

# BÖL

Bundesprogramm  
Ökologischer  
Landbau

## Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau

Development of Strategies for Seed Treatment in Organic Farming

**FKZ: 03OE127/3**

**Projektnehmer:**

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz  
Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow  
Tel.: +49 33203 48 275  
Fax: +49 33203 48 424  
E-Mail: [Marga.Jahn@jki.bund.de](mailto:Marga.Jahn@jki.bund.de)  
Internet: <http://www.jki.bund.de>

**Autoren:**

Jahn, M.; Waldow, F.; König, D.; Koch, E.; Wächter, R.; Wehrauch, B.

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

## Schlussbericht

Forschungsprojekt

### „Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau“

Förderkennzeichen: 03OE127/3

Laufzeit/ Berichtszeitraum: 01.05.2004 – 31.12.2006

Zuwendungsempfänger / ausführende Stellen:

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Dr. M. Jahn  
Institut für integrierten Pflanzenschutz  
Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow  
Bearbeiter: Dr. F. Waldow, D. König

Dr. E Koch  
Institut für biologischen Pflanzenschutz  
Heinrichstr. 243, D-64287 Darmstadt  
Bearbeiter: Dr. R. Wächter, B. Weihrauch

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:

- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Deutschland e.V., Galvanistr. 28, D-60486 Frankfurt, Dr. K.-P. Wilbois
- Naturland e.V., Kleinhaderner Weg 1, D-82166 Gräfelfing, W. Vogt-Kaute
- IBDF im Forschungsring e.V., Zweigstelle Dottenfelderhof, D-61118 Bad Vilbel, Dr. H. Spieß
- GfgF e.V., Getreidezüchtungsforschung Darzau, Darzau Hof 1, D-29490 Neudarchau, Dr. J. Müller
- Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Gartenbau, Sachgebiet Heil- und Gewürzpflanzen, Walporzheimer Str. 48, D-53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler, H. Blum

## **1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau**

Die Verwendung gesunden Saatgutes ist im ökologischen Landbau von besonderer Bedeutung. Lückenhafte Bestände als Folge schlechter Saatgutqualität können während der Vegetationszeit kaum ausgeglichen werden. Auch lassen sich Krankheiten, die ihren Ursprung am Saatgut haben, im Ökolandbau nicht durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bekämpfen.

Mit der Umsetzung der Verordnung 1452/2003 zur Verwendung ausschließlich von Öko-Saatgut ist die Bedeutung der Bereitstellung gesunden Saatgutes weiter gewachsen. Systembedingt haben im ökologischen Landbau generell vorbeugende Maßnahmen zur Gesunderhaltung des Erntegutes Vorrang (Spieß, 1999 a; 1999b). Dazu gehören acker- und pflanzenbauliche Faktoren wie Sorten- und Standortwahl und Bewirtschaftung, aber auch Maßnahmen zur Gesunderhaltung des Saatgutes wie Reinigung der Erntemaschinen, Transportbehälter und Lagerräume. Alle diese Maßnahmen reichen jedoch oft nicht aus, um in jedem Fall gesundes Saatgut zu erzeugen. Es ist daher notwendig, auch direkte Bekämpfungsverfahren bereitzustellen, mit denen erforderlichenfalls eine Regulierung der Krankheitserreger am Saatgut erfolgen kann.

Saatgutbehandlungsverfahren und –mittel waren vor Projektbeginn weder hinreichend vorhanden noch waren die vorhandenen, potentiell in der Praxis anwendbaren Methoden entsprechend untersucht, um in allen Fällen situationsgerecht in der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Praxis eine Saatgutbehandlung durchführen zu können. Beispielsweise waren bekannte Verfahren bislang nicht auf große Mengen von z. B. Getreidesaatgut ausgelegt oder für bestimmte Einsatzgebiete, Anwendungsbedingungen, Stärken und Schwächen ihrer Nutzung sowie die damit verbundenen Kosten in der landwirtschaftlichen Praxis nicht hinreichend bekannt.

Ziel dieses Projektes war es daher, vorhandene und im Ansatz vorhandene Verfahren und Mittel zur Saatgutgesundheit zusammenzutragen, auf ihre Tauglichkeit zu testen und, wenn möglich und sinnvoll, für die Praxisanwendung (weiter) zu entwickeln. Dies beinhaltete die Recherche und Zusammenstellung aller für den Öko-Landbau verfügbaren Verfahren zur Saatgutbehandlung, die Testung von zur Pflanzenbehandlung bereits registrierten Präparaten an einer Reihe wichtiger Saatgutarten (einschließlich Optimierung der Methodik), die Weiterentwicklung und Überprüfung von Erfolg versprechenden, aber bislang nicht hinreichend praxisreif entwickelten Ansätzen zur Saatgutbehandlung in der Praxis sowie die Überprüfung und Auslotung von Schwellenwerten, die eine Saatgutbehandlung indizieren.

Insbesondere für den Technologie- und Wissenstransfer in die Praxis sind zwei Leitfäden ‚Saatgesundheit im Öko-Landbau – Ackerbau‘ und ‚Saatgesundheit im Öko-Landbau – Gemüsebau‘ zu erarbeiten, die Praktikern Maßnahmeoptionen der Saatgutgesundheit einschließlich möglicher Anwendungsgebiete, Einschränkungen, Vor- und Nachteile und ökonomischer Betrachtung an die Hand gibt.

### **1.1 Planung und Ablauf des Projekts**

Nach Vorgabe des Auftraggebers wurde das Vorhaben in enger Zusammenarbeit mit dem Projekt gleichen Themas Nr. 03OE127/2 des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) Deutschland, realisiert. Des Weiteren bestand eine Kooperation mit dem Vorhaben 03OE127/1 „Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und

Gewürzpflanzenanbau“ des DLR Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Gartenbau, Sachgebiet Heil- und Gewürzpflanzen. Die Bearbeitung der Vorhaben erfolgte aus fachlichen Gründen bis auf bestimmte Bereiche von einander getrennt, so dass für jedes Vorhaben ein entsprechender Abschlussbericht vorgelegt wird.

Das Aufgabengebiet der Institute der Biologischen Bundesanstalt bestand in der Hauptsache in der Beschaffung, Prüfung und Auswahl von natürlich infizierten Saatgutpartien sowie der Auswahl und Testung von alternativen Saatgutbehandlungsverfahren. Hierbei standen gelistete Pflanzenstärkungsmittel bzw. zugelassene Pflanzenschutzmittel auf mikrobieller Basis sowie physikalische Verfahren im Vordergrund.

Die Versuche wurden unter kontrollierten Bedingungen in Klimakammern und im Gewächshaus angelegt. Behandlungsvarianten, die sich unter diesen Bedingungen als geeignet erwiesen, einen Befall erfolgreich vermindern oder unterdrücken konnten oder den Aufgang deutlich steigern konnten, wurden in der nächstmöglichen Vegetationsperiode im Freiland getestet. Die Behandlungen der Feldversuchsvarianten oblagen ebenfalls größtenteils der BBA. Konzeption, Durchführung und Auswertung der Feldversuche war dann die Aufgabe der Kollegen im assoziierten Projekt 03OE127/2. Eine Schwierigkeit war die häufig unzureichende Verfügbarkeit größerer Mengen an ausreichend infiziertem Saatgut, so dass nicht immer alle Wirt/Pathogen-Kombinationen in der gewünschten Weise im Feld getestet werden konnten.

Da die Arbeiten an den Instituten der BBA erst im Mai 2004 aufgenommen wurden, waren für die Herbstsaat von Wintergetreide im selben Jahr noch keine Ergebnisse aus Mittelprüfungen vorhanden, um Behandlungen gegen die typischen Auflaufschaderreger *Fusarium*, *Stagonospora* oder *Microdochium* vornehmen zu können. Feldversuche hierzu wurden im Winter 2005/2006 sowie im Winter 2006/2007 angelegt.

## **1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Für die Anwendung im ökologischen Landbau sind prinzipiell verschiedene physikalische Verfahren sowie die Anwendung von Stoffen natürlicher Herkunft wie Milchpulver, pflanzliche Präparate oder Mikroorganismen geeignet. Zu einzelnen Verfahren aus jeder dieser Gruppen lagen Ergebnisse vor (Jahn 2002), die aber zum einen noch nicht hinreichend unter Praxisbedingungen getestet wurden, zum anderen in der Breite begrenzt waren.

Die Wirksamkeit des klassischen Verfahrens der Heißwasserbeize gegen Flugbrand wie auch andere Pathogene an Getreide ist eindeutig belegt (Winter et al. 1995; 1997). Die Probleme der technischen Durchführbarkeit, das Risiko der Keimschädigung sowie die Notwendigkeit der Rücktrocknung des behandelten Getreides sind die Ursache dafür, dass die Heißwasserbehandlung bei Getreide in der Praxis nur bei Fehlen jeglicher Alternativen, wie bei der Flugbrandbekämpfung, Verwendung findet. Die Heißwasserbehandlung ist ebenfalls gegen verschiedene Pathogene an Gemüsesaatgut wirksam (Nega et al. 2001). Da die zu behandelnden Saatgutmengen bei Gemüse deutlich geringer sind als bei Getreide, hat dieses Verfahren für dieses Anwendungsgebiet große potentielle Bedeutung für die Praxis. Neben der Heißwasserbeizung sind verschiedene andere Formen der thermischen Saatgutbehandlung beschrieben. In jüngerer Zeit wurde in Schweden ein Verfahren unter Verwendung von heißer, feuchter Luft zur Praxisreife entwickelt, bei dem Temperatur, Behandlungszeit und relative Luftfeuchtigkeit unter Nutzung von Sensor- und Computertechnologie kontrolliert werden (Forsberg et al. 2002). In einem 2002 abgeschlossenen EU-Projekt wurde die Wirksamkeit dieser Heißluftbehandlung an Getreide

untersucht. Gegen verschiedene Pathogene wie Steinbrand und Fusarien bestand eine gute bis hinreichende Wirkung, gegen Gersten- und Weizenflugbrand war dieses Verfahren unwirksam (Krauthausen et al. 2002).

Die Saatgutbehandlung mit organischen festen Stoffen wie Milchpulver oder Getreidemehl wurde insbesondere im Hinblick auf ihre Wirksamkeit gegen Weizensteinbrand untersucht (Becker u. Weltzien 1993; Winter et al. 2001). Es wurden hohe Wirkungsgrade erzielt, jedoch bereitet die Applikation der erforderlichen Mengen Probleme, und es wurden Keimschädigungen beobachtet. Eine Saatgutbehandlung mit Essigsäure eignet sich ebenfalls zur Steinbrandbekämpfung, auch eine Wirksamkeit gegen die Streifenkrankheit der Gerste wurde nachgewiesen (Nielsen et al. 2000). Bei der verwendeten Konzentration von 5 % bestand jedoch eine Tendenz zur Phytotoxizität.

Nach Arbeiten mit Meerrettichextrakt verwendeten Spieß und Dutschke (1991) ein Gelbsenfmehl für die Steinbrandbekämpfung. Das Produkt („Tillecur“) ist als Pflanzenstärkungsmittel gelistet. Es erreicht Wirkungsgrade von >98 % (Paffrath u. Tränkner 1998; Spieß 2000; 2003), ist aber in seiner jetzigen Form nur bedingt mit modernen Beizgeräten applizierbar. In Gewächshausversuchen der BBA wurde eine ca. 70 %ige Wirksamkeit des Präparates gegen die Streifenkrankheit der Gerste nachgewiesen (unveröffentlicht). Nach Versuchen der Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart (Weng 1998, unveröffentlicht) besteht auch eine Wirksamkeit gegen Zwergsteinbrand (WG 60 %).

Eine Reihe von Ergebnissen zeigte, dass sich auch antagonistische Mikroorganismen für die Bekämpfung samenbürtiger Krankheiten an Getreide- und Gemüsesaatgut eignen (Hökeberg et al. 1997; Koch u. Lindner 2001) In Skandinavien wurde ein auf dem Bakterium *Pseudomonas chlororaphis* basierendes Präparat entwickelt, das zur Saatgutbehandlung insbesondere gegen Netzflecken und Streifenkrankheit an Sommergerste Eingang in die Praxis gefunden hat. Auch gegen Fusarien und Steinbrand wird eine Wirkung beschrieben. Das Präparat ist nunmehr in die EU-Wirkstoffliste (Anhang I der Richtlinie 91/414) aufgenommen und befindet sich im Zulassungsverfahren.

Zusammenfassend ließ sich feststellen, dass es eine Vielzahl von alternativen Saatgutbehandlungsverfahren gibt, die allerdings unterschiedlich weit für die landwirtschaftliche Praxis entwickelt waren. Auch zeigte sich, dass häufig Unsicherheiten bei der Applikation oder eine Phytotoxizität bestehen. Die meisten der Verfahren wurden bisher nur hinsichtlich ihrer Wirkung gegen ein oder wenige Pathogene geprüft. In dieser Hinsicht am besten untersucht waren Verfahren zur Bekämpfung von Steinbrand. Zur Wirksamkeit gegen andere wichtige samenbürtige Pathogene (z.B. Fusarien, Septoria, Streifenkrankheit) war weniger bekannt. Auch fiel auf, dass sich für die Bekämpfung der im Embryo lokalisierten Flugbrände (*U. nuda*, *U. tritici*) bisher keine Alternativen zur Heißwasserbeizung abzeichneten. Auch war bisher völlig ungeklärt, welches alternative Verfahren unter konkreten Infektionsbedingungen am geeignetsten erscheint.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Saatgut und Befallsermittlung**

Voraussetzung für aussagekräftige Ergebnisse in den Mittelversuchen war ausreichend hoch infiziertes Saatgut. Dabei wurden möglichst natürlich infizierte Partien verwendet. Jede zur Verfügung stehende Saatgutpartie wurde zuerst *in vitro* auf Agarplatten (200 Korn) bzw. in Erde (100-200 Korn) auf ihren Befall getestet, um geeignetes Saatgut für die Versuche

(Gewächshausversuche der BBA und Feldversuche anderer Projektteilnehmer) auszuwählen. Im Projektverlauf wurden insgesamt 115 Saatgutpartien (Getreide, Leguminosen, Gemüse und Kräuter) auf ihren Besatz mit samenbürtigen Pathogenen untersucht. Anhang I und II enthalten die Übersichten über das untersuchte Saatgut. Bei einigen Erregern (Haferflugbrand, *Stagonospora nodorum*) reichte der Grad der natürlichen Infektion nicht aus, so dass das Saatgut auch künstlich infiziert werden musste.

## 2.2 Überlagerung

Um eine Aussage über die Überlebensfähigkeit der Pathogene am Saatgut über einen längeren Zeitraum zu erhalten, wurde mit jeder zur Verfügung stehenden Saatgutpartie eine Befallsermittlung am Anfang und am Ende (nach ca. einem Jahr) des Projektes durchgeführt. Für den Zeitraum des Projektes wurde das Saatgut bei 4 °C in Dunkelheit gelagert.

## 2.3 Präparate

Die Auswahl der Behandlungsvarianten und der eingesetzten Konzentrationen und Mittelmengen erfolgte bei den Mitteln, für die keine Empfehlung für die Anwendung an Saatgut existierte, unter Zugrundelegung eines vorangegangenen Tests auf Phytotoxizität (Erdtest mit 100 Körnern pro Variante und einer unbehandelten Kontrollvariante). Dabei wurde in der ersten Testphase mit der höchst möglichen Konzentration gearbeitet, um eine möglichst hohe Wirkung zu erzielen. Bei erfolgreicher Bekämpfung wurden dann in der zweiten Testphase mit Mitteln, bei denen hohe Behandlungskosten zu erwarten waren, Tests mit geringerer Konzentration bzw. geringerer Aufwandmenge durchgeführt.

Die Erdtests wurden mit 300 bis 400 Körnern pro Variante und dreifacher bzw. vierfacher Wiederholung durchgeführt. Bei großsamigen Saaten (Lupine, Erbse) wurden die Versuche mit 200–300 Körnern angelegt. Um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu testen, wurden die Versuche mindestens einmal wiederholt.

Kontrollvarianten:

1. H<sub>2</sub>O oder unbehandelt (Negativkontrolle)
2. Chemische Beize (ABAVIT UF / ARENA C / AATIRAM) (Positivkontrolle)
3. Methylcellulose 1 % wässrig (Suspensionslösung des mikrobiellen Antagonisten FZB 53)
4. Alkoholische Lösungsmittel (Ethanol, Isopropanol)

Tab. 1 Behandlungsvarianten

	<b>Präparat bzw. Verfahren</b>	<b>Hersteller/Vertreiber</b>	<b>Inhaltsstoffe</b>	<b>Preis</b>	<b>Konzentration</b>	<b>Aufwandmenge pro g Saatgut</b>
1	Milsana	Biofa	Staudenknöterich <i>Reynoutria sacchalinensis</i> in 10 % Ethanol/30 % Isopropanol	20.-€/l	unverdünnt	0,05 ml (5 l/100kg)
2	LEBERMOOSER	Neemhandel Gernsheim	Lebermoos in 70 % Ethanol	16,24 €/l	unverdünnt	0,05 ml
3	GARLIC GARD	Respondek Idstein	Knoblauchextrakt	6,70 €/l	unverdünnt	0,05 ml
4	Tillecur	Biofa	Senfmehl	24,30 €/kg	22 %	0,05 ml
5	Kendal	Gerlach Hannover	Oligosaccharide, Pflanzenextrakte,	14,90 €/l	unverdünnt	0,05 ml

			Glutathion, Kalium			
6	Serenade	GAB-Consulting	<i>Bacillus subtilis</i> Stamm QST 713	13.- €/kg	5 %	0,05 ml
7	Cedomon / Cerall	BioAgri Schweden	<i>Pseudomonas chloraphis</i> Stamm MA 432	7,38 €/l	unverdünnt	0,01 ml
8	Kupferprotein	Proagro Abenberg	Kupfer mit natürlichen Milchprotein-Polysaccharid Komplexen		unverdünnt	0,01 ml
9	GRÜNKRAFT	Mayrhofer Rain-Wallersdorf	Homöopathikum + Pflanzenextrakte		unverdünnt	0,05 ml
10	BIOKAL 01	Kecskes Wendelstein	Pflanzen- und Humusextrakte, ätherische Öle		3 %	0,05 ml
11	ChitoPlant	Chi-Pro Bremen	Chitosan	65.- €/500 g	1:4000	siehe unten
12	FZB 53	FZB Berlin	<i>Streptomyces mycoticus</i>		20 %	0,04 ml
13	Pflanzenextrakte	Schacht Braunschweig	Holunder, Thymian, Rhabarber, Salbei, Wermut, Ackerschachtelhalm, Meerrettich; gemahlen	ca. 15.- €/200 g	10 %	siehe unten
14	Pflanzenöle	Siehe unten	Versch. Thymianöle, Anisöl; Thujaöl	ca. 20.- €/100 ml	0,1 % bis 5 %	siehe unten
15	NADES	Aquagroup Regensburg	Wasser, 0,02 % Oxidantien		20 %	siehe unten
16	Warmwasserbeize		120 min 45 °C			
17	Heißwasserbeize		20 min 52 °C			
18	Feuchtheißluft	ThermoSeed Schweden	Behandlungsparameter nicht bekannt			

## 2.4 Saatgutbehandlung

### 2.4.1 Kontrollvarianten

#### 1: Wasser

Bei jedem Versuch wurde eine Negativkontrolle (ebenfalls in drei- bis vierfacher Wiederholung pro Test), die allein mit Wasser behandelt war, mitgeführt. Dabei wurden entsprechend der Mittelbehandlung (siehe unten) 15-20 g Saatgut in einem Rundkolben oder Becherglas mit 0,05 ml Wasser / g Saatgut benetzt, 3 min gut geschüttelt und über Nacht in einer Schale ausgebreitet rückgetrocknet.

#### 2: Chemische Beize

ARENA C: (0,002 ml/g Saatgut) 20 µl / 10 g Korn bei Flugbrand, *Fusarium* spp., *Stagonospora nodorum* und *Microdochium nivale*

ABAVIT UF: (0,002 ml/g Saatgut) 20 µl / 10 g Korn bei Netzflecken und Streifenkrankheit

AATIRAM: (0,003 mg/g Saatgut) 30 mg / 10 g Korn bei *Ascochyta*, *Alternaria* und *Phoma*

### 3: Methylcellulose

In den Versuchen mit dem in 1 %iger Methylcellulose suspendierten Streptomyceten FZB 53 wurde eine Negativkontrolle mit Methylcellulose mitgeführt. Dabei wurde wie bei der Wasserkontrolle das Saatgut mit einer 1 %igen wässrigen Methylcellulosesuspension (0,05 ml/g Saatgut) gebeizt.

### 4: Alkoholsuspension

Als Kontrolle für die Mittel auf alkoholischer Basis (LEBERMOOSER und Milsana) wurden die entsprechenden Alkohole in den verwendeten Konzentrationen (70 % Ethanol bzw. 10 % Ethanol / 30 % Isopropanol) bei den Tests mitgeführt. Die Beize erfolgte wie für die Wasserkontrolle beschrieben.

Im Laufe der Versuchsserien wurden auf Grund der guten Wirkung der Alkohole diese nicht mehr allein als Kontrollen getestet, sondern als potenzielle Mittel angesehen. Dabei wurden neben Tests mit unterschiedlichen Konzentrationen auch solche zur Reduzierung der Aufwandmenge von 0,05 ml/g auf 0,02 ml/g Saatgut durchgeführt. Das hier verwendete Ethanol war Ethanol für Laborzwecke (Fa. Merck), das mit Methylethylketon vergällt war.

## 2.4.2 Behandlungsvarianten

### 1-10: Mittelbehandlung

Die Behandlung mit den Präparaten Milsana, LEBERMOOSER, GARLIC GARD, Tillecur, Kendal, Serenade, Cedomon/Cerall, Kupferprotein, GRÜNKRAFT und BOKAL 01 erfolgte mit 15-20 g Saatgut pro Variante in einem 250 ml Rundkolben oder Becherglas.

Alle Mittel mit Ausnahme von Tillecur, Serenade und BOKAL 01 wurden unverdünnt, also in ihrer entsprechenden Konzentration direkt eingesetzt. Bei Tillecur wurde die 22 %ige Suspension (z.B. 1,1 g auf 5 ml Wasser) vor der Applikation eine Stunde quellen gelassen. Von Serenade wurde eine 5 %ige und von BOKAL 01 eine 3 %ige Suspension hergestellt.

Das Saatgut wurde mit 0,05 ml/g (Ausnahmen Cedomon/Cerall und Kupferprotein: 0,01 ml/g Saatgut) benetzt und dann ca. 3 min gut geschüttelt. Nach der Behandlung wurde das Saatgut in einer Schale ausgebreitet und mindestens über Nacht rückgetrocknet. Danach erfolgte in der Regel die Aussaat ohne nochmalige Lagerung.

### 11: ChitoPlant

Aufgrund der sehr geringen Konzentration (1:4000 laut Herstellerangaben) wurde das Saatgut 10 min in die Suspension getaucht und rückgetrocknet.

### 12: FZB 53

Die Anzucht des Streptomyceten erfolgte in Kartoffelpüree-Agar (Instant Kartoffelpüree 4 %, Glukose 2 %, Agar 2 %). Auf eine gut bewachsene Platte wurde ca. 1 ml steriles Wasser pipettiert, und die so erhaltene Mikroorganismensuspension wurde auf neue Platten ausplattiert (ca. 50 µl je Platte).

Für die Behandlung wurde eine gut bewachsene Platte mit 1 ml 0,0125 % Tween 80 abgewaschen. Die Suspension wurde 20 min bei 15 °C und 8000 UPM zentrifugiert, der Überstand dekantiert, das Pellet gewogen und als 20%ige Lösung in 1% Methylcellulose angesetzt (z.B. 0,29 g in 1,45 ml 1 % Methylcellulose). Für die Behandlung von 25 g Korn wurde 1 ml verwendet.

Im Laufe des Jahres 2005 wurden die Versuche mit FZB 53 eingestellt, da der Hersteller signalisierte, er werde die Formulierung und Zulassung bzw. Listung dieses Präparats nicht weiter verfolgen.

### 13: Pflanzenextrakte

Es wurde eine 10 %ige Suspension aus gemahlenem Pflanzenmaterial in 50 °C warmem 0,0125 % Tween 80 hergestellt und 1 h unter Rühren extrahiert. Wenn die Konsistenz der Lösung es zuließ, wurde der Extrakt durch ein Sieb abgesehen und filtriert. Anschließend wurde das Saatgut 30 min lang im Filtrat inkubiert. Bei zu zähflüssiger Lösung wurde das Saatgut direkt im Extrakt inkubiert. Danach wurde die Lösung abgesehen, das Saatgut ausgebreitet und ca. 20 h bei Raumtemperatur rückgetrocknet.

### 14: Pflanzenöle

Das Thymianöl (Schacht Braunschweig) wurde nach Vorgaben aus dem STOVE-Projekt als 0,5 % bzw. 1 %ige Emulsion in Wasser angesetzt.

Die auf Thymianöl basierenden Präparate FungEnd (Blumenstein Allendorf) und BioZell-2000B (Zeller Neckargemünd) wurden vor der Applikation gut geschüttelt, um eine möglichst gute Durchmischung der öligen und wässrigen Phase zu erreichen und in 0,1 % - 5 %iger Emulsion eingesetzt. Das Saatgut wurde 20 min bei Raumtemperatur in der Suspension inkubiert und rückgetrocknet.

Anisöl und Thujaöl (Schacht Braunschweig) wurden jeweils 1 %ig angesetzt, mit einem Ultraturax vermischt, das Saatgut 30 min bei Raumtemperatur in der Suspension inkubiert und rückgetrocknet.

### 15: NADES

Das Desinfektionsmittel wurde auf 20 % verdünnt, das Saatgut 20 min in die Suspension getaucht und rückgetrocknet.

### 16: Warmwasserbehandlung

15-20 g Saatgut wurden in ein Gazesäckchen gepackt und in einem Laborwasserbad in 45 °C warmem Wasser 120 min lang inkubiert. Danach wurde das Saatgut auf einem Tablett auf Filterpapier ausgelegt und ca. 20 h rückgetrocknet.

### 17: Heißwasserbehandlung

Alle Arbeitsschritte wurden wie bei der Warmwasserbehandlung durchgeführt, die Behandlungsparameter waren 20 min und 52 °C.

### 18: Feuchtheißluftbehandlung

Zu den Behandlungsparametern kann keine Aussage gemacht werden, da das Saatgut zur Behandlung im ThermoSeed-Verfahren nach Schweden geschickt wurde. Die Parameter werden von der Firma nicht offen gelegt.

## 2.5 Anzucht der Pflanzen und Befallsbestimmung

### 2.5.1 Streifenkrankheit (*Drechslera graminea*) an Gerste (BBA Darmstadt)

Sowohl für die Befallsermittlung als auch für die Mittelprüfung wurden Erdtests in Fruhstorfer Erde (Industrie-Erdenwerk Archut, Lauterbach) Typ T (gesiebt) oder Typ P, vermischt mit ca. 1/3 Sand, in Gerda Schalen (20\*20 cm, Höhe 9 cm) durchgeführt. Es wurden 100 Körner/Schale ca. 0,5 cm tief ausgesät und gegossen.

Die Schalen wurden abgedeckt, zwei Wochen bei 4°C in Dunkelheit gestellt und dann in 15 °C überführt. Nach dem Auflaufen wurden sie aufgedeckt und bei 16 h Beleuchtung (Metallhalogendampflampen und Osram Powerstar HQI-T 400 W/D) angezogen.

Nach einer Woche wurden die Pflanzen in 20 °C mit 16 h Beleuchtung (Leuchtstoffröhren Osram L30W/77 Fluora und Osram L30W/21-840 Hellweiß Lumilux Coolwhite abwechselnd angebracht) überführt und bis zum Stadium BBCH 12 /13 weiter kultiviert. Ab ca. zehn Tagen

nach Überführung in 20 °C wurde die Anzahl der vorhandenen Pflanzen sowie die Anzahl Pflanzen mit streifigen Blattchlorosen erfasst.

#### 2.5.2 Netzflecken (*Drechslera teres*) an Gerste (BBA Darmstadt)

Aussaart, Inkubation bei 4 °C und einwöchige Anzucht bei 15 °C erfolgten wie oben für die Streifenkrankheit beschrieben. Anschließend wurden die Pflanzen im Gewächshaus bei 20 °C in feuchte Kammern gestellt (je nach Größe der Kammern wurden zusätzlich Schalen mit Wasser aufgestellt) und unter Licht (Osram Violux 400W NAV-E/HQI-E) bis zum Stadium BBCH 12 /13 ca. zehn Tage weiter kultiviert. Zum Boniturtermin wurde die Anzahl gekeimter Pflanzen sowie die Anzahl Pflanzen mit netzartigen Blattchlorosen erfasst.

#### 2.5.3 *Fusarium culmorum* an Weizen und Triticale (BBA Darmstadt)

##### Befallsbestimmung *in vitro*

Das Saatgut wurde auf PDA-Platten mit 300 ppm Streptomycinsulfat ausgelegt. Die Platten wurden bei 20 °C und 12 h Beleuchtung inkubiert. Pro Saatgutpartie wurden acht Platten mit je 25 Körnern ausgelegt. Nach fünf bis sechs Tagen wurde die Anzahl der Körner mit typisch rotem *Fusarium*-Mycel gezählt.

##### Befallsermittlung und Mittelprüfung

Sowohl für die Befallsermittlung als auch die Mittelprüfung wurden Erdtests in Fruhstorfer Erde Typ T (gesiebt) oder Typ P, vermischt mit ca.1/3 Sand, in flachen Schalen (42\*30 cm, Höhe 4 cm) angelegt.

Es wurden 100 Körner/Schale ca. 0,5 cm tief ausgesät und gegossen. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte bei 20°C mit 16 h Beleuchtung (Leuchtstoffröhren Osram L30W/77 Fluora und Osram L30/21-840 Hellweiß Lumilux Coolwhite abwechselnd angebracht). Nach dem Auflaufen wurden die Pflanzen nur verhalten gegossen und so unter Trockenstress gehalten. Nach 10 bis 14 Tagen wurde die Bonitur nach aufgelaufenen Pflanzen und Verbräunungen des Keimlings durchgeführt. Dazu wurden die Pflanzen aus der Erde entnommen und anhand der Symptome am Hypokotyl in die Kategorien „gesund“ oder „krank“ eingeordnet.

#### 2.5.4 *Fusarium* spp. an Weizen (BBA Kleinmachnow)

##### Befallsbestimmung *in vitro*

Für die Befallsbestimmung *in vitro* wurde das Saatgut auf PDA-Platten mit 300 ppm Streptomycinsulfat ausgelegt. Die Platten wurden bei 20 °C und 12 h Beleuchtung (Leuchtstoffröhren Philips TLD 36W/25) inkubiert. Pro Saatgutpartie wurden acht Platten mit je 25 Körnern ausgelegt. Nach sieben Tagen wurde die Anzahl der Körner mit typischem *Fusarium*-Mycel und Konidien gezählt. Es wurden überwiegend die Arten *F. graminearum*, *F. poae* und *F. sambucinum* gefunden.

##### Befallsermittlung und Mittelprüfung

Diese Untersuchungen wurden in gedämpfter Felderde (humoser Sand) in Schalen (29\*17 cm, Höhe 8 cm) durchgeführt.

Es wurden 100 Körner/Schale ca. 2 cm tief ausgesät, gegossen und zugedeckt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte bei 10 °C mit 16 h Beleuchtung (Natriumdampflampen Philips SON-T Plus 400W). Nach dem Auflaufen wurden die Pflanzen nur verhalten gegossen. Nach 14 Tagen wurden die aufgelaufenen Pflanzen gezählt („Kalttest“). Nach 21 Tagen wurden der Aufgang und der Befall erfasst. Dazu wurden die Pflanzen aus der Erde ausgegraben und anhand der Symptome am unteren Hypokotyl in die Kategorien „gesund“ oder „krank“ eingeteilt.

### 2.5.5 Blatt- und Spelzenbräune (*Stagonospora nodorum*) an Weizen (BBA Kleinmachnow)

#### Befallsbestimmung *in vitro*

Für die Befallsbestimmung *in vitro* wurde das Saatgut auf Hafermehl-Platten mit 300 ppm Streptomycinsulfat ausgelegt. Die Platten wurden bei 20 °C und 12 h Beleuchtung (NUV) inkubiert. Pro Saatgutpartie wurden acht Platten mit je 25 Körnern ausgelegt. Nach fünf bis sieben Tagen wurde die Anzahl der Körner mit typischem Mycel und Pyknidien gezählt.

#### Befallsermittlung und Mittelprüfung

Diese Untersuchungen wurden in gedämpfter Felderde (humoser Sand) in Schalen (29\*17 cm, Höhe 8 cm) durchgeführt.

Es wurden 100 Körner/Schale ca. 2 cm tief ausgesät, gegossen und zugedeckt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte bei 10 °C mit 12 h Beleuchtung (Natriumdampflampen Philips SON-T Plus 400W). Nach 14 Tagen wurden die aufgelaufenen Pflanzen gezählt („Kalttest“). Nach 21-28 Tagen (BBCH 12) wurden der Aufgang und der Befall erfasst. Dazu wurden die Pflanzen aus der Erde ausgegraben und anhand der Keimlingssymptome (knotenartige Anschwellungen, Verdrehungen, deutlich abgegrenzte braune Flecken) in die Kategorien „gesund“ oder „krank“ eingeteilt.

### 2.5.6 Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) an Weizen, Roggen und Triticale (BBA Kleinmachnow)

#### Befallsbestimmung *in vitro*

Für die Befallsbestimmung *in vitro* wurde das Saatgut auf PDA-Platten mit 300 ppm Streptomycinsulfat ausgelegt. Die Platten wurden bei 20 °C und 1 h Beleuchtung (Leuchtstoffröhren Philips TLD 36W/25) inkubiert. Pro Saatgutpartie wurden acht Platten mit je 25 Körnern ausgelegt. Nach sieben Tagen wurde die Anzahl der Körner mit typischem Mycel und orangefarbenen Konidienlagern gezählt.

