

Die Anfälligkeit gegenüber der Streifenkrankheit (*Pyrenophora graminea*) im deutschen Sommergerstensortiment unter natürlichen Befallsbedingungen im ökologischen Landbau

Susceptibility to barley leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) in spring barley of the German varieties list under natural infection conditions in organic farming

FKZ: 03OE022

Projektnehmer:

Gesellschaft für goetheanistische Forschung e.V.
Getreidezüchtungsforschung Darzau
Darzau Hof 1, 29490 Neu Darchau
Tel.: +49 5853-1397
Fax: +49 5853-1394
E-Mail: k-j.mueller@darzau.de
Internet: <http://www.darzau.de>

Autoren:

Müller, Karl-Josef

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

Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt

**Die Anfälligkeit gegenüber der Streifenkrankheit
(*Pyrenophora graminea*) im deutschen Sommergerstensortiment
unter natürlichen Befallsbedingungen im ökologischen Landbau**

Aktenzeichen 514-43.10 / 03 OE 022



Laufzeit: 15-03-2004 bis 31-10-2006

Berichtszeitraum: 15-03-2004 bis 31-10-2006

gefördert vom

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Berlin

vorgelegt von

Dr. Karl-Josef Müller

im November 2006

Anschrift:

Getreidezüchtungsforschung Darzau

29490 Neu Darchau, Darzau Hof 1

Fon: 05853-1397 Fax: -1394

www.darzau.de

Inhaltsverzeichnis

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	5
1.1. Planung und Ablauf des Projektes	5
1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
1.3. Zwischenzeitliche Ergebnisse aus anderen Forschungsbereichen	7
1.4. Literaturverzeichnis	8
1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	8
2. Material und Methoden	8
2.1. Sortenevaluierung	8
2.2. Methodenentwicklung.....	10
2.3. Standorte	11
3. Ergebnisse	12
3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse.....	12
3.1.1. Sortenevaluierung.....	12
3.1.2. Methodenentwicklung	17
3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse.	21
4. Zusammenfassung.....	22
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen, Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	23

Müller, Karl-Josef

Die Anfälligkeit gegenüber der Streifenkrankheit (*Pyrenophora graminea*) im deutschen Sommergerstensortiment unter natürlichen Befallsbedingungen im ökologischen Landbau

Kurzfassung

Aus der Beschreibenden Sortenliste 2003 wurden 45 Sommergersten neben fünf Mustern mit ausgewiesenen Resistenzen und jeweils fünf Sorten aus Dänemark und Österreich über zwei Testzyklen zwischen Parzellen mit infiziertem Saatgut einem natürlichen Befall mit der Streifenkrankheit ausgesetzt. Die Sorten Peggy und Baccara zeigten mit unter 0,1% Befall neben den Resistenzträgern Vada, Betzes, Ricardo und Trysil die ausgeprägteste Widerstandsfähigkeit. Weitere zehn Sorten blieben im Durchschnitt unter 1% Befall. Mit über 5% Befall erreichten 13 Sorten ein ertragsgefährdendes Anfälligkeitsniveau. Bei der Sorte Prestige wurde ein Befallsgrad bis zu 38% festgestellt. Die Standortbedingungen, unter denen die Infektion in die Blüte stattfand, hatten neben der sortenspezifischen Anfälligkeitsneigung den größten Einfluss auf den Befallsgrad in der Folgegeneration. Aufgrund des Ergebnisses sind für die Saatguterzeugung an ökologisch bewirtschafteten Standorten, insbesondere wenn sie hinsichtlich einer Ausbreitung der Krankheit gefährdet sind oder wenn über mehrere Generationen ökologisch vermehrt werden soll, widerstandsfähige Sorten zu verwenden.

Für eine Prüfung der Eignung der Feldversuchsanlage zur natürlichen Infektion wurden am Standort Darzau in zwei Testzyklen zwischen den Infektionsstreifen mit der von Streifenkrankheit befallenen Gerste LINZ 358150 mehrfach Kleinparzellen, unterteilt in 12 Drillreihen nebeneinander, mit Saatgut einer anfälligen Sorte regelmäßig im Sortenversuch eingefügt. Aus den von Hand geernteten Ährenbüscheln jeder Drillreihe dieser Testparzellen wurde im jeweils zweiten Jahr eines Testzyklus in Kleinparzellen von 2m² die Unterschiede pro Vorjahresdrillreihe hinsichtlich der Blüteninfektion untersucht. Für eine zufriedenstellende Beurteilung der Anfälligkeit war eine Mischprobe aus mindestens sechs nebeneinander liegenden Drillreihen wie im Sortenversuch erforderlich. Ausgehend von befallsfreiem Saatgut waren zwei aufeinanderfolgende Testzyklen erforderlich, um eine sehr hohe Anfälligkeit unter natürlichen Befallsbedingungen eindeutig erkennen zu können.

Mueller, Karl-Josef

Susceptibility to barley leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) in spring barley of the German varieties list under natural infection conditions in organic farming

Abstract

From the official recommended varieties list of 2003 forty-five spring barley beside five samples with proved resistance and five varieties from Denmark and Austria each were exposed to a natural attack with barley leaf stripe between plots with infected seeds during two test cycles. Varieties Peggy and Baccara with less than 0.1% infestation and accessions Vada, Betzes, Ricardo and Trysil showed strongest resistance. Another ten varieties remained below 1% infestation. Thirteen varieties with more than 5% infestation reached a yield endangering level of susceptibility. With variety Prestige an attack up to 38% was noticed. Beneath variety specific susceptibility the local conditions for infection into flowers showed highest influence to absolute degree of infestation in the following generations. For seed production under organic farming in particular at locations with high risk for stripe disease and if multiplication shall be done for several generations organically, resistant varieties are obligatory.

For testing suitability of the field trial design for natural spreading of the disease, seeds of a susceptible variety were grown on several plots. These plots were divided into twelve drilling rows each and implemented in the variety test like the varieties between infected barley LINZ 358150 cultivated in stripes during two test cycles at Darzau. From each drilling row of each plot of the spore catching variety a bunch of ears was harvested manually and always grown in the second year of a cycle on small plots of 2m² to test the differences per previous year drilling rows with regard to infection of flowers. For a satisfying assessment of susceptibility a mixed sample from at least six drilling rows side by side like in the variety trial was necessary. Starting with uninfected seed two successive test cycles were necessary to recognise clear a very high susceptibility under natural infestation.

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Im Handel erhältliche Sommergersten waren hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber der saatgutübertragbaren Streifenkrankheit (*Pyrenophora graminea*) unter natürlichen Befallsbedingungen im Ökologischen Landbau zu differenzieren.

Aus dem Ergebnis der Sortenevaluierung war zu erwarten:

1. Eine Einschätzung des Krankheitsrisikos bei Ausweitung einer ökologischen Saatguterzeugung,
2. Sortenempfehlungen unter dem Blickwinkel ökologischer Saatguterzeugung,
3. eine Konkretisierung des Forschungsbedarfs hinsichtlich Evaluierung genetischer Ressourcen,
4. Perspektiven zur Züchtung widerstandsfähigerer Sorten.

Sorten, die sich im Verlauf des Vorhabens als resistent erweisen, wären für die Vermehrung im ökