
<b>GD 5 % Unterfußdüngung</b>	<b>6,2</b>	<b>3,2</b>	<b>6,6</b>	<b>3,7</b>	<b>11,9</b>	<b>12,5</b>	<b>20,3</b>	<b>3,8</b>	<b>5,3</b>	<b>4,6</b>
<b>GD 5 % Anbauverfahren</b>	<b>9,8</b>	<b>2,2</b>	<b>10,5</b>	<b>3,5</b>	<b>11,4</b>	<b>10,5</b>	<b>16,7</b>	<b>3,6</b>	<b>8,2</b>	<b>3,0</b>

\* Verrechnungsbasis

### 3.4 Beikrautregulierung bei veränderter Reihenweite bzw. Dammkultur

Versuchsfrage:

Einfluss variierter Reihenweiten und Auswirkungen einer Dammkultur auf die Ertrags- und Qualitätsleistungen des Maises bei gleichzeitig variierter Beikrautregulierung

Reihenunabhängige Erntetechnik und neuere Sägeräte mit engeren Reihenweiten erlauben eine verbesserte Standraumverteilung der Einzelpflanzen. Versuche im konventionellen Maisanbau haben zum Teil ertragliche Vorteile und eine verbesserte Nährstoffausnutzung bei engeren Reihenweiten ergeben.

Ob sich diese Ergebnisse auch auf den ökologischen Anbau übertragen lassen, muss überprüft werden.

Vorteil engerer Reihenweiten kann ein rascherer Bestandesschluss und damit ein geringerer Beikrautdruck sein. Auf der anderen Seite ist die Beikrautbekämpfung bei engeren Reihenabständen technisch aufwendiger und schwieriger durchzuführen. Mit Hilfe einer Dammkultur wird eine raschere Bodenerwärmung und demzufolge eine beschleunigte Jugendentwicklung angestrebt. Dadurch wird eine Reduzierung der Beikrautregulierungsmaßnahmen angestrebt.

Varianten:

Faktor 1:	Faktor 2:
1. 75 cm Reihenabstand	a: Ohne Unkrautbekämpfung
2. 37,5 cm Reihenabstand	b: Striegel-(Netzegge-)einsatz
3. Dammkultur 75 cm Reihenabstand	c: Hackeinsatz bzw. Häufeleinsatz
	d: Kombination Striegel + Hacke (mehrmaliger Einsatz bei b bis d)

#### 3.4.1 Versuchsanlage und Durchführung

Versuchsanlage: Zweifaktorielle Versuchsanlage, Spaltversuch, Hauptparzelle in randomisierter Blockanlage

Wiederholungen: 4

Parzellengröße: Brutto: 3,0 m x 8,0 m = 24 m<sup>2</sup>  
Netto: 1,5 m x 6,0 m = 9 m<sup>2</sup>

Standort: 2002: Maschen, Kreis Harburg  
2003: Over, Kreis Harburg

Beikrautbekämpfungsmaßnahmen:

Termin	Maßnahme	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
30.04.	blindstriegeln	–	x	–	x
08.05	gestriegelt	–	x	–	x
13.05.	hacken	–	–	x	x
14.05.	striegeln	–	x	–	x
28.05.	2 x gehackt	–	–	x	x
30.05.	striegeln	–	x	–	x
03.06.	Dammvar. häufeln	–	x	x	x

Versuchsbedingungen:

Jahr:	2002	2003
<b>Standortdaten:</b>		
Höhe über NN	Maschen 1 m	Over 38 m
Bodenart	schluffiger Sand	toniger Lehm
Bodenwertzahl	28	55
Vorfrucht	Silomais	Silomais
Aussaat am	13.05.	24.04.
Versuchsernte am	02.10.	10.09.
<b>Bodenuntersuchung:</b>		
pH-Wert; Monat/Jahr	5,3; 04/02	5,3; 02/03
P (mg P/100 g Boden)	2 (A)	12 (D)
K (mg K/100 g Boden)	4 (B)	20 (C)
Mg (mg Mg/100 g Boden)	4 (C)	11 (C)
N <sub>min</sub> kg/ha (0-60); am	62; 22.04.02	64; 25.04.03
<b>Organische Düngung:</b>		
Art	Rindergülle	Rindergülle
Menge	20 m <sup>3</sup> /ha	mittlere Gabe
<b>Beikrautregulierung:</b>	siehe Varianten	siehe Varianten