#### Befallsermittlung und Mittelprüfung

Diese Untersuchungen wurden in gedämpfter Felderde (humoser Sand) in Schalen (29\*17 cm, Höhe 8 cm) durchgeführt.

Es wurden 100 Körner/Schale ca. 2 cm tief ausgesät, gegossen und zugedeckt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte bei 10 °C mit 12 h Beleuchtung (Natriumdampflampen Philips SON-T Plus 400W). Nach 14 Tagen wurden die aufgelaufenen Pflanzen gezählt („Kalttest“). Nach 21 Tagen wurden der Aufgang und der Befall erfasst. Dazu wurden die Pflanzen aus der Erde ausgegraben und anhand der Keimlingssymptome (Verkrümmungen, Verdrehungen, braune Flecken) in die Kategorien „gesund“ oder „krank“ eingeteilt. Stark befallene Pflanzen, die zwar gekeimt waren aber nicht die Bodenoberfläche erreicht hatten, wurden der Kategorie „krank“ zugeordnet.

### 2.5.7 Flugbrand (*Ustilago avenae*) an Hafer (BBA Darmstadt)

Bei der Mittelprüfung zum Flugbrand an Hafer konnte nur eine Testreihe durchgeführt werden, da keine Möglichkeit einer Früherkennung besteht und die Krankheitssymptome erst mit dem Schieben der Rispen auftreten.

Da kein ausreichend hoch infiziertes Saatgut zur Verfügung stand, wurde der Hafer mit Haferflugbrandsporen (Herkunft Dr. Herrmann, BAFZ) künstlich inokuliert. Dazu wurde eine 0,05 %ige Sporensuspension hergestellt und mit dem Saatgut im Verhältnis von 1:4 (25 g Saatgut mit 100 ml Sporensuspension) in einem Exsikkator vermischt. Das Gemisch wurde ständig gerührt, während mit einer Wasserstrahlpumpe ein Vakuum aufgebaut wurde. Über einen Zeitraum von ca. 20 min. wurde das Vakuum periodisch plötzlich abgebrochen, um das Vordringen der Sporen unter die Spelzen zu verbessern. Das so inokulierte Saatgut wurde über ein Sieb abgeschüttet und bei Raumtemperatur über Nacht rückgetrocknet.

Der Versuch wurde im Gewächshaus (ca. 20 °C) vom 1.11.2004 bis zum 20.01.2005 mit 16 h Beleuchtung (Osram Violux 400W NAV-E/HQI-E) mit je 90 Pflanzen pro Variante durchgeführt.

Die Aussaat erfolgte in frische erdfeuchte Fruhstorfer Erde Typ T, vermischt mit 1/3 Sand, in 16\*16\*16 cm Kunststofftöpfe. Je Variante wurden 18 Töpfe mit fünf Körnern ausgesät. Die Erde wurde mit Folie abgedeckt. Nach vier Tagen wurden die Töpfe aufgedeckt und die Sämlinge gegossen. Die Bonitur erfolgte durch Auszählung der Anzahl der mit Flugbrand befallenen Pflanzen. Pflanzen mit mindestens einem befallenen Bestockungstrieb wurden als befallen gewertet.

#### 2.5.8 Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) an Lupine (BBA Kleinmachnow)

##### Befallsbestimmung *in vitro*

Das Saatgut wurde 1 min in 10 %iges Chlorix getaucht, unter der Sterilbank abgegossen und getrocknet. Je 16 Samen wurden auf eine Agarplatte (PDA mit 0,1% Ochsengalle und 1% Chlortetracyclin) ausgelegt und bei 20 °C und 12 h Beleuchtung (NUV) inkubiert. Nach sieben Tagen wurden die Samen mit rosa-orangen Konidienlagern gezählt. Je Partie wurden 200 Körner untersucht.

##### Befallsermittlung und Mittelprüfung

Die Untersuchungen erfolgten in Erdtests in Fruhstorfer Erde Typ T, vermischt mit ca.1/3 Sand, in Schalen (29\*17 cm, Höhe 8 cm). Es wurden 25 Körner/Schale 2-3 cm tief ausgesät, gegossen und die Schalen abgedeckt bei 20 °C aufgestellt. Je Variante wurden fünf Schalen (100 Pflanzen) angelegt. Nach dem Auflaufen wurden die Deckel entfernt, und die weitere Anzucht der Pflanzen erfolgte bei 20 °C und 16 h Beleuchtung (Leuchtstoffröhren Philips Master TLD 58W/830). Während des Versuchs wurden die Pflanzen gut feucht gehalten.

Nach vier bis fünf Wochen (Ausbildung drittes Laubblattpaar) wurden die Pflanzen nach Wuchsdeformationen, Verbräunungen der Primärblätter, Welkeerscheinungen und vorhandenen Konidienlagern bonitiert und in die Kategorien „gesund“ oder „krank“ eingeteilt.

#### 2.5.9 *Ascochyta pisi* an Erbse (BBA Darmstadt)

##### Befallsbestimmung *in vitro*

Das Saatgut wurde 10 sec in 1%igem Hypochlorid geschwenkt, unter der Sterilbank abgegossen und getrocknet. Je zehn Samen wurden auf eine PDA-Platte ausgelegt und bei 20 °C im Dunkeln inkubiert. Nach fünf Tagen wurde nach orangefarbenem Mycel mit Pyknidien bonitiert. Je Partie wurden 200 Körner untersucht.

##### Befallsermittlung und Mittelprüfung

Sowohl für die Befallsermittlung als auch die Mittelprüfung wurden Erdtests in Fruhstorfer Erde Typ P, vermischt mit ca. 1/3 Sand, in flachen Schalen (42\*30 cm, Höhe 4 cm) durchgeführt. Es wurden 100 Körner/Schale ca. 0,5 cm tief ausgesät, gegossen und die Schalen abgedeckt im Gewächshaus aufgestellt. Nach dem Auflaufen wurden die Abdeckungen entfernt, und die weitere Anzucht der Pflanzen erfolgte im Gewächshaus bei 18-20 °C und 16 h Beleuchtung (Osram Violux 400W NAV-E/HQI-E). Während des Versuchs wurden die Pflanzen gut feucht gehalten.

Nach ca. 14 Tagen wurden Verbräunungen am Saatkorn und an den oberen Pflanzenteilen in einem 5-Stufen-System bonitiert (Stufe 1: Saatkorn mit vereinzelt kleinen Flecken, Stufe 2: Saatkorn mit größeren Flecken, Stufe 3: Saatkorn großflächig geschädigt, Stufe 4: Befall von oberen Pflanzenteilen, Stufe 5: Saatkorn und oberirdische Teile sehr stark befallen). Der Befall wurde nach Townsend-Heuberger mit einer Gewichtung der Befallsstufen berechnet:

$$\% \text{ Befall} = (\sum (n \cdot v) / (i \cdot N)) \cdot 100$$

v = Befallsstufe, i = höchste Befallsstufe (5 in diesem Fall), n = Anzahl der Pflanzen in der Befallsstufe, N = Gesamtanzahl Pflanzen

#### 2.5.10 *Septoria petroselini* und *Alternaria radicina* / *A. dauci* an Petersilie (BBA Kleinmachnow)

##### Befallsbestimmung und Mittelprüfung *in vitro*

Bei diesen beiden Pathogenen wurden Befallsermittlung und Mittelprüfung ausschließlich auf Filterpapier oder Spezialnährboden (ARSA-Agar) durchgeführt.

Die Auswertung des *Septoria*-Befalls erfolgte mit zwei verschiedenen Methoden: durch eine Sporenzählung und durch Auslegen der Samen auf Filterpapier.

Für die Sporenzählung wurden 150 oberflächendesinfizierte Samen pro Variante in feuchter Kammer (Petrischale mit zwei Lagen Filterpapier, 6-7 ml H<sub>2</sub>O dest. steril) bei ca. 19-20 °C im Dunkeln inkubiert. Nach drei Tagen wurden die Samen in je 2 ml sterilem H<sub>2</sub>O dest. aufgenommen, 30 sec im Vortexschüttler geschüttelt, 30 min stehen gelassen, danach erneut kurz geschüttelt und die Flüssigkeit abgegossen. In der abgegossenen Flüssigkeit enthaltene *Septoria*-Sporen wurden in der Fuchs-Rosenthal-Zählkammer gezählt. Die Zählung wurde dreimal wiederholt und aus den Zählungen der Mittelwert gebildet.

Für den Filterpapiertest wurden 200 Körner in Schalen mit feuchtem Filterpapier ausgelegt (acht Schalen mit je 25 Korn) und bei 20 °C und 12 h Beleuchtung (Leuchtstoffröhren Philips Master TLD 58W/830) inkubiert. Nach sechs bis acht Tagen erfolgte die mikroskopische Auswertung des Befalls.

Der Befall mit *Alternaria* wurde sowohl auf ARSA-Agar (spezifisch für *A. radicina*, acht Schalen zu je 25 Korn), als auch auf Filterpapier (*A. radicina*, *A. dauci*, *Alternaria* spp.) nach der oben beschriebenen Methode bestimmt.

#### 2.5.11 *Alternaria radicina* / *A. dauci* an Möhre und *Phoma valerianellae* an Feldsalat (BBA Darmstadt)

Für die Mittelprüfung wurden Erdtests in 29\*19\*6 cm- Schalen mit 1,5 l Fruhstorfer Erde Typ P angelegt. Pro Schale wurden 100 Körner ausgelegt, mit Vermiculit (reines Naturprodukt aus expandiertem Al-Fe-Mg Silikat, das zur Gruppe der Glimmerminerale gehört) bedeckt und mit 500 ml Wasser gegossen. Die Schalen wurden bei 20°C zugedeckt stehen gelassen und erst nach 10 Tagen aufgedeckt und mit 250 ml/Schale gegossen. Die Pflanzen wurden mit 16 h Beleuchtung (Osram L36W/77 Fluora und Osram L36W/840 Lumilux Cool White Leuchtstoffröhren abwechselnd angebracht) weitere neun Tage weiterkultiviert. Ca. 14 Tage (Feldsalat) bzw. 19 Tage (Möhre) nach Aussaat wurde die Anzahl gesunder Pflanzen gezählt.

#### 2.6 Berechnung der Keimfähigkeit, des Befalls und der Wirksamkeit

Gezählt wurde die Gesamtzahl der aufgelaufenen kranken und gesunden Pflanzen. Der Aufgang war der prozentuale Anteil tatsächlich aufgelaufener Pflanzen in Relation zur Anzahl ausgelegter Samen. Der Befall war der prozentuale Anteil der kranken an den gesamt aufgelaufenen Pflanzen. Eine Ausnahme bildete hier die Befallsauswertung von *M. nivale*, bei der alle Pflanzen ausgegraben wurden und auch die wegen ihrer Wuchsdeformationen nicht aufgelaufenen Pflanzen den befallenen zugerechnet wurden. Die Berechnung der Wirksamkeit erfolgte in Relation zur Kontrolle.

$$\text{Wirkungsgrad (nach Abbott)} = 100 \cdot \frac{\text{Befall der Kontrolle} - \text{Befall der Testvariante}}{\text{Befall der Kontrolle}}$$

## 2.7 Statistische Auswertung

Um die Ergebnisse der zahlreichen Versuche zusammenzufassen und möglichst übersichtlich zu gestalten, wurden die erzielten Ergebnisse zum Aufgang und zum Befall gemittelt. Aus dem Aufgang bzw. dem Befall in den einzelnen Mittelprüfungen zu einer Wirt-Pathogen-Kombination wurden der mittlere Aufgang und der mittlere Befall in der jeweiligen Behandlungsvariante errechnet. Die Varianzanalyse der Daten wurde mit Hilfe der GLM-Prozedur (SAS System für Windows v 9.1) durchgeführt. Die Befallsdaten wurden zuvor arcsin-transformiert. Signifikanzen wurden mit Hilfe des Tukey-Testes ermittelt (Signifikanzniveau  $p \leq 0,05$ ). Varianten, die sich signifikant unterscheiden, sind in den Tabellen mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Im Folgenden werden die zusammengefassten Ergebnisse der Mittelprüfungen tabellarisch aufgelistet. Da wegen der hohen Anzahl an Behandlungen nicht alle Varianten in vierfacher Wiederholung getestet wurden, sind die Tabellen meist in zwei Bereiche unterteilt, in denen Varianten mit vier bzw. mit drei Wiederholungen getrennt voneinander verglichen werden. Statistisch gesicherte Unterschiede sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

#### 3.1.1 Streifenkrankheit an Gerste

Bei mit *D. graminea* befallener Sommergerste wurden vier Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und drei Versuche mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 22 Mittel und Verfahren getestet.

Beim Aufgang gab es keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle, aber nach Behandlung mit FZB 53 war der Aufgang schlechter als bei Tillecur, LEBERMOOSER, GARLIC GARD und ChitoPlant bzw. 50 %iges Isopropanol und 70 %iges reines Ethanol bewirkten einen schlechteren Aufgang als 25 %iges Ethanol.

Der Befall mit Streifenkrankheit konnte mit einigen Behandlungen signifikant reduziert werden, außer in der chemischen Kontrolle war das in den Varianten LEBERMOOSER, Ethanol, Serenade, Milsana und Tillecur der Fall, bzw. bei Heißwasser, Ethanol 50 %, Isopropanol 70 % und reinem Ethanol 70 %. Die besten durchschnittlichen Wirkungsgrade betragen 81 % (LEBERMOOSER, Ethanol) bis 90 % (Heißwasser) und erreichten damit die Wirkung der chemischen Beize.

Tab. 2 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Gerste infiziert mit *D. graminea*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Aufgang (%)	Aufgang relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Befall relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	88	100	ab	19,7	100	ab	
Abavit	89	101	ab	1,8	9	c	91,1
LEBERMOOSER	91	103	a	3,8	19	c	80,8
Ethanol	89	100	ab	3,8	19	c	80,8
Serenade	90	102	ab	4,4	22	c	77,8
Milsana	88	99	ab	5,7	29	c	70,9
Tillecur	91	103	a	6,9	35	c	65,0
Eth./Isoprop.	88	99	ab	11,3	57	bc	42,8
FZB 53	82	93	b	10,9	55	bc	44,8
Kendal	90	101	ab	12,6	64	bc	36,2
Methylcellulose	89	101	ab	18,4	93	ab	6,6

GARLIC GARD	91	102	a	24,2	123	a	-22,7
Thymianöl	86	97	ab	24,4	124	a	-24,1
ChitoPlant	90	102	a	25,4	129	a	-28,9
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	89	100	abc	15,5	100	a	
Heißwasser	88	100	abc	1,5	10	e	90,2
Abavit	87	98	abc	3,9	25	de	75,0
Ethanol 50 %	91	103	ab	3,9	25	de	74,7
Isoprop. 70 %	86	97	abc	4,4	28	cde	71,9
Eth. reinst 70 %*	84	94	c	5,0	32	bcde	67,8
Isoprop 50 %	85	96	bc	7,0	45	abcde	54,8
Cedomon	86	97	abc	10,3	66	abcde	33,8
Isoprop. 25 %	87	98	abc	13,0	84	abcd	15,8
Cerall	90	101	abc	13,3	86	abcd	14,2
Ethanol 25 %	94	106	a	14,2	92	abc	8,1

\* : ohne Vergällungsmittel

### 3.1.2 Netzflecken an Gerste

Bei mit *D. teres* befallener Sommergerste wurden vier Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und fünf Versuche mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 31 Mittel und Verfahren getestet.

Nach Behandlung mit Ethanol und LEBERMOOSER war der Aufgang signifikant besser als bei Thymianöl, GARLIC GARD, Serenade und Kendal bzw. LEBERMOOSER 1:3 und Isopropanol 50% waren besser als Milsana 1:5 (Wasserverdünnung). Verglichen mit der Kontrolle wurde der Aufgang lediglich von Kendal signifikant negativ beeinflusst.

In den Versuchen mit vier Wiederholungen pro Variante wurde der Befall mit Netzflecken von Ethanol, LEBERMOOSER und Milsana signifikant reduziert, diese Behandlungen waren besser als alle andern Varianten. Acht von zwölf Behandlungen bewirkten gegenüber der Kontrolle Befallssteigerungen, die bei GARLIC GARD, Serenade und Kendal signifikant waren. In den Versuchen mit drei Wiederholungen war der Befall außer bei Milsana 1:5, Cerall, Fungend, LEBERMOOSER 1:3 und Milsana 1:3 nach jeder Behandlung signifikant niedriger als in der Kontrolle.

Die durchschnittlichen Wirkungsgrade der besten Varianten lagen mit 94-95 % (Ethanol, Cedomon, Heißwasser) leicht höher als die der chemischen Kontrolle (92 %). Durchschnittliche Wirkungen von über 80 % erzielten auch die Behandlungen Ethanol 0,036 ml, LEBERMOOSER, Milsana 1:5 (verdünnt mit 70 % Isopropanol), Isopropanol 50 %, Ethanol 0,02 ml, Isopropanol 70 % und LEBERMOOSER 3:1. Eine Reduzierung der Mittelmenge bzw. eine höhere Verdünnung der Alkohole und Mittel ist demnach ohne unvermeidbare Wirkungseinbußen möglich.

Tab. 3 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Gerste infiziert mit *D. teres*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Aufgang (%)	Aufgang relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Befall relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	91	100	abcd	25,2	100	cd	
Ethanol	97	106	a	1,6	6	e	93,6
Abavit	96	105	a	1,9	8	e	92,3
LEBERMOOSER	96	105	a	3,3	13	e	87,1
Milsana	94	104	ab	6,3	25	e	74,9
Eth. / Isoprop	94	103	abc	14,5	58	de	42,6

ChitoPlant	93	102	abc	25,9	103	bcd	-2,8
Methylcellulose	92	101	abc	26,1	104	bcd	-3,8
Thymianöl	80	88	cde	27,0	107	bcd	-7,2
Tillecur	91	100	abcd	27,3	108	bcd	-8,4
FZB 53	86	95	abcd	38,9	154	abc	-54,6
GARLIC GARD	80	88	bcde	42,5	169	ab	-69,0
Serenade	77	85	de	51,5	204	a	-104,5
Kendal	71	78	e	52,9	210	a	-110,3
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	94	100	ab	21,2	100	abc	
Cedomon	96	102	ab	1,0	5	h	95,1
Heißwasser	95	101	ab	1,1	5	h	95,0
Abavit	96	103	ab	1,8	8	gh	91,7
Ethanol 0,036 ml	94	101	ab	2,1	10	gh	90,0
Milsana 1:5 I*	96	103	ab	2,7	13	gh	87,2
Isoprop. 50%	99	105	a	3,1	15	fgh	85,5
Ethanol 0,02 ml	94	101	ab	3,5	17	fgh	83,4
Isoprop. 70 %	96	102	ab	3,6	17	fgh	82,9
LEBERM. 3:1	97	104	ab	3,8	18	fgh	82,2
Milsana 1:5 II**	95	102	ab	5,8	27	efgh	72,8
Ethanol 50 %	97	103	ab	5,8	27	efgh	72,5
Isoprop. 25 %	96	102	ab	8,5	40	defgh	59,9
Milsana 1:1	96	102	ab	9,5	45	defgh	55,1
Ethanol 25 %	97	103	ab	11,0	52	defg	48,0
Milsana 1:3	98	104	ab	12,6	59	cdef	40,6
LEBERM. 1:3	99	106	a	14,1	67	cde	33,4
FungEnd	97	103	ab	15,9	75	bcd	25,1
Cerall	94	101	ab	25,3	119	ab	-19,1
Milsana 1:5 III***	90	96	b	26,4	125	a	-24,5

\* : verdünnt mit 70 % Isopropanol \*\* : verdünnt mit 30 % Isopropanol \*\*\* : verdünnt mit H<sub>2</sub>O

### 3.1.3 *Fusarium culmorum* an Weizen

Bei mit *F. culmorum* befallenem Weizen wurden drei Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und fünf Versuche mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 20 Mittel und Verfahren getestet.

Durch den hohen Ausgangsbefall war der Aufgang in der Kontrolle sehr gering und die meisten Behandlungen führten zu einer Steigerung des Aufgangs, die in elf von 20 Fällen signifikant war. Besonders ausgeprägt war sie bei FZB 53, Methylcellulose, Isopropanol 70 % und Warmwasser.

Ebenso wurde nach den meisten Behandlungen eine Befallsverminderung ermittelt, der auch in elf von 20 Fällen signifikant war, der aber nie an die Befallsreduktion der chemischen Kontrolle heranreichte. Die besten durchschnittlichen Wirkungen hatten FZB 53 mit 85 % bzw. 70 %iges Isopropanol mit 71 %. Die Wirksamkeit der übrigen Behandlungen war nicht befriedigend. ChitoPlant und Cerall hatten starke negative Effekte auf Aufgang und Befall.

Tab. 4 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Weizen infiziert mit *F. culmorum*

<b>Varianten mit 4 Wiederholungen</b>	<b>Aufgang (%)</b>	<b>Aufgang relativ</b>	<b>Tukey (<math>\alpha: 0,05</math>)</b>	<b>Befall (%)</b>	<b>Befall relativ</b>	<b>Tukey (<math>\alpha: 0,05</math>)</b>	<b>Wirkung (%)</b>
Kontrolle	36	100	de	62,7	100	ab	
Arena	78	216	a	1,9	3	e	97,0
FZB 53	76	213	ab	9,6	15	de	84,6
Kendal	59	163	c	26,9	43	cde	57,0
Heißwasser	60	166	bc	28,1	45	cde	55,2
Methylcellulose	63	175	abc	29,0	46	cd	53,7
Milsana	56	155	c	30,1	48	cd	52,1
Ethanol	55	153	c	32,6	52	cd	48,1
LEBERMOOSER	55	153	c	32,9	52	cd	47,5
Eth. / Isoprop.	55	153	c	35,2	56	cd	43,8
Serenade	52	144	cd	38,5	61	bc	38,6
Tillecur	50	140	cd	40,3	64	bc	35,8
GARLIC GARD	48	132	cd	45,0	72	abc	28,1
Thymianöl	38	104	de	64,4	103	ab	-2,8
ChitoPlant	29	80	e	71,3	114	a	-13,8
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	24	100	d	78,5	100	b	
Arena	75	316	a	3,1	4	e	96,1
Isoprop. 70 %	62	261	a	22,6	29	de	71,2
Warmwasser *	49	206	b	43,8	56	cd	44,2
Cedomon	45	190	bc	49,7	63	c	36,7
FungEnd	35	146	cd	63,0	80	bc	19,8
BioZell	33	139	cd	65,9	84	bc	16,0
Holunderextrakt	22	92	d	82,8	105	b	-5,4
Cerall	8	32	e	100,0	127	a	-27,4

\* : 42 °C, 30 min

### 3.1.4 *Fusarium culmorum* an Triticale

Bei mit *F. culmorum* befallener Triticale wurden zwei Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und zwei Versuche mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 14 Mittel und Verfahren getestet.

Der Aufgang wurde durch keine der Behandlungen signifikant gesteigert oder vermindert, positive Tendenzen zeigten sich bei FZB 53, Milsana, Kendal, Tillecur und Isopropanol 70 %. Der Befall mit *F. culmorum* konnte nur durch FZB 53 signifikant reduziert werden, eine signifikante Befallssteigerung bewirkte Serenade.

Wie schon beim Weizen konnte auch hier die Wirkung der chemischen Kontrolle nicht erreicht werden, die besten Varianten Isopropanol 70 % und FZB 53 erzielten Wirkungsgrade von knapp 75 % bzw. 65 %, alle anderen Behandlungen hatten keinen ausreichenden Effekt.

Tab. 5 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Triticale infiziert mit *F. culmorum*

<b>Varianten mit 4 Wiederholungen</b>	<b>Aufgang (%)</b>	<b>Aufgang relativ</b>	<b>Tukey (<math>\alpha: 0,05</math>)</b>	<b>Befall (%)</b>	<b>Befall relativ</b>	<b>Tukey (<math>\alpha: 0,05</math>)</b>	<b>Wirkung (%)</b>
Kontrolle	68	100	a	27,7	100	b	
Arena	83	123	a	1,0	4	d	96,5

FZB 53	81	119	a	9,6	35	cd	65,3
Heißwasser	73	107	a	15,5	56	bcd	44,1
Kendal	78	115	a	16,5	60	bcd	40,3
Tillecur	78	114	a	16,9	61	bcd	38,9
Milsana	80	117	a	17,1	62	bcd	38,4
Methylcellulose	65	95	a	20,2	73	bc	27,3
Ethanol	74	109	a	22,1	80	bc	20,1
Thymianöl	73	108	a	23,0	83	bc	16,9
LEBERMOOSER	72	106	a	23,1	83	bc	16,8
GARLIC GARD	69	101	a	27,4	99	b	1,1
Serenade	65	95	a	53,5	193	a	-93,0
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	38	100	bc	58,9	100	ab	
Arena	78	206	a	2,4	4	c	95,9
Isoprop. 70 %	59	156	ab	15,0	25	bc	74,5
Cedomon	39	102	bc	49,1	83	abc	16,6
Cerall	14	38	c	90,5	154	a	-53,8

### 3.1.5 *Fusarium* spp. an Weizen

Bei mit *Fusarium* spp. (hauptsächlich *F. graminearum*, *F. poae*, *F. sambucinum*) befallenen Winterweizen wurden vier Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 11 Mittel und Verfahren getestet. Zusätzlich zum Aufgang nach 21 Tagen wurde hier ein Kalttestwert ermittelt, der den Pflanzenaufgang nach 14 Tagen beschreibt. Anfängliche signifikante Verzögerungen des Auflaufs bei BioZell, Ethanol, LEBERMOOSER und Serenade waren nach 21 Tagen immer noch in den Varianten LEBERMOOSER und Serenade zu verzeichnen, und auch bei FZB 53 waren weniger Pflanzen aufgelaufen als in der Kontrolle.

Signifikante Befallsvermindierungen ergaben sich bei FZB 53, Heißwasser, BioZell, Kendal und Milsana, wobei nur bei FZB 53 der Wirkungsgrad mit 76 % befriedigend war, aber nicht den der chemischen Kontrolle erreichen konnte.

Tab. 6 Kalttestwert, Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Weizen infiziert mit *Fusarium* spp.

Varianten mit 4 Wiederholungen	Kalttest 14 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Aufgang 21 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	65	ab	76	abc	23,1	ab	
Arena	73	a	81	a	1,8	e	92,1
FZB 53	59	bc	67	e	5,6	de	76,0
Heißwasser	59	bc	77	abc	13,3	cd	42,4
BioZell	30	e	74	abcd	13,4	cd	42,2
Kendal	67	ab	77	abc	13,6	c	41,2
Milsana	65	ab	78	ab	14,1	c	39,0
Tillecur	63	b	77	abc	15,5	bc	33,2
Serenade	51	cd	69	de	18,3	abc	20,9
Ethanol	41	d	70	cde	18,4	abc	20,6
GARLIC GARD	58	bc	71	bcde	19,7	abc	14,7
LEBERMOOSER	45	d	69	de	20,0	abc	13,7
ChitoPlant	61	b	71	bcde	25,5	a	-10,0

### 3.1.6 *Stagonospora nodorum* an Weizen

Bei mit *S. nodorum* befallenem Winterweizen wurden acht Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 11 Mittel und Verfahren getestet.

Der Pflanzenaufgang nach 14 Tagen (Kalttest) war bei ChitoPlant und GARLIC GARD signifikant besser als in der Kontrolle und war tendenziell etwas verzögert bei Milsana, LEBERMOOSER und in der chemischen Kontrolle. Der Aufgang nach drei Wochen war bei BioZell signifikant schlechter als in der Kontrolle, in der Tendenz auch bei Milsana und LEBERMOOSER.

Der Befall war außer in den Varianten Ethanol und ChitoPlant nach allen Behandlungen signifikant vermindert. Die besten Ergebnisse erzielten FZB 53, BioZell, Heißwasser und LEBERMOOSER mit Wirkungen zwischen 70 und 100 %. Allein bei *Stagonospora* wurde beobachtet, dass das Mittel LEBERMOOSER deutlich besser wirkte als sein Extraktionsmittel Ethanol.

Tab. 7 Kalttestwert, Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Weizen infiziert mit *S. nodorum*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Kalttest 14 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Aufgang 21 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	64	bcd	91	abcd	31,8	ab	
FZB 53	90	ab	98	ab	0,0	f	100,0
Arena	50	d	89	bcd	0,1	f	99,6
BioZell			66	e	8,4	e	73,6
Heißwasser	80	abc	95	ab	9,3	e	70,9
LEBERMOOSER	53	d	84	d	9,8	e	69,2
Tillecur	73	abcd	94	abc	15,1	d	52,7
Kendal	83	abc	96	ab	18,6	d	41,4
Milsana	57	cd	86	cd	19,7	d	38,1
GARLIC GARD	94	a	98	ab	25,1	c	21,0
Serenade	82	abc	96	ab	26,4	c	17,1
ChitoPlant	96	a	98	a	28,1	bc	11,6
Ethanol			97	ab	36,8	a	-15,6

### 3.1.7 *Microdochium nivale* an Weizen

Bei mit *M. nivale* befallenem Winterweizen wurden fünf Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und ein Versuch mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 16 Mittel und Verfahren getestet.

Der Kalttestwert war nur bei Ethanol signifikant niedriger als in der Kontrolle, bei den Varianten FZB 53, ChitoPlant, Heißluft, GARLIC GARD und Warmwasser signifikant besser. Bei der Zählung des Aufgangs eine Woche später hatte LEBERMOOSER das schlechteste Ergebnis und bei Warmwasser, Grünkraft, Heißluft FZB 53 und Kendal war die Keimung gegenüber der Kontrolle deutlich verbessert.

Der Befall mit Schneeschimmel war in allen Varianten außer Cerall, Grünkraft und Serenade signifikant niedriger, die höchsten Wirkungsgrade mit über 70 % erzielten Warmwasser und FZB 53. Eine gute, aber nicht mehr ausreichende Wirkung hatten ChitoPlant und GARLIC GARD.

Tab. 8 Kalttestwert, Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Weizen infiziert mit *M. nivale*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Kalttest 14 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Aufgang 21 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	63	gh	86	de	24,7	a	
Arena	84	abc	93	abc	3,2	f	87,1
Warmwasser	74	cdef	96	a	6,3	f	74,6
FZB 53	89	a	94	abc	6,5	f	73,5
ChitoPlant	86	ab	89	bcde	8,9	ef	64,0
GARLIC GARD	77	bcde	89	bcde	9,7	def	60,7
Heißwasser	68	efgh	89	bcde	14,0	cde	43,5
Kendal	72	defgh	92	abc	14,2	cde	42,5
Milsana	64	fgh	85	e	15,1	cde	39,0
Feuchtheißluft	79	abcd	94	ab	16,4	bcd	33,6
LEBERMOOSER	61	h	68	f	16,6	bc	33,0
Tillecur	69	defgh	89	bcde	16,6	bc	32,9
Ethanol	43	i	89	bcde	17,0	bc	31,4
Serenade	72	defgh	88	cde	22,1	ab	10,7
Grünkraft	73	defg	95	a	26,2	a	-6,2
Cerall	71	defgh	91	abcd	27,0	a	-9,3
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	78	a	96	a	14,3	a	
Thymianöl	75	a	96	a	11,2	a	21,6
BioZell	73	a	96	a	15,1	a	-5,7

### 3.1.8 *Microdochium nivale* an Roggen

Bei mit *M. nivale* befallenem Winterroggen wurden vier Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und ein Versuch mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 14 Mittel und Verfahren getestet.

Allein Tillecur beeinflusste den Kalttest und den Aufgang deutlich negativ, während Warmwasser, Kendal und Serenade auf beide Parameter positive Auswirkungen hatten. Der Befall mit Schneeschimmel war nach Behandlung mit Cerall und Grünkraft signifikant höher als in der Kontrolle. Von den anderen Varianten wirkten Warmwasser und LEBERMOOSER am besten, hatten aber mit nur 55 % keine ausreichende Wirkung.

Tab. 9 Kalttestwert, Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Roggen infiziert mit *M. nivale*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Kalttest 14 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Aufgang 21 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	53	def	70	cde	51,5	c	
Arena	78	a	87	a	8,2	h	84,0
Warmwasser	72	ab	82	ab	23,1	g	55,0
LEBERMOOSER	51	defg	73	cd	23,4	fg	54,6
Kendal	68	b	82	ab	27,9	efg	45,9
GARLIC GARD	43	fgh	67	de	31,5	efg	38,9
ChitoPlant	53	def	66	de	33,5	efg	34,9
Serenade	63	bc	76	bc	35,0	ef	31,9
Ethanol	46	efgh	65	de	39,1	de	24,1

Heißwasser	41	gh	67	de	48,0	cd	6,8
Milsana	44	fgh	63	e	54,1	c	-5,2
Tillecur	39	h	55	f	56,6	c	-9,9
Grünkraft	58	cd	73	cd	78,9	b	-53,3
Cerall	54	cde	64	e	95,3	a	-85,1
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	77	a	88	a	31,8	a	
Thymianöl	76	a	88	a	23,1	a	27,4
BioZell	83	a	89	a	25,4	a	20,1

### 3.1.9 *Microdochium nivale* an Triticale

Bei mit *M. nivale* befallener Triticale wurden drei Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und ein Versuch mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 12 Mittel und Verfahren getestet.

Nachdem im Kalttest die meisten Varianten außer GARLIC GARD, Heißwasser, Milsana und Tillecur einen signifikant besseren Aufgang zeigten als die Kontrolle, waren diese Unterschiede nach drei Wochen nur noch tendenziell zu sehen.

Nach Behandlung mit Serenade, Kendal, FZB 53, Milsana und Heißwasser wurden zwar signifikante Befallsvermindierungen beobachtet, die Wirkung der besten Variante war jedoch mit lediglich 40% nicht befriedigend.