### 3.4.2 Ergebnisse

Es galt in diesem Versuch zu überprüfen, wie sich unterschiedliche Beikrautbekämpfungsmaßnahmen bei variierten Anbauverfahren durchführen lassen und welche Wirkungen erzielt werden können.

Aufgrund des intensiven Unkrautdruckes während des Auflaufens und der Jugendentwicklung war eine intensive Beikrautbekämpfung zwingend erforderlich. Vorwiegend Hirsen und Weißer Gänsefuß traten massiv auf.

Die enorme Konkurrenzsituation durch Beikräuter führte zu einer Beeinträchtigung einzelner Parzellen, so dass kein beerntbarer Maisaufwuchs vorhanden war. Dazu zählen die Nullparzellen sowie einzelne Parzellen mit ausschließlichem Striegel-einsatz. Daher sind in der Tabelle nur die beernteten Varianten aufgeführt.

In diesem Versuch zeigte sich, dass wegen der Notwendigkeit der intensiven Bekämpfungsmaßnahmen die Varianten mit 75 cm Reihenabstand Vorteile besaßen, da zu den späteren Terminen noch effektive Maßnahmen durchgeführt werden konnten. Die Parzellen mit 37,5 cm Reihenabstand wurden durch die Hackmaßnahmen stärker geschädigt, so dass die Pflanzenzahlen sehr gering ausfielen. Infolgedessen war die Streuung der Parzellenergebnisse sehr groß, Rückschlüsse auf einzelne Wechselwirkungen sind nicht möglich. Generell ist jedoch festzuhalten, dass gerade die späteren Hackeinsätze noch wirkungsvoll waren. Der Unkrautdruck innerhalb der Reihen war dennoch ausgeprägt, wodurch die generellen Ertragsdepressionen erklärbar sind.

### **3.4.3 Zweijährige Ergebnisse**

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass ein Verzicht auf Beikrautregulierung zu erheblichen Ertragsausfällen führt. Die besten Ergebnisse wurden in beiden Jahren mit der Kombination aus Striegel und Hacke erzielt, wo bereits vor Auflauf des Maises bis in die Schossphase hinein Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden konnten. Je geringer der Konkurrenzdruck war, desto besser fielen auch die Qualitätsparameter aus.

Bei der Anbautechnik weichen die Ergebnisse der beiden Versuchsjahre deutlich voneinander ab. Während 2002 die Dammkultur und die engeren Reihenweiten ertragliche Vorteile zeigten, erreichten 2003 die Varianten mit 37,5 cm Reihenabstand, wie bereits beschrieben, die schlechtesten Ergebnisse. Zurückzuführen sind diese Ergebnisse auf unterdurchschnittliche Bestandesdichten aufgrund der Pflanzenverluste durch die sehr häufigen Striegel- bzw. Hackmaßnahmen. Die Dammkultur zeigte in beiden Jahren gute Leistungen. Die theoretischen Vorteile einer schnelleren Bodenerwärmung bei Dammkultur und damit verbesserte Jugendentwicklung scheinen sich in diesem Versuch zu bestätigen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Versuch in beiden Jahren sehr starke Streuungen zwischen und innerhalb der Parzellen aufwies und nur Teilbereiche der Versuche herangezogen werden konnten.