Tab. 10 Kalttestwert, Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Triticale infiziert mit *M. nivale*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Kalttest 14 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Aufgang 21 d (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	55	fg	82	bcde	33,8	a	
Arena	87	a	95	a	3,8	d	88,6
Serenade	71	bc	86	bc	20,1	c	40,5
Kendal	76	b	88	b	21,1	c	37,4
FZB 53	70	bcd	86	bc	22,8	bc	32,4
Milsana	60	efg	82	bcde	23,1	bc	31,6
Heißwasser	60	efg	82	bcde	23,7	bc	29,7
Ethanol	63	de	81	cde	25,5	abc	24,6
Tillecur	62	ef	75	e	25,6	abc	24,2
LEBERMOOSER	67	cde	83	bcd	25,8	abc	23,7
GARLIC GARD	53	g	80	cde	27,9	abc	17,2
ChitoPlant	62	de	78	de	31,8	ab	5,9
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	72	a	91	a	33,9	a	
BioZell	77	a	93	a	31,7	a	6,5
Thymianöl	74	a	90	a	36,6	a	-7,8

### 3.1.10 Flugbrand an Hafer

Mit *Ustilago avenae* wurde wegen der langen Standzeit des Versuchs von knapp drei Monaten nur ein Test im Gewächshaus durchgeführt. Je Variante wurden sechs Töpfe mit je fünf Korn auf eine Palette gestellt und als eine Wiederholung gewertet. Drei Wiederholungen wurden angelegt und somit 90 Körner je Variante untersucht. Insgesamt wurden 12 Mittel

und Verfahren getestet.

Da der Aufgang in der Kontrolle relativ hoch lag, konnte er durch keine Behandlung deutlich gesteigert werden, es wirkte sich aber auch keine Behandlung negativ auf die Keimung aus. Der Befall mit Flugbrand wurde durch LEBERMOOSER und Ethanol sehr stark reduziert, und auch Serenade und Ethanol/Isopropanol zeigten Wirkungen von über 70 %. Dennoch ergaben sich mit Ausnahme der chemischen Kontrolle keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen den Behandlungen und der Kontrolle.

Tab. 11 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Hafer infiziert mit *U. avenae*

Varianten mit 3 Wiederholungen	Aufgang (%)	Aufgang relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Befall relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	90	100	a	17,4	100	a	
Abavit	97	107	a	0,0	0	b	100,0
LEBERMOOSER	91	101	a	1,2	7	ab	93,0
Ethanol	91	101	a	2,4	14	ab	86,0
Serenade	93	104	a	3,9	22	ab	77,8
Eth. / Isoprop.	93	103	a	5,0	29	ab	71,1
Milsana	94	105	a	7,0	40	ab	59,7
Tillecur	98	109	a	7,9	45	ab	54,6
FZB 53	91	101	a	10,0	57	ab	42,6
Kendal	96	106	a	11,6	67	ab	33,6
GARLIC GARD	94	105	a	11,6	67	ab	33,2
Thymianöl	93	104	a	15,6	90	ab	10,5
ChitoPlant	90	100	a	16,8	97	ab	3,2
Methylcellulose	93	104	a	17,9	103	a	-2,6

### 3.1.11 Anthraknose an Lupine

Bei mit *Colletotrichum lupini* befallenen Lupinen wurden vier Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 14 Mittel und Verfahren getestet.

Der Pflanzenaufgang wurde durch Serenade und BLOKAL 01 signifikant vermindert und durch Heißluftbehandlung tendenziell verbessert.

Der Befall wurde durch Heißluft, Nades, Heißwasser, Ethanol und Cerall signifikant reduziert, allein Heißluft erreichte einen Wirkungsgrad über 70 %. Fünf Behandlungen hatten eine teilweise erhebliche Befallssteigerung zur Folge.

Tab. 12 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Lupine infiziert mit *C. lupini*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Aufgang (%)	Aufgang relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Befall relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	88	100	ab	23,7	100	de	
Feuchtheißluft	97	110	a	6,5	27	g	72,6
Nades	93	105	ab	11,5	49	fg	51,4
Ethanol	91	103	ab	13,0	55	fg	45,0
Heißwasser	93	105	ab	13,0	55	fg	45,0
Cerall	90	102	ab	13,0	55	fg	45,0
Grünkraft	85	96	b	17,6	74	ef	25,8
Kupferprotein	84	95	b	18,6	78	ef	21,5

Milsana	88	99	ab	20,1	85	ef	15,1
LEBERMOOSER	87	99	ab	23,7	100	de	0,0
Tillecur	84	95	b	26,3	111	cde	-10,9
BioZell	84	95	b	33,6	142	cd	-41,8
Kendal	86	97	ab	35,0	148	c	-47,5
Serenade	66	74	c	76,5	323	b	-222,8
BIOKAL 01	64	72	c	97,5	411	a	-311,4

### 3.1.12 *Ascochyta pisi* an Erbse

Bei mit *Ascochyta* befallenen Erbsen wurden drei Versuche mit vier Wiederholungen pro Variante und acht Versuche mit drei Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Insgesamt wurden 29 Mittel und Verfahren getestet.

In den Versuchen mit vier Wiederholungen war der Aufgang nach Behandlung mit Heißwasser und Grünkraft signifikant niedriger als in der Kontrolle, ein tendenziell besserer Aufgang war bei Kendal und GARLIC GARD zu beobachten. In den Versuchen mit drei Wiederholungen beeinträchtigten Kupferprotein und Schachtelhalmextrakt den Aufgang signifikant.

Tab. 13 Aufgang, Befall und Wirkung nach Behandlung von Erbse infiziert mit *A. pisi*

Varianten mit 4 Wiederholungen	Aufgang (%)	Aufgang relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Befall (%)	Befall relativ	Tukey ( $\alpha: 0,05$ )	Wirkung (%)
Kontrolle	91	100	ab	21,2	100	abc	
Feuchtheißluft	95	104	a	4,2	20	d	80,1
Thiram	98	107	a	4,4	21	d	79,2
Elektronenbeh.	89	97	abc	10,2	48	cd	51,9
Heißwasser	75	82	d	14,6	69	bcd	31,0
Cerall	78	86	bcd	15,1	71	bcd	28,9
Grünkraft	78	85	cd	18,1	85	abc	14,3
ChitoPlant	94	103	a	19,3	91	abc	8,9
GARLIC GARD	97	106	a	21,9	103	abc	-3,5
Kendal	98	108	a	23,1	109	ab	-8,9
Nades	80	87	bcd	28,1	133	a	-32,5
<b>Varianten mit 3 Wiederholungen</b>							
Kontrolle	97	100	a	21,0	100	abc	
Thiram	98	101	a	4,9	23	d	76,7
Thujaöl	97	100	a	12,1	58	cd	42,5
Thymianöl	98	101	a	12,3	59	bcd	41,5
LEBERMOOSER	98	102	a	14,2	68	bcd	32,3
Tillecur	98	101	a	14,9	71	bcd	28,9
Eth. / Isoprop.	98	101	a	14,9	71	bcd	28,9
Serenade	98	101	a	14,9	71	bcd	28,8
Milsana	98	102	a	14,9	71	bcd	28,8
Thymianextrakt	96	99	ab	15,6	74	bc	25,7
Ethanol	94	97	ab	16,6	79	abc	21,1
FZB 53	98	101	a	16,6	79	abc	21,0
Meerrettich 50°C	95	98	ab	17,5	83	abc	16,4
Meerrettich / Eth.	99	102	a	18,0	86	abc	14,2
Kupferprotein	89	92	b	18,4	88	abc	12,4

Meerrettichextr.	93	96	ab	19,0	90	abc	9,3
Wermutextrakt	95	98	ab	19,1	91	abc	8,8
Holunderextrakt	96	99	ab	20,6	98	abc	2,1
Anisöl	97	100	a	20,6	98	abc	1,7
Rhabarberextrakt	98	101	a	20,8	99	abc	1,0
Salbeiextrakt	94	97	ab	22,3	106	ab	-6,3
Schachtelhalmex.	89	91	b	26,6	127	a	-27,0

Der Befall war ausschließlich nach Heißluftbehandlung signifikant niedriger als in der Kontrolle und erreichte den Effekt der chemischen Behandlung. In den Versuchen mit drei Wiederholungen wurde mit keiner Variante eine befriedigende Wirkung erzielt.

### 3.1.13 Ergebnisse der Mittelprüfungen an Petersilie, Möhre und Feldsalat

Zu diesen drei Kulturen wurden nur wenige Versuche durchgeführt. An Saatgutproben von Petersilie wurden im Rahmen der Kooperation mit dem DLR Rheinpfalz der Befall ermittelt sowie in Vorbereitung der dortigen Feldversuche Mittelprüfungen in geringem Umfang auf Filterpapier bzw. auf Spezialnährboden angelegt. Die Ergebnisse zeigen, dass im ersten Jahr nur BioZell eine nennenswerte Wirkung gegen die Pathogene hatte (Abb. 1).

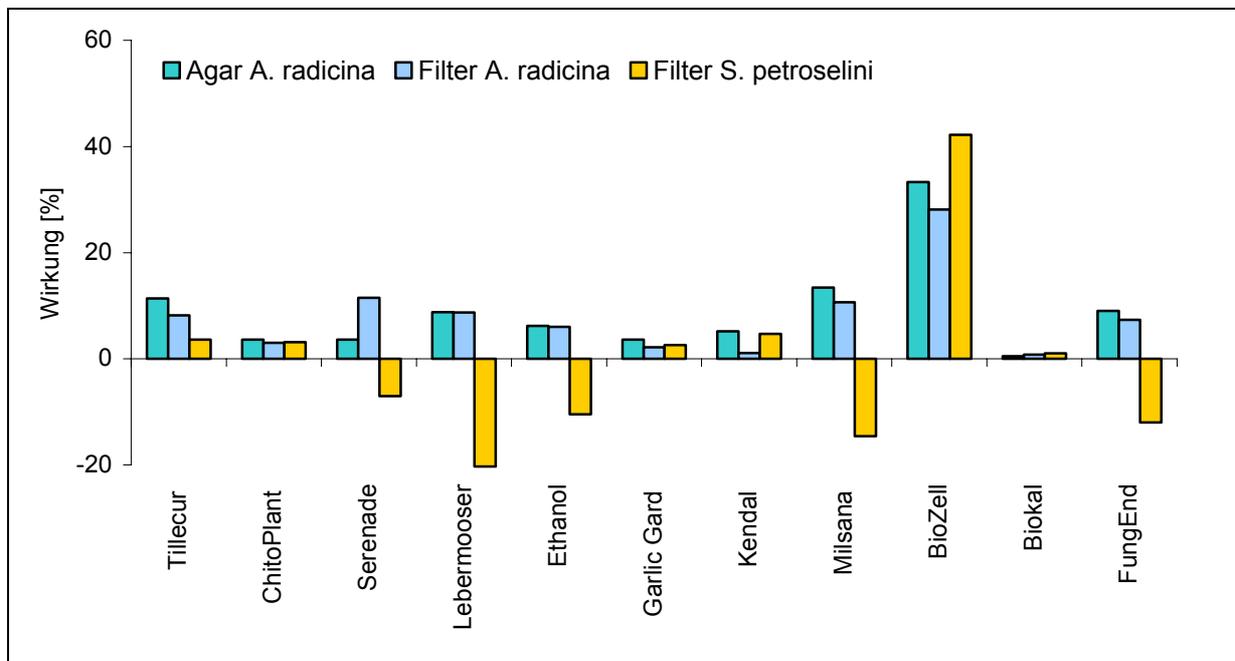


Abb. 1 Wirkung der getesteten Mittel gegen *Alternaria radicina* und *Septoria petroselini* an Petersilie im Versuchsjahr 2005

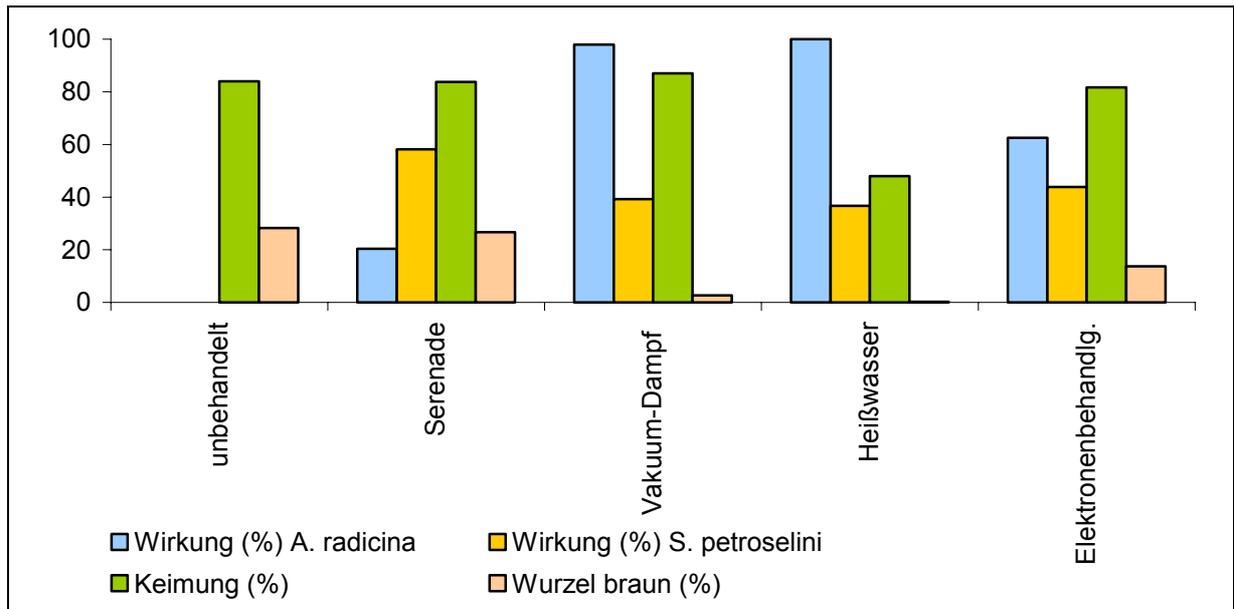


Abb. 2 Auswirkung der getesteten Mittel und Verfahren auf Befall und Keimung von Petersilie, infiziert mit *Alternaria radicina* und *Septoria petroselini*, Versuchsjahr 2006

Im zweiten Jahr hatten das Vakuum-Dampf-Verfahren, die Heißwasser- und die Elektronenbehandlung hingegen eine sehr gute Wirkung gegen *A. radicina* sowie Serenade gegen *S. petroselini*. Heißwasser beeinträchtigte die Keimung, der geringste Anteil an braunen Wurzeln (entsprechend der größte Anteil an überlebenden Pflanzen) wurde nach Vakuum-Dampf und Heißwasserbehandlung ermittelt (Abb. 2).

An Möhre und Feldsalat wurden nur die Behandlungsvarianten getestet, die nicht schon im EU-Projekt „STOVE“ untersucht worden waren. Für diese Kulturen wurden keine Behandlungen gefunden, die den Befall ausreichend kontrollieren konnten, die Wirkungsgrade betragen unter 20 % (Abb. 3 und 4).

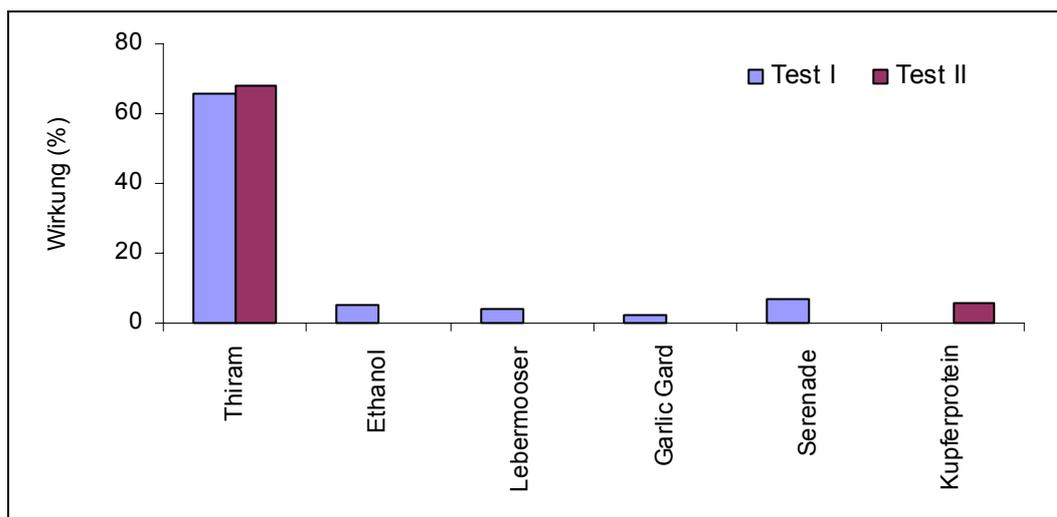


Abb. 3 Wirkung der getesteten Mittel gegen *Alternaria radicina* / *A. dauci* an Möhre

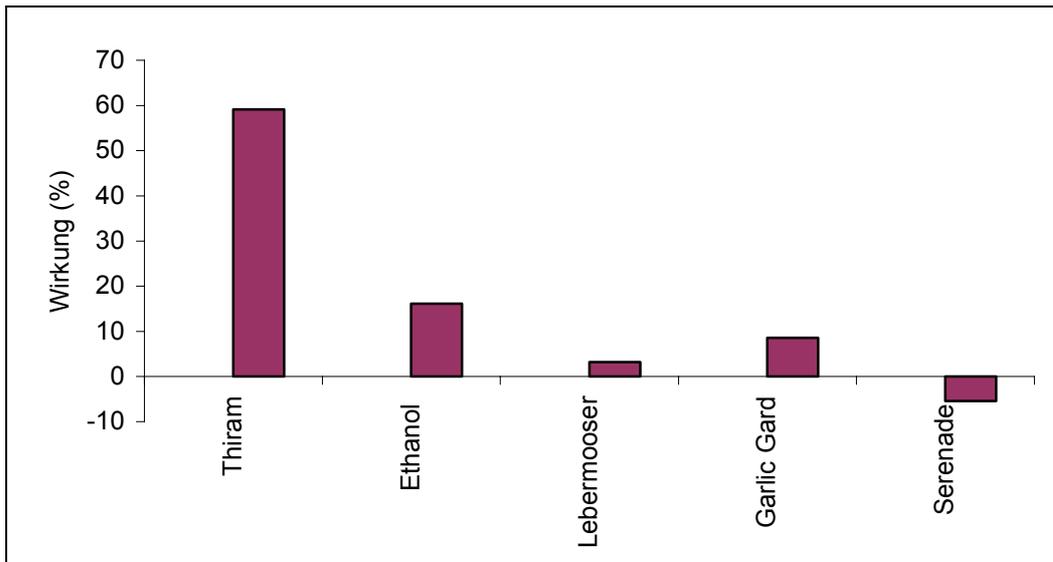


Abb. 4 Wirkung der getesteten Mittel gegen *Phoma valerianella* an Feldsalat

### 3.1.14 Weitere physikalische Verfahren: Vakuum-Dampf (SteamLab), Infrarotlicht, Ultraschall-Dampf (SonoSteam)

Im Projektverlauf wurden einige neuere physikalische Verfahren recherchiert und Saatgut zur Behandlung an die entsprechenden Firmen bzw. Personen zur Behandlung geschickt.

Mit dem Vakuum-Dampf-Verfahren der Fa. SteamLab, Hamburg wurden Petersilie (infiziert mit *A. radicina*, *S. petroselini*), Roggen (*M. nivale*) und Weizen (*T. tritici*) behandelt. Eine Reihe Infrarot-Behandlungen wurde von V. Vasilenko, Kanada, an Roggen (*M. nivale*) sowie an Gerste (*D. teres*) durchgeführt. Außerdem wurde durch A. Borgen, Dänemark, eine Testreihe mit dem SonoSteam-Verfahren an Triticale (*M. nivale*) angelegt.

Die beiden letztgenannten Verfahren hatten nur einen geringen bis keinen Effekt auf den Befall.

Das SteamLab-Verfahren (60 °C, 1 min) hingegen hatte eine sehr gute Wirkung. Bei Petersilie betrug diese gegen *Alternaria* 98 % und gegen *Septoria* 40 %, die Zahl der überlebenden Keimlinge stieg von 56 % auf 84 % (s. Kap. 3.1.13). Bei Roggen mit Schneeschimmel wurde der Aufgang von 57 % auf 82 % erhöht und die Wirkung betrug 72 %. Bei Weizensteinbrand lag die Wirkung bei 100 %, aber der Aufgang war um 50 % vermindert. Da dieses Verfahren teuer und nicht auf große Mengen ausgelegt ist, kommt es derzeit nur für hochwertiges Kräuter- und Gemüsesaatgut in Frage.

### 3.1.15 Saatgutüberlagerung

Die Überdauerungsfähigkeit von Krankheitserregern am Saatgut kann sehr unterschiedlich sein (Neergard, 1979). Die Überlagerung von Saatgut wird teilweise, z.B. bei Lupinen mit Anthraknose, als Maßnahme empfohlen, um den Saatgutbefall zu reduzieren. Um die Überdauerung der in diesem Projekt getesteten Erreger zu überprüfen, wurden die Saatgutpartien zum Beginn und zu mindestens einem weiteren Zeitpunkt ca. ein Jahr später auf ihren Befall untersucht. Die Untersuchungen erfolgten im Erdtest, das Saatgut wurde bei 4 °C dunkel gelagert.

#### Streifenkrankheit

Mit allen zur Verfügung stehenden Saatgutpartien wurde mit Hilfe von wiederkehrenden Befallsbestimmungen die Überdauerung des Erregers der Streifenkrankheit am Saatgut überprüft. Dabei zeigte sich in allen sechs Proben eine Tendenz zum Rückgang des Befalls.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bei einjähriger Lagerung des Saatgutes bei 4 °C der Befall mit Streifenkrankheit um ca. 50 % zurückgeht.

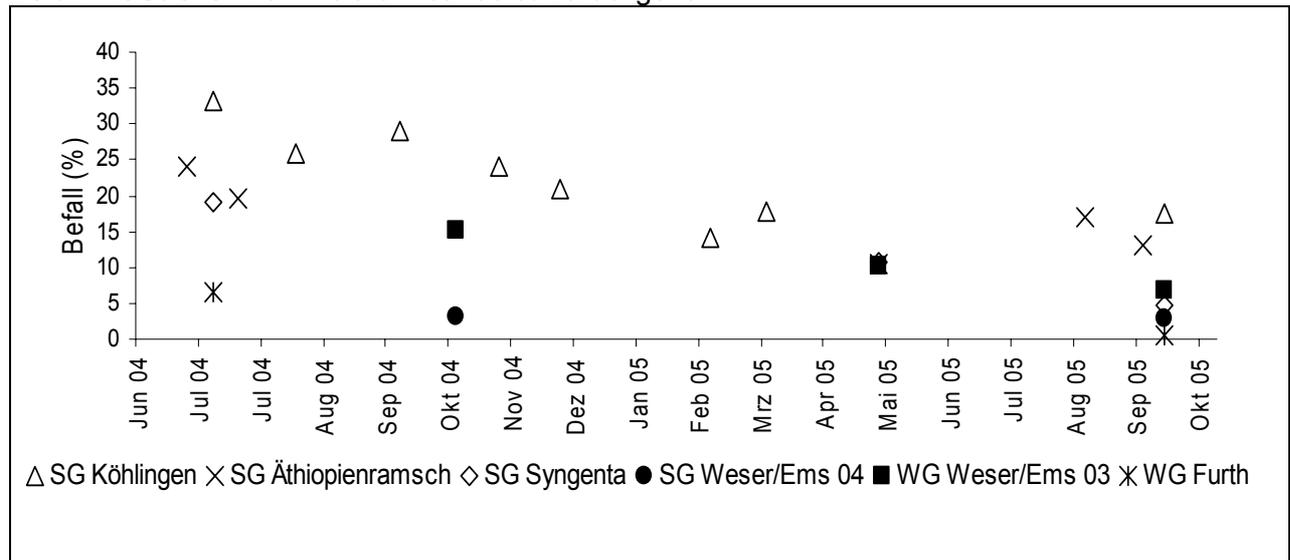


Abb. 5 Überdauerung von *D. graminea* an sechs Sommergerstensorten

#### Netzflecken

Die Überdauerung des Erregers der Netzflecken wurde an zwei Saatgutpartien überprüft. Dabei konnte weder bei der Gerste 'Pongo' noch bei 'Madras' ein Rückgang des Befalls im Laufe eines Jahres festgestellt werden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Befall des Saatgutes mit dem Netzfleckererreger nach einjähriger Lagerung bei 4°C nicht zurückgeht.

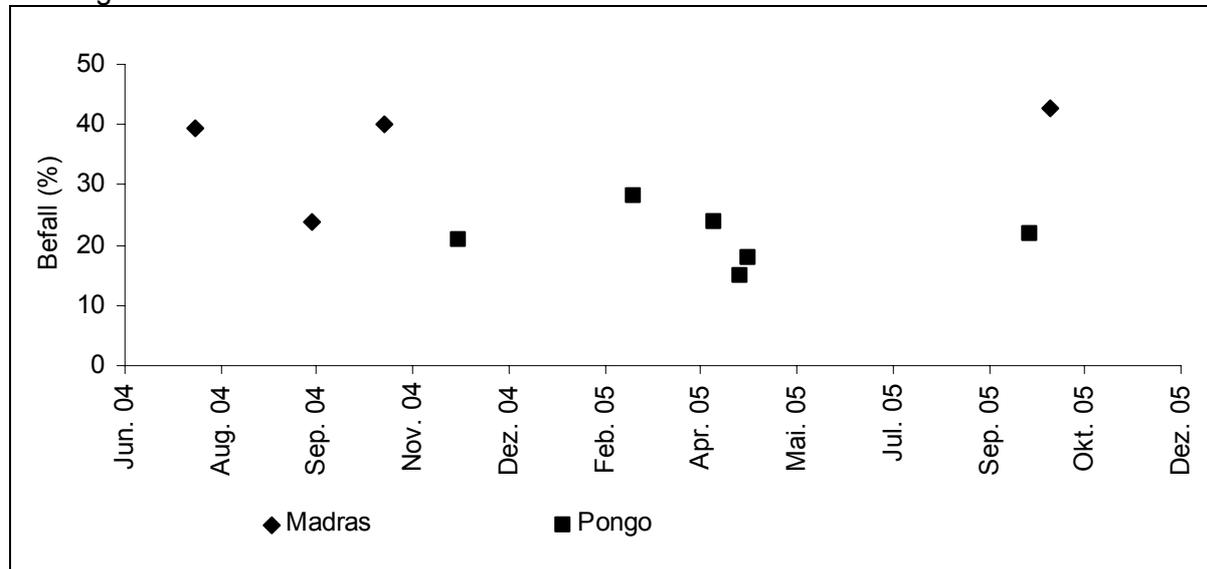


Abb. 6 Überdauerung von *D. teres* an zwei Sommergerstensorten

#### *Fusarium culmorum*

Untersuchungen zur Überdauerung von *F. culmorum* am Saatgut wurden mit allen zur Verfügung stehenden Proben durchgeführt (WW 'Drifter' 2003, WW 'Miedaner' 2003, WW 'Furth' 2003, SW 'Munk' 2004, WW 'Tarso I' 2004, WW 'Tarso II' 2004, Triticalemix 2004 'BAZ' und 'Hohenheim'). Dabei ergab sich weder bei Weizen noch bei Triticale ein einheitliches Bild. Während bei einigen Saatgutpartien der Befall im Laufe eines Jahres deutlich zurückging (Abb. 7), blieb sie bei anderen konstant.

Das Überdauerungsvermögen von *F. culmorum* scheint abhängig vom Saatgutposten zu

sein. Somit ist eine generelle Aussage für den Zeitraum eines Jahres nicht möglich.

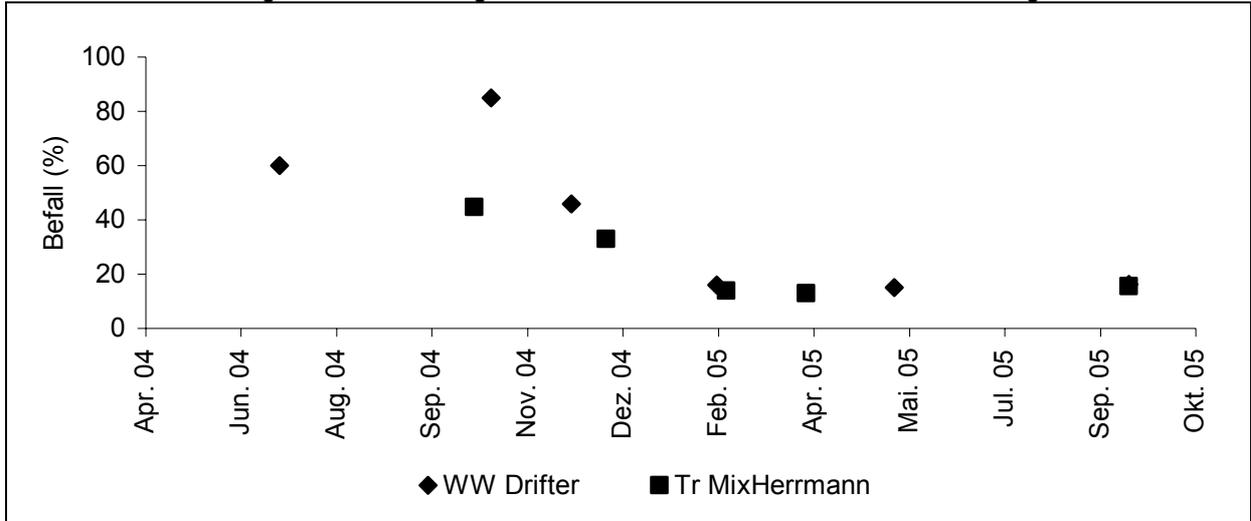


Abb. 7 Überdauerung von *F. culmorum* an Weizen und Triticale

#### *Fusarium* spp.

Die Überlagerung führte bei *Fusarium* spp. innerhalb des Untersuchungszeitraums bei den hoch befallenen Saatgutpartien zu keiner nennenswerten Verminderung des Befalls, nur bei der gering befallenen Sorte 'Drifter' sank der Befall von 11% auf 4%.

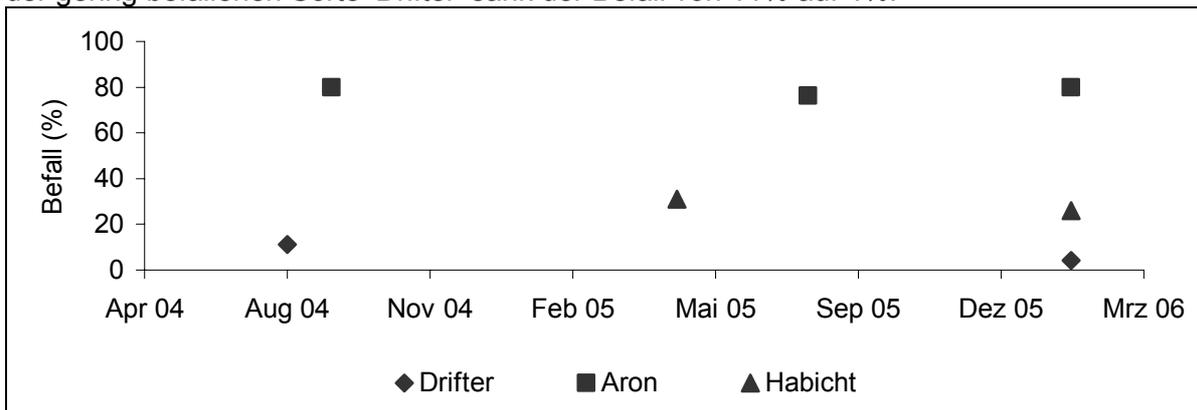


Abb. 8 Überdauerung von *Fusarium* spp. an drei Winterweizensorten

#### Blatt- und Spelzenbräune

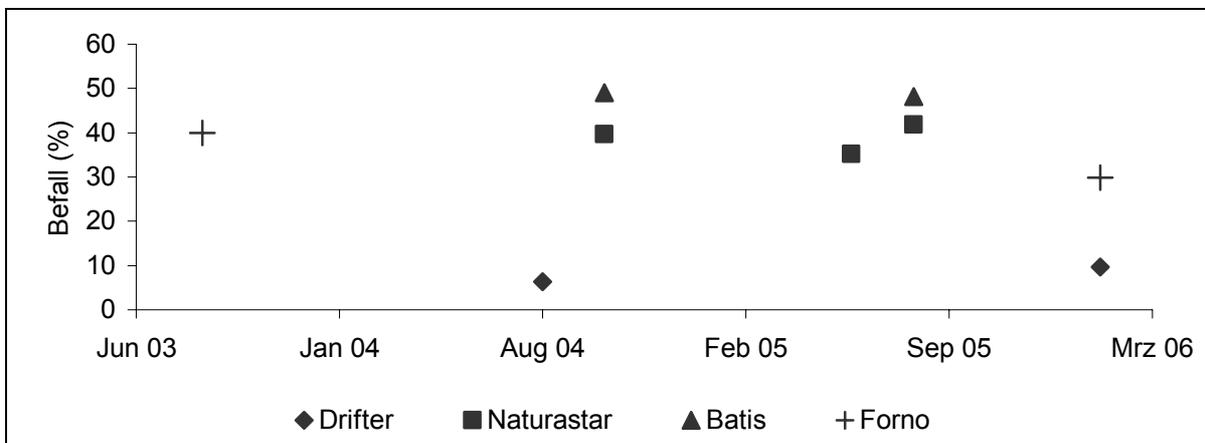


Abb. 9 Überdauerung von *S. nodorum* an vier Winterweizensorten

Bei dem Erreger *Stagonospora nodorum* war nur bei der Sorte 'Forno' ein Rückgang des Befalls von 40% auf 29% zu beobachten, der Befall aller anderen Partien blieb unabhängig von der Höhe des Ausgangsbefalls innerhalb des Untersuchungszeitraums auf demselben Niveau.