**Beikrautregulierung im ökologischen Silomaisanbau 2002**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Maschen**

Absolut-Werte												
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM-Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energiedichte MJ NEL/kg	Energieertrag MJ NEL/ha	Stärke in %	Stärkeertrag dt/ha	Enzyml. Verdaul. in %	Rohprotein in %	Rohfaser in %	Wuchshöhe in cm	Pfl./m <sup>2</sup>
<b>Hauptwirkung Beikrautregulierung</b>												
1. Ohne Beikrautregulierung	103,3	37,2	38,3	6,5	24.948	31,8	12,3	71,3	5,6	17,9	123,3	6,2
2. Striegel oder Netzegge	126,3	35,9	45,5	6,8	31.101	35,3	16,4	74,7	5,3	16,3	138,3	5,9
3. Hack- bzw. Häufeinsatz	198,7	35,9	71,3	6,6	47.243	33,9	24,3	72,7	4,6	17,7	191,0	6,5
4. Kombination Striegel + Hacke	245,0	38,2	93,8	7,0	65.559	39,2	36,9	76,9	5,0	15,2	192,7	6,7
<b>Hauptwirkung Anbautechnik</b>												
1. 75 cm Reihenabstand	142,3	36,4	51,3	6,6	34.106	32,9	17,4	72,5	5,1	17,6	150,8	6,6
2. 37,5 cm Reihenabstand	177,8	36,1	64,8	6,7	43.589	35,0	22,9	73,9	5,3	16,7	150,8	5,6
3. Dammkultur bei 75 cm Reihenabstand	185,0	37,9	70,6	6,8	48.943	37,2	27,2	75,3	4,9	16,0	182,5	6,8
<b>Wechselwirkung Beikrautregulierung/Anbautechnik</b>												
1. Ohne Beikrautregulierung/75 cm	61,0	38,4	23,5	6,4	14.997	29,9	7,0	70,0	6,1	18,3	100,0	5,8
1. Ohne Beikrautregulierung/37,5 cm	122,0	35,2	43,1	6,5	28.174	31,7	13,7	71,7	5,6	17,7	120,0	6,2
1. Ohne Beikrautregulierung/75 cm (Dammkultur)	127,0	38,1	48,3	6,6	31.672	33,7	16,3	72,1	5,0	17,6	150,0	6,7
2. Striegel oder Netzegge/75 cm	93,0	35,0	32,6	6,6	21.464	31,4	10,3	72,3	5,3	17,7	115,0	6,4
2. Striegel oder Netzegge/37,5 cm	139,0	36,8	51,2	7,1	36.112	39,4	20,2	77,4	5,8	14,3	130,0	5,0
2. Striegel oder Netzegge/75 cm (Dammkultur)	147,0	36,0	52,9	6,8	35.727	35,1	18,6	74,4	4,7	16,8	170,0	6,1
3. Hack- bzw. Häufeinsatz/75 cm	183,0	36,2	66,1	6,7	44.112	34,6	22,9	73,4	4,5	17,4	188,0	7,0
3. Hack- bzw. Häufeinsatz/37,5 cm	197,0	35,2	69,7	6,4	44.865	31,3	22,0	70,4	4,5	19,2	185,0	5,4
3. Hack- bzw. Häufeinsatz/75 cm (Dammkultur)	216,0	36,2	78,0	6,8	52.751	35,9	28,0	74,4	4,7	16,6	200,0	7,0
4. Kombination Striegel + Hacke/75 cm*	232,0	36,1	83,0	6,8	55.852	35,7	29,2	74,4	4,6	16,8	200,0	7,0
4. Kombination Striegel + Hacke/37,5 cm	253,0	37,1	95,1	6,9	65.204	37,8	35,8	76,0	5,1	15,6	168,0	5,9
4. Kombination Striegel + Hacke/75 cm (Dammkultur)	250,0	41,4	103,5	7,3	75.622	44,2	45,8	80,3	5,2	13,2	210,0	7,3
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>168,3</b>	<b>36,8</b>	<b>62,2</b>	<b>6,7</b>	<b>42.213</b>	<b>35,1</b>	<b>22,5</b>	<b>73,9</b>	<b>5,1</b>	<b>16,8</b>	<b>161,3</b>	<b>6,3</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>232,0</b>	<b>36,1</b>	<b>83,0</b>	<b>6,8</b>	<b>55.852</b>	<b>35,7</b>	<b>29,2</b>	<b>74,4</b>	<b>4,6</b>	<b>16,8</b>	<b>200,0</b>	<b>7,0</b>