#### Schneeschimmel

Bei keiner der untersuchten Saatgutpartien von Winterweizen, Winterroggen und Triticale ging der Befall mit *Microdochium nivale* im Untersuchungszeitraum zurück.

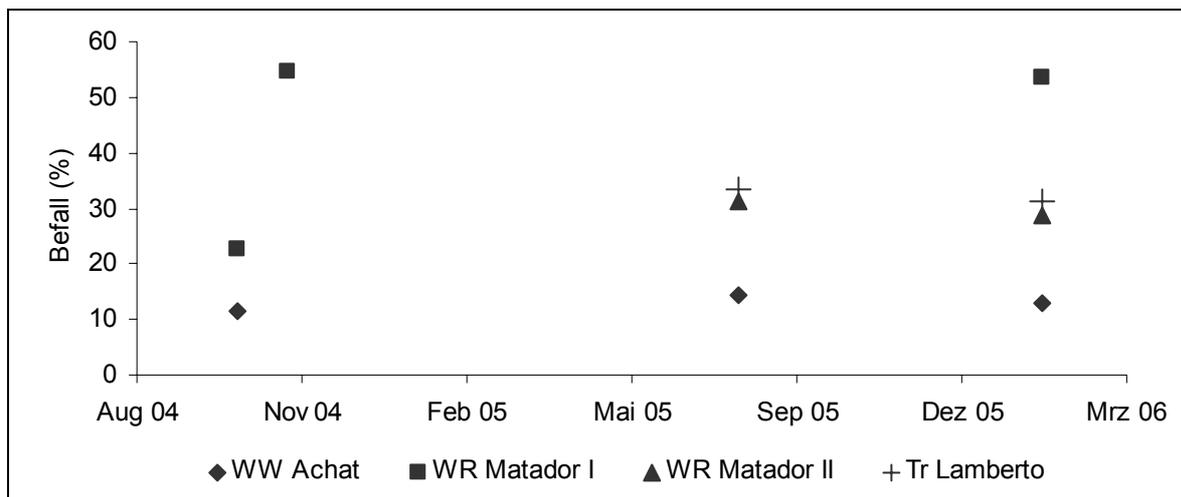


Abb. 10 Überdauerung von *M. nivale* an Weizen, Roggen und Triticale

#### Anthraknose

Für die Reduzierung der Anthraknose durch Überlagerung ergibt sich kein eindeutiges Ergebnis. An 'Bolivio I' war nach einem Rückgang von 4 % auf 0,75% wiederum ein Anstieg auf 2 % zu verzeichnen, ebenso stieg der Befall bei 'Amiga II' stark an. Die Schwankungen könnten mit einer inhomogenen Probe und einem zu kleinen Probenumfang (Proben aus einem Zuchtgarten) begründet werden. Bei 'Bolivio II' und der hoch befallenen 'Amiga I' sank der Befall innerhalb eines Jahres dagegen deutlich ab, war aber immer noch zu hoch, um das Saatgut unbehandelt zu verwenden.

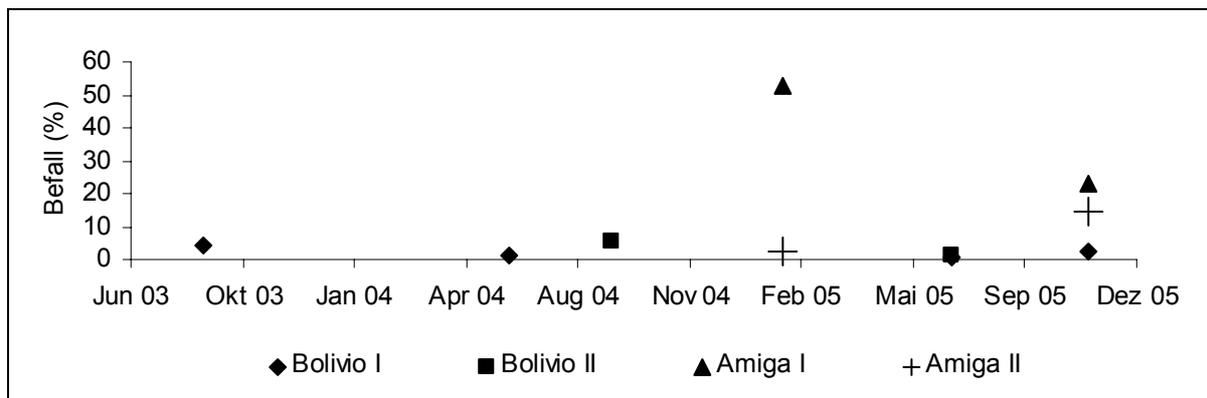


Abb. 11 Überdauerung von *C. lupini* an blauer ('Bolivio') und weißer ('Amiga') Lupine

### *Ascochyta pisi*

Im Untersuchungszeitraum, der vier Monate umfasste, ging der Befall in der Wasserkontrolle um 50% zurück. Da nur eine Partie untersucht wurde, kann diese Aussage jedoch nicht verallgemeinert werden.

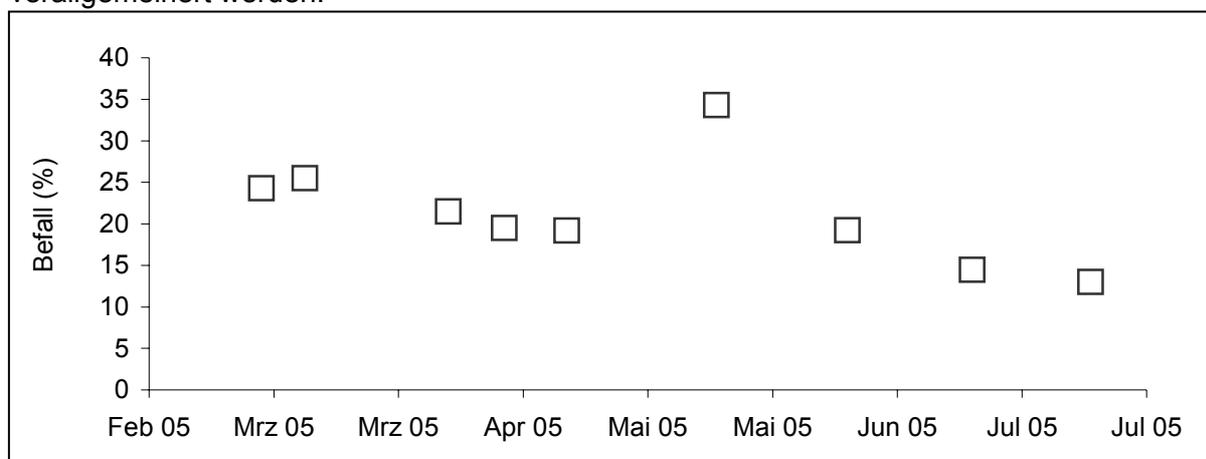


Abb. 12 Überdauerung von *A. pisi* an Erbsen

Insgesamt ist die Überlagerung von Saatgut unter den ausgewählten Bedingungen nur sehr begrenzt dafür geeignet, den Befall mit Schaderregern zu reduzieren. Allein bei Streifenkrankheit und teilweise auch bei den Fusarien und Anthraknose war ein Rückgang zu verzeichnen.

### 3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung und Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus, bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

- In den folgenden Übersichtstabellen sind die Varianten grün markiert, die auf Grund ihrer Wirkung für eine Praxisanwendung in Frage kommen.

Übersicht I über die beim jeweiligen Schaderreger am besten wirksamen Behandlungen in den im Bericht beschriebenen Versuchen 2004-2006 (Wirkung in %)

	Pflanzenstärkungsmittel		Mikrobielle Präparate			Physikalische Methoden			Sonstige
	LEBER-MOOSER	Mil-sana	Cedo-mon	Sere-nade	FZB 53	Warm-wasser	Heiß-wasser	Feucht-heißluft	Ethanol / Isoprop.
<i>U. avenae</i>	93	60		78	43				86
<i>D. graminea</i>	81	71		78			90		81
<i>D. teres</i>	87	87	95				95		94
<i>F. culmorum</i>	47 <sup>1)</sup>	52 <sup>1)</sup>			85 <sup>1)</sup>		55 <sup>1)</sup>		75 <sup>2)</sup>
<i>Fusarium spp.</i> <sup>1)</sup>					76		42		
<i>S. nodorum</i>	70				100		71		
<i>M. nivale</i>	55 <sup>3)</sup>			41 <sup>2)</sup>	74 <sup>1)</sup>	75 <sup>1)</sup>	44 <sup>1)</sup>		
<i>C. lupini</i>							45	73	45
<i>A. pisi</i>								80	

grün gekennzeichnet: Behandlungen mit Wirkungen zwischen 70 und 100 %

<sup>1)</sup> nur an Weizen, <sup>2)</sup> nur an Triticale, <sup>3)</sup> nur an Roggen

Übersicht II über die beim jeweiligen Schaderreger am besten wirksamen Behandlungen in den Feldversuchen 2004-2006 (Wirkung in %)

	gelistete Pflanzenstärkungsmittel				mikrobielle Präparate		physikalische Methoden		Sonstige	
	Lebermooser	Milsana	Tillecur	Fermentgetreide	Cedomon / Cerall	Serenade	Warmwasser	Heißwasser	Ethanol	Essigsäure
1 <i>T. tritici</i>										
2 <i>U. nuda</i>										
3 <i>U. avenae</i>										
4 <i>U. hordei</i>										
5 <i>D. graminea</i>										
6 <i>D. teres</i>										
7 <i>M. nivale</i>										
8 <i>Fusarium</i> spp.										
9 <i>S. nodorum</i>										
Anzahl	4	2	2	1	3	1	6	3	5	1

1-6: gekennzeichnet sind Behandlungen mit Wirkungen zwischen 80-100 % (Ausnahme *U. nuda*: 60-100 %)

7-9: gekennzeichnet sind Behandlungen, die eine deutliche Verbesserung von Feldaufgang und Überwinterung bewirkten

Neben einigen Pflanzenstärkungsmitteln wurden mit mikrobiellen Präparaten, physikalischen Verfahren und Alkoholen am häufigsten gute Wirkungen erreicht. Diese konnten unter Feldbedingungen weitgehend bestätigt werden und stellen somit Lösungen für die Anwendung in der Praxis dar (Übersicht II). Anzumerken ist, dass das vor allem bei den schwer zu bekämpfenden Auflaufschaderregern effektive Streptomyces-Isolat FZB 53 nach Aussagen des Herstellers nicht für die Praxisanwendung weiterentwickelt wird. Inwieweit Alkohole zur Saatgutbehandlung empfohlen werden können, ist rechtlich noch nicht geklärt. Eine Aufnahme in den Anhang II B der Verordnung (EG) 2092/91 wäre hierfür eine Voraussetzung.

- Am 30. Januar 2007 fand ein Workshop statt, bei dem die Ergebnisse vorgestellt wurden. Mit der zahlreichen Teilnahme von Vertretern unterschiedlichster Einrichtungen (Forschung, Administration, Anbauverbände, Saatguterzeuger, Praxis) fand die Thematik eine breite Resonanz.
- Anlässlich der Wissenschaftstagung im März 2007 werden mehrere Beiträge präsentiert sowie ein Workshop veranstaltet.

#### 4. Zusammenfassung

Mit Beginn des Jahres 2004 wurden die Möglichkeiten der Verwendung von nicht ökologisch erzeugtem Saatgut im ökologischen Landbau durch die Verordnung Nr. 1452/2003 stark einschränkt. Der damit einhergehende vermehrte Einsatz von Saatgut aus ökologischer Vermehrung steigert die Bedeutung von gesundem Saatgut. Zur Erzeugung gesunden Saatgutes steht im Öko-Landbau neben präventiven Maßnahmen (Sortenwahl, Gesundheitstest) eine Reihe verschiedener Saatgutbehandlungsverfahren zur Verfügung (physikalische Methoden, Pflanzenextrakte, Naturstoffe und Mikroorganismenpräparate), die jedoch für die zahlreichen, wichtigen Wirt/Pathogen - Kombinationen nicht hinreichend untersucht waren. Inhalt und Ziel dieses 2004 begonnenen Verbundvorhabens war es deshalb, Erfolg versprechende, aber hinsichtlich Handhabbarkeit und Wirksamkeit bislang nicht ausreichend untersuchte Ansätze zu überprüfen sowie Schwellenwerte zu ermitteln, die eine Saatgutbehandlung indizieren.

Die untersuchten samenbürtigen Krankheiten an Getreide, Leguminosen und ausgewählten Gemüsekulturen beinhalteten die Brandkrankheiten (Stein-, Flug-, Hartbrand), Auflaufkrankheiten (*Fusarium* spp., Schneeschimmel, *Stagonospora nodorum*, *Ascochyta pisi*) in Getreidekulturen sowie Blattkrankheiten (Streifenkrankheit, Netzflecken, Anthraknose), die auch samenbürtig sein können. Die Untersuchungen wurden an natürlich infiziertem Saatgut unter Berücksichtigung möglichst unterschiedlich stark infizierter Partien durchgeführt.

Um eine schnelle Übertragbarkeit wirksamer Verfahren in die Praxis zu ermöglichen, wurden überwiegend gelistete Pflanzenstärkungsmittel untersucht. Die wichtigsten ausgewählten Behandlungsvarianten waren Tillecur, Milsana flüssig, LEBERMOOSER, GARLIC GARD, ChitoPlant, Kendal, Serenade, FZB 53, Cedomon/Cerall, verschiedene Pflanzenextrakte und -öle, Warm- und Heißwasserbehandlung. Als Kontrollvarianten für die Mittel auf alkoholischer Basis wurden die Lösungsmittel Ethanol bzw. Isopropanol mitgeführt.

Im ersten Untersuchungsschritt wurden Klimakammer- und Gewächshausversuche angelegt. Ansätze, die sich unter diesen Modellbedingungen für die Praxistestung als geeignet erwiesen, wurden in der nächstmöglichen Vegetationsperiode in die Feldversuche (im Projekt 03OE127/2), die in der Regel zweijährig an zwei Standorten durchgeführt wurden, aufgenommen.

Für wichtige Wirt/Pathogen - Kombinationen konnten unter Modellbedingungen Behandlungsvarianten mit guten Wirkungen ausgewählt werden, die keine bis geringe negative Auswirkungen auf die Keimfähigkeit hatten. In Feldversuchen waren bei Sommergerste mit Netzflecken oder Streifenkrankheit sowie bei Haferflugbrand nach der Behandlung mit Warm- und Heißwasser, LEBERMOOSER, Ethanol, Milsana flüssig und Cedomon sehr gute Wirkungen zu verzeichnen, die bei den Blattkrankheiten 76-99 % und bei Flugbrand 92-95 % betragen. Unter Feldbedingungen wurde der Aufgang teilweise durch die Ethanolbehandlung beeinträchtigt. An Winterweizen mit *Fusarium* spp., *S. nodorum* bzw. Schneeschimmel sowie Winterroggen mit Schneeschimmel wurde eine Steigerung des Feldaufgangs vor allem durch Warm- und Heißwasserbehandlung, LEBERMOOSER, Milsana flüssig, Serenade und Cerall erreicht. Ein besserer Stand nach Winter war besonders nach Warm- und Heißwasserbehandlung sowie der Behandlung mit Milsana flüssig und LEBERMOOSER zu beobachten.

Zu den am schwersten zu bekämpfenden Krankheiten zählen Flugbrand an Gerste, Anthraknose an Lupine und *A. pisi* an Erbse. Bei Gerstenflugbrand erwies sich die Warmwasserbehandlung als einzige Variante, die den Befall zwar deutlich, aber nicht immer ausreichend reduzierte. Zudem traten häufig Beeinträchtigungen des Feldaufgangs auf. An Lupine und Erbse wurde mit keinem der untersuchten Mittel und Verfahren eine ausreichende Wirkung erzielt.

##### **5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen**

Die ursprünglich geplanten Ziele wurden erreicht. Es erfolgte die Recherche und Zusammenstellung aller für den Öko-Landbau verfügbaren Verfahren zur Saatgutbehandlung, die Testung bereits zugelassener bzw. registrierter Präparate zur Pflanzenbehandlung und die Weiterentwicklung und Überprüfung von Erfolg versprechenden, aber bislang nicht hinreichend praxisreif entwickelten Ansätzen zur Saatgutbehandlung in der Praxis.

Die Erstellung eines ‚Leitfadens Saatgutgesundheit im Öko-Landbau‘ mit der Darstellung aller für die Praxis relevanten Strategieoptionen und deren Beurteilung für den Einsatz im ökologischen Landbau samt exakter Anleitungen für ihre Anwendung ist in Arbeit.

Offene Fragen, deren weitere Bearbeitung notwendig ist, sind insbesondere die Bekämpfung der schwer zu bekämpfenden Krankheiten wie Flugbrand an Gerste, Anthraknose an Lupine und *A. pisi* an Erbse, aber auch Bakteriosen an Leguminosen- und Gemüsesaatgut. Die Schwellenwertproblematik ist ebenfalls nicht hinreichend gelöst und daher weiter zu verfolgen. Im Hinblick darauf und generell ist für eine Reihe der hier bearbeiteten Wirt-Pathogen-Kombinationen die Epidemiologie, insbesondere in Verbindung mit der Sortenanfälligkeit, zu untersuchen.

## 6. Literaturverzeichnis

- Becker, J., Weltzien, H. C. (1993): Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul.) mit organischen Nährstoffen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 100(1), 49-57.
- Forsberg, G., Anderson, S., Johnsson, L. (2002): Evaluation of hot, humid air seed treatment in thin layers and fluidized beds for seed pathogen sanitation. Journal of Plant Diseases and Protection 109, 357-370.
- Hökeberg, M., Gerhardson, B., Johnsson, L. (1997): Biological control of seed-borne diseases by seed bacterization with greenhouse-selected bacteria. European Journal of Plant Pathology 103, 25-33.
- Jahn, M. (2002): Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau. Forschungsreport 1, 12-15.
- Koch, E., Lindner, K. (2001): Use of microbial preparations as cereal seed treatments. Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Biological Sciences 49, 343-351.
- Krauthausen, H.-J., Eibel, P., Koch, E. (2002): Entwicklung eines thermischen Saatgutbehandlungsverfahrens für Getreide. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 390, 426-427.
- Neergaard, P. (1979): Seed Pathology. THE MACMILLAN PRESS LTD, S. 586-587.
- Nega, E., Ulrich, R., Werner, S., Jahn, M. (2001): Zur Wirkung der Heißwasserbehandlung gegen samenbürtige Pathogene an Gemüsesaatgut. GESUNDE PFLANZEN 53(6), 177-184.
- Nielsen, B. J., Borgen, A., Kristensen, L. (2000): Control of seed borne diseases in production of organic cereals. Brighton Crop Protection Conf. – Pests and Diseases.
- Paffrath, A., Tränkner, A. (1998): Weizensteinbrand - Bekämpfung im Ökologischen Landbau. Lebendige Erde 5, 431-434.
- Spieß, H. (1999 a): Gesundes Saatgut. Prophylaktische und kurative Maßnahmen zur Erhaltung der Saatgutgesundheit bei Getreide. Lebendige Erde 2, 42-43.
- Spieß, H. (1999 b): Probleme bei der Erzeugung von Saatgut im Ökologischen Landbau am Beispiel von Getreide. In: Beer, H. und M. Jahn (Hg.): Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau. Berichte aus der BBA, Heft 50, 64-70.
- Spieß, H. (2000): Aktuelle Versuchsergebnisse zur Weizensteinbrandbekämpfung. Lebendige Erde 5, 41.
- Spieß, H. (2003): Stand der Weizensteinbrandbekämpfung im Ökologischen Landbau. 7.

Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Univ. für Bodenkultur, Wien, 565-566.

Spieß, H., Dutschke, J. (1991): Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries*) im biologischen-dynamischen Landbau unter experimentellen und praktischen Bedingungen. Gesunde Pflanzen 34, 264-270.

Winter, W., Bänziger, I., Rügger, A. (1995): Neue Wege in der Weizen-Saatgutbeizung. Agrarforschung 2(4), 137-140.

Winter, W., Bänziger, I., Krebs, H., Rügger, A., Frei, P., Gindrat, D. (1997): Warm- und Heißwasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. Agrarforschung 4(11-12), 449-452.

Winter, W., Bänziger, I., Rügger, A., Schachermayr, G., Krebs, H. (2001): Magermilchpulver und Gelbsenfmehl gegen Weizenstinkbrand. Agrarforschung 8(3), 118-123.

Weng, W. 1998: Prüfungsergebnisse Zwergsteinbrand und Steinbrand 1998. Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart, unveröffentlicht.

## **7. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt**

Blum H., Fausten G., Jahn M., Nega E., Gärber U., Aedtner I., Wilbois K.-P.: Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. Vortragsveranstaltung, 23.-24.11.2004, Bonn, „Aktuelle Projekte im Bereich Pflanzenschutz“, 2004, 8.

Blum H., Fausten G., Nega E., Jahn M., Gärber U., Aedtner I.: Improvement of seed quality of medicinal plants and herbs in organic farming. In: Proceedings of the European Joint Organic Congress, Odense (DK), 30./31. Mai 2006, 390-391.

Jahn M., Nega E., Waldow F.: Maßnahmen zur Erhaltung der Saatgutgesundheit im ökologischen Landbau. 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hamburg. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem 2004, 396, 230.

Jahn, M.: Seed quality and strategies for organic seed treatment. Ecology and Farming. 2005, 38, 26-27.

Spieß H., Lorenz, N., Müller K.-J., Koch E., Wächter R., Jahn M., Waldow F., Vogt-Kaute W., Wilbois K.-P.: Strategien zur Bekämpfung von Brandkrankheiten bei Getreide im Ökologischen Landbau. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 2006, 18, 250-251.

Spieß H., Jahn M., Koch E., Lorenz, N., Müller K.-J., Vogt-Kaute W., Waldow F., Wächter R., Wilbois K.-P.: Stand der Bekämpfung von Brandkrankheiten im ökologischen Getreidebau. In: „Zwischen Tradition und Globalisierung“ 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Hohenheim, 20.-23. März 2007, im Druck.

Vogt-Kaute W., Spieß H., Jahn M., Waldow F., Koch E., Wächter R., Müller K.-J., Wilbois K.-P.: Physikalische Verfahren zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Anbau. In: „Zwischen Tradition und Globalisierung“ 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Hohenheim, 20.-23. März 2007, im Druck.

Waldow F., Jahn M., Wächter R., Koch E., Wilbois K.-P., Spieß H., Vogt-Kaute W., Müller K.-J., Leopold J., Reiners E.: Projekt 03OE127/3: ‚Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau‘.

Vortragsveranstaltung 23.-24.11.04, Bonn, „Aktuelle Projekte im Bereich Pflanzenschutz“, 2004, 10.

Waldow F., Jahn M., Wächter R., Koch E.: Alternative Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau – Ergebnisse eines Verbundvorhabens. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 2006, 58, 335.

Waldow F., Jahn M., Wächter R., Koch E., Vogt-Kaute W., Spieß H., Müller K.-J., Wilbois K.-P.: Untersuchungen zur Wirkung alternativer Saatgutbehandlungen gegen Auflaufschaderreger in Getreide. In: „Zwischen Tradition und Globalisierung“ 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Hohenheim, 20.-23. März 2007, im Druck.

Waldow F., Wächter R., Jahn M., Koch E., Spieß H., Vogt-Kaute W., Müller K.-J., Wilbois K.-P.: Alternative Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau – Ergebnisse eines Forschungsverbundvorhabens. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem 2006, 400, 332-333.

Wilbois K.-P., Spieß H., Vogt-Kaute W., Waldow F., Jahn M., Wächter R., Koch E., Müller K.-J., Leopold J., Reiners E.: Projekt 03OE127/2: ‚Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau‘ Vortragsveranstaltung 23.-24.11.04, Bonn, „Aktuelle Projekte im Bereich Pflanzenschutz“, 2004, 9.

Wilbois K.-P., Spieß H., Vogt-Kaute W., Jahn M., Waldow F., Koch E., Wächter R., Müller K.-J.: Vermeidung von saatgutbürtigen Krankheiten: Strategien für den Öko-Landbau. In: „Ende der Nische“. 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, 149-152.

Wilbois K.-P., Waldow F., Müller K.-J., Vogt-Kaute W., Spieß H., Jahn M., Wächter R., Koch E.: Strategien zur Bekämpfung von Streifen- und Netzfleckenkrankheit der Gerste im Ökologischen Landbau. In: „Zwischen Tradition und Globalisierung“ 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Hohenheim, 20.-23. März 2007, im Druck.

Wolff, S.-V.: Alternative Methoden zur Bekämpfung des samenbürtigen Schaderregers *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. An Winterweizen im ökologischen Landbau. Masterarbeit an der Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-gärtnerische Fakultät. 2005, 75 S.

Wolff S., Waldow F., Jahn M., Büttner C.: Alternative Methoden zur Bekämpfung des samenbürtigen Schaderregers *Septoria nodorum* an Winterweizen im ökologischen Landbau. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem 2006, 400, 340-341.

Anhang I: Zusammenfassung Befallsermittlung an Saatgut (BBA Kleinmachnow), Stand 07/06

Krankheit	Kultur	Sorte / Jahr	Kalttestwert bzw. Aufgang	Befall (%) in Erde	Befall (%) in vitro	Ermittelt im ... (Testart)
<i>Septoria nodorum</i> (Spelzenbräune)	WW	Drifter / 2003	90	11 6,4	12	Befallstest Mitteltest
	WW	Alidos / 2001		20,9	11,5	
	WW	Syngenta NN / 2003		3,3	0,5	
	WW	Furth NN / 2003		5,2	0	
	WW	Batis / 2004	32	48,2	49	Befallstest Mitteltest
	WW	Naturastar / 2004	99 90	38,9 41,8	41	Befallstest Mitteltest 1 Mitteltest 2
	WW	Forno / 2003	66		40	
<i>Fusarium</i> spp.	WW	Drifter / 2003	63 72	21,5 11,3	21	Befallstest Mitteltest
	WW	Aron / 2002	83	26,5	2,5	
	WW	Aron / 2004	8	77	97	
	WW	Habicht / 2004	58	31,1	65	Befallstest Mitteltest
	WW	Wild Richard / 2005			3,5 / 8 (2 Proben)	
<i>Microdochium nivale</i> (Schneeschimmel)	WW	Achat / 2003	88 73	20,6 12,4	22,5	Befallstest Mitteltest
	WW	Furth NN / 2003	84	1,8	0,5	
	WW	Atlantis / 1999	88	9,3	9	
	WW	Capo / 2005 SCH			4,5	
	WW	Capo / 2005 HK (unger., gebürstet)	37	66,1	9,5 / 9 (2 Proben)	Befallstest Mitteltest
	WW	Achat / 2005	45 62	14,9	4,5 Fus.spp 10 M. niv.	Befallstest Mitteltest
	WR	Syngenta NN /2003	57	13,5	4	
	WR	Danko / 1998	58	25	0	
	WR	Amilo / 1999	79	17,4	6	
	WR	Nikita / 2004	7		32	
	WR	Matador / 2004 (WVK)	31 49	38,5	19,5	Befallstest Mitteltest
	WR	Matador / 2004 (FAL)	77	31,3	20	Befallstest Mitteltest
	WR	Matador / 2005			14,5	
WR	Amilo / 2005			26		
WR	Danko / 2005	46	82,7	23	Befallstest Mitteltest	
<i>Microdochium nivale</i> (Schneeschimmel)	Triticale	Syngenta NN / 2003	84	16,5	3,5	
	Triticale	Modus / 1999	92	7,6	10	

	Triticale	Modus / 2004	40 49	31,3	24,5	Befallstest Mitteltest
	Triticale	Lamberto / 2004	35 72	33,3	10,5	Befallstest Mitteltest
<i>Colletotrichum lupini</i> (Anthraknose)	Lupine blau	Bolivio / 2003			1,4	
		Bolivio / 2004 (handgedroschen)			0,75 – 5,25 (6 Proben)	
		Sonet / 2004			0	
		Boltensia / 2004			0	
		Bordako / 2004			0	
		Peter / 2005			0,75	
	Lupine weiß	Bardo / 2004 (WVK)			0,5	
		Bardo / 2004 (A.Fertig)			0,25	
		Amiga / 2004	98	28	2,5	Befallstest Mitteltest
		Amiga / 2004	74	49,5	53	Befallstest Mitteltest
		Bardo / 2005 (Nachbau A.Fertig)			0,5	
		Amiga 2005			0	
	Lupine gelb	Bornal / 2005	88	22	3	Befallstest Mitteltest
		Peter / 2005			2,5	
		Robert / 2005			0	
<i>Septoria petroselini</i>	Peter-silie	Gigante d'Italia / 2004	78		48	
		DLR NN / 2005	39 – 91		0 – 46,5 (9 Proben)	Befallstest
		Probe 19/06	84		13,7	Mitteltest
<i>Alternaria radicina</i> <i>A. petroselini</i>	Peter-silie	Gigante d'Italia / 2004	78		91,5	
		DLR NN / 2005	39 – 91		0 - 98 (9 Proben)	Befallstest
		Probe 19/06	84		64	Mitteltest
<i>Ascochyta pisi</i>	Erbse	Lisa / 2005			33,8	
		Santana / 2005			17,0	
		SÖL NN / 2005			18 - 98,5 (9 Proben)	
		Phönix / 2005	81	28	50	Befallstest Mitteltest
<i>Drechslera teres</i> (Netzflecken)	SG	Pongo / 2005	83 85	41,6 36,3		Befallstest Mitteltest
<i>Drechslera graminea</i> (Streifenkrankheit)	SG	Alexis / 2005	92 96	26,7 22,9		Befallstest Mitteltest
	SG	NN Sejet / 2003	48 43	17,0 10,1		Befallstest Mitteltest

Anhang II: Zusammenfassung Befallsermittlung an Saatgut (BBA Darmstadt), Stand 09/05

Krankheit	Kultur	Sorte / Jahr / Herkunft	Anteil Kümmerkorn (%)	Befall (%) in Erde	Befall (%) in vitro	Test (Datum)
Flugbrand	Hafer	Mix 2003 künstlich inokuliert (Herrmann, BAZ)		13		Mitteltest
	SW	Apogee 2003 BBA Darmstadt		33-55 (4 Proben)		Embryotest
	SW	Kanada 2003		11,7		Embryotest
	SG	Ismene 2003 (Nielsen, Dänemark)		8		Embryotest
	SG	Lawina 2003 (Müller, Darzau)		6		Embryotest
	WG	Igri 2000 (Spieß, IBDF)		13		Embryotest
	WG	Igri 2005 (Spieß, IBDF)		7,7		Embryotest
<i>Drechslera teres</i> (Netzflecken)	SG	Madras 2002 (Nielsen, Dänemark)		23,44 ± 8,27 39,44 ± 0,56 24		25.06.04 19.07.04 Mitteltest
	SG	Pongo 2001 (Johnsson, Schweden)		24		Mitteltest
<i>Drechslera graminea</i> (Streifenkrankheit)	SG	Ismene 2002 (Nielsen, Dänemark)		3,07 ± 1,72 4,38 ± 2,11		25.06.04 20.07.04
	SG	Ismene 2003, BBA Darmstadt		21,05 14,81		25.06.04 20.07.04
	SG	Äthiopien-Ramsch 2002 (Müller, Darzau)		24,13 ± 4,54 19,65 ± 1,70		25.06.04 20.07.04
	SG	NN 2003 (Syngenta)		19,20 ± 3,35		08.07.04
	SG	Köhlingen 2003 (Müller, Darzau)		33,33 ± 0,74 33 % 24 %		08.07.04 1. Mitteltest 2. Mitteltest
	SG	NN Weser/Ems 2004	15	3,17 ± 0,67		01.11.04
	SG	Bodega 2002 (WVK Naturland)		4 %		Mitteltest
		Etix 2005 (Spieß, IBDF)		5 %		Mitteltest
	WG	NN Weser/Ems 2003	19	15,28 ± 2,49		01.11.04
	WG	NN 2003 (Furth, LWK Münster)		6,43 ± 2,08		08.07.04
<i>Fusarium culmorum</i>	WW	NN 2003 (Miedaner, Uni Hohenheim)	40	76,67 ± 8,33	99 49	14.07.04 12.07.04 20.09.05

	WW	<i>Drifter</i> 2003 (Syngenta)	25	60,00 ± 4,00 85 46	88  16	02.07.04 19.07.04 Mitteltest 20°C Mitteltest 15°C 20.09.05
	WW	<i>Ritmo</i> 2003 (Syngenta)	20	58,13 ± 1,88	95	02.07.04 19.07.04
	WW	NN 2003 (Furth, LWK Münster)	13	20,69 ± 5,75 3,45 ± 1,15	29	02.07.04 20.07.04 19.07.04
	WW	Tarso „stark infiziert“, 2004 (Miedaner, Uni Hohenheim)	59	69,51 ± 3,66	74	20.09.04 20.09.05
	WW	Tarso „wenig infiziert“, 2004 (Miedaner, Uni Hohenheim)	21	5,1	24	12.10.04 20.09.05
	SW	Munk 2003 (Miedaner, Uni Hohenheim)	40	64,17 ± 2,50	63	20.09.04 08.09.05
	Winter- Triticale	Mix 2004 (Miedaner, Uni Hohenheim)	54	35,87 ± 11,96	55	20.09.04 08.09.05
	Triticale	Mix 2004 (Herrmann, BAZ)	21 22	9,49 ± 13,16 44,8	15	20.09.04 12.10.04 20.09.05
<i>Ascochyta pisi</i>	Erbse	<i>Grana</i> 2003, (WVK/Tilcher KWS)		35	9,3	04.11.04 Mitteltest
	Erbse	<i>Mix</i> 2005 (WVK Naturland)			14	29.06.05