\* Verrechnungsbasis

**Beikrautregulierung im ökologischen Silomaisanbau 2002**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Maschen**

Relativ-Werte												
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM-Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energie-dichte MJ NEL/kg	Energie-ertrag MJ NEL/ha	Stärke in %	Stärke-ertrag dt/ha	Enzym-l. Verdaul. in %	Roh-pro-tein in %	Roh-faser in %	Wuchs-höhe in cm	Pfl./m <sup>2</sup>
<b>Hauptwirkung Beikrautregulierung</b>												
1. Ohne Beikraut-regulierung	44,5	103,1	46,1	96,0	44,7	89,1	42,2	95,8	119,8	106,1	61,7	88,9
2. Striegel oder Netzegge	54,5	99,5	54,9	100,4	55,7	99,1	56,1	100,4	114,1	96,7	69,2	83,6
3. Hack- bzw. Häufeinsatz	85,6	99,4	85,9	97,7	84,6	95,1	83,2	97,7	98,6	105,3	95,5	92,6
4. Kombination Striegel + Hacke	105,6	105,8	113,1	103,4	117,4	110,0	126,5	103,3	107,4	90,3	96,3	96,3
<b>Hauptwirkung Anbautechnik</b>												
1. 75 cm Reihen-abstand	61,3	100,9	61,8	97,5	61,1	92,3	59,4	97,4	110,9	104,4	75,4	93,7
2. 37,5 cm Reihen-abstand	76,6	99,9	78,0	99,4	78,0	98,3	78,5	99,3	113,3	99,2	75,4	80,6
3. Dammkultur bei 75 cm Reihen-abstand	79,7	105,1	85,1	101,1	87,6	104,4	93,1	101,2	105,7	95,3	91,3	96,8
<b>Wechselwirkung Beikrautregulierung/Anbautechnik</b>												
1. Ohne Beikraut-regulierung/75 cm	26,3	106,4	28,3	94,4	26,9	83,9	24,0	94,0	131,0	108,7	50,0	82,5
1. Ohne Beikraut-regulierung/37,5 cm	52,6	97,5	51,9	96,6	50,4	89,0	46,9	96,3	120,0	104,9	60,0	88,9
1. Ohne Beikraut-regulierung/75 cm (Dammkultur)	54,7	105,5	58,2	96,9	56,7	94,5	55,8	96,9	108,2	104,6	75,0	95,2
2. Striegel oder Netzegge/75 cm	40,1	97,0	39,3	97,2	38,4	88,1	35,3	97,1	115,1	105,3	57,5	92,1
2. Striegel oder Netzegge/37,5 cm	59,9	101,9	61,6	104,3	64,7	110,5	69,2	104,0	125,2	85,0	65,0	71,4
2. Striegel oder Netzegge/75 cm (Dammkultur)	63,4	99,7	63,7	99,9	64,0	98,5	63,7	99,9	101,9	99,9	85,0	87,3
3. Hack- bzw. Häufeinsatz/75 cm	78,9	100,3	79,7	98,5	79,0	97,0	78,4	98,6	97,4	103,3	94,0	100,0
3. Hack- bzw. Häufeinsatz/37,5 cm	84,9	97,5	84,0	94,7	80,3	87,7	75,3	94,7	97,2	114,1	92,5	77,8
3. Hack- bzw. Häufeinsatz/75 cm (Dammkultur)	93,1	100,3	93,9	99,9	94,4	100,7	95,9	100,0	101,3	98,5	100,0	100,0
4. Kombination Striegel + Hacke/75 cm*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4. Kombination Striegel + Hacke/37,5 cm	109,1	102,8	114,5	102,2	116,7	105,9	122,6	102,1	110,8	92,6	84,0	84,1
4. Kombination Striegel + Hacke/75 cm (Dammkultur)	107,8	114,7	124,7	108,0	135,4	124,0	156,8	107,9	111,4	78,1	105,0	104,8
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>72,6</b>	<b>102,0</b>	<b>75,0</b>	<b>99,4</b>	<b>75,6</b>	<b>98,3</b>	<b>77,0</b>	<b>99,3</b>	<b>110,0</b>	<b>99,6</b>	<b>80,7</b>	<b>90,3</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>232,0</b>	<b>36,1</b>	<b>83,0</b>	<b>6,8</b>	<b>55.852</b>	<b>35,7</b>	<b>29,2</b>	<b>74,4</b>	<b>4,6</b>	<b>16,8</b>	<b>200,0</b>	<b>63,0</b>

\* Verrechnungsbasis

**Beikrautregulierung im ökologischen Silomaisanbau 2003**  
**Erträge, Analysen und Messungen**  
**Standort Over**

Absolut-Werte												
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM-Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energiedichte MJ NEL/kg	Energieertrag GJ NEL/ha	Stärke in %	Stärkeertrag dt/ha	Enzyml. Verdaul. in %	Rohprotein in %	Rohfaser in %	Pflanzenlänge in cm	Pfl./m <sup>2</sup>
Hauptwirkung Reihenweite												
75 cm Reihenabstand	217,4	31,4	68,6	5,9	40,4	25,4	17,8	63,8	6,8	20,4	146,0	6,1
37,5 cm Reihenabstand	180,8	31,7	58,2	5,4	31,7	21,2	12,7	58,7	6,9	22,6	127,5	3,4
75 cm Reihenabstand (Damm)	211,9	33,5	70,6	5,3	38,1	20,5	15,2	57,3	6,6	22,9	140,0	5,2
Wechselwirkung Reihenweite/Beikrautregulierung												
75 cm/Hack- bzw. Häufeinsatz	183,9	30,9	57,1	5,6	31,8	21,7	12,3	61,0	7,1	21,5	153,3	6,3
75 cm/Kombination Striegel + Hacke	250,8	32,0	80,1	6,1	49,0	29,1	23,4	66,6	6,6	19,4	138,8	5,9
37,5 cm/Kombination Striegel + Hacke	180,8	31,7	58,2	5,4	31,7	21,2	12,7	58,7	6,9	22,6	127,5	3,4
75 cm (Damm)/Striegel oder Netzegge	162,2	32,1	51,6	5,1	25,9	16,6	8,6	54,1	6,9	24,1	-	-
75 cm (Damm)/Hack- bzw. Häufeinsatz	197,2	34,6	67,7	5,3	36,0	20,2	14,1	56,8	6,4	23,1	137,5	5,4
75 cm (Damm)/Kombination Striegel + Hacke	276,1	33,8	92,4	5,6	52,3	24,6	23,0	61,1	6,5	21,5	142,5	5,0
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>208,5</b>	<b>32,5</b>	<b>67,9</b>	<b>5,5</b>	<b>37,8</b>	<b>22,2</b>	<b>15,7</b>	<b>59,7</b>	<b>6,7</b>	<b>22,0</b>	<b>139,9</b>	<b>5,2</b>
<b>Mittel-Standard</b>	<b>208,5</b>	<b>32,5</b>	<b>67,9</b>	<b>5,5</b>	<b>37,8</b>	<b>22,2</b>	<b>15,7</b>	<b>59,7</b>	<b>6,7</b>	<b>22,0</b>	<b>139,9</b>	<b>5,2</b>
Relativ-Werte												
Merkmal	Ges. FM dt/ha	TM-Gehalt in %	Ges. TM dt/ha	Energiedichte MJ NEL/kg	Energieertrag GJ NEL/ha	Stärke in %	Stärkeertrag dt/ha	Enzyml. Verdaul. in %	Rohprotein in %	Rohfaser in %	Pflanzenlänge in cm	
Hauptwirkung Reihenweite												
75 cm Reihenabstand	104,2	96,7	101,1	106,3	106,9	114,2	113,8	106,8	101,6	92,8	104,4	
37,5 cm Reihenabstand	86,7	97,6	85,7	98,5	84,0	95,3	81,1	98,4	102,4	102,4	91,1	
75 cm Reihenabstand (Damm)	101,6	103,0	104,0	96,3	100,7	92,1	97,1	96,0	98,2	104,0	100,1	
Wechselwirkung Reihenweite/Beikrautregulierung												
75 cm/Hack- bzw. Häufeinsatz	88,2	95,2	84,2	102,0	84,2	97,5	78,5	102,1	105,7	97,5	109,6	
75 cm/Kombination Striegel + Hacke	120,3	98,3	118,1	110,6	129,6	131,0	149,0	111,5	97,4	88,1	99,2	
37,5 cm/Kombination Striegel + Hacke	86,7	97,6	85,7	98,5	84,0	95,3	81,1	98,4	102,4	102,4	91,1	
75 cm (Damm)/Striegel oder Netzegge	77,8	98,7	76,0	91,4	68,6	74,6	54,8	90,6	103,0	109,4	-	
75 cm (Damm)/Hack- bzw. Häufeinsatz	94,6	106,5	99,8	95,5	95,2	91,0	90,1	95,1	95,3	104,9	98,3	
75 cm (Damm)/Kombination Striegel + Hacke	132,4	103,8	136,2	102,0	138,4	110,6	146,5	102,3	96,2	97,7	101,8	
<b>Mittel-Versuch</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
<b>Mittel-Standard</b>	<b>208,5</b>	<b>32,5</b>	<b>67,9</b>	<b>5,5</b>	<b>37,8</b>	<b>22,2</b>	<b>15,7</b>	<b>59,7</b>	<b>6,7</b>	<b>22,0</b>	<b>139,9</b>	

Verrechnungsbasis = Versuchsmittel

#### **4. Zusammenfassung**

Die Versuchsergebnisse in den Jahren 2002 und 2003 belegen, dass es in der Tat auf schweren Marschstandorten schwierig ist, Maisanbau zu praktizieren. Das Problem der Beikrautregulierung ist auf derartigen Standorten ein besonders gravierender Punkt, da die Bodenbearbeitbarkeit sich wesentlich schwieriger gestaltet und bei ungünstigen Witterungs- und Bodenbedingungen der maschinelle Bekämpfungseinsatz nicht die gewünschten Effekte erzielt. Ziel muss daher sein, die Aussaat in einen gut bearbeiteten Boden durchzuführen, der anschließende Striegel- und Hackmaßnahmen zulässt. Obwohl Marschböden ein höheres Stickstoffmineralisationsvermögen als Sandböden aufweisen, ist die gezielte organische Düngung eine wichtige Maßnahme zur Ausschöpfung des Ertragsvermögens des Maises. Da Marschböden in der Regel nur eine eher verhaltene Bodenerwärmung ermöglichen, kann die Förderung der Jugendentwicklung des Maises durch mögliche Unterfußdüngungsmaßnahmen sicherlich eine sinnvolle Maßnahme sein. Die beiden Versuchsjahre haben gezeigt, dass bei entsprechendem Bodenzustand und Bodenerwärmung die Aussaat durchaus bereits im April erfolgen kann, um die Vegetationszeit möglichst effektiv zu nutzen. Allerdings ist zu beachten, dass durch anschließend günstige prognostizierte Witterungsverhältnisse ein recht zügiger Aufgang gewährleistet ist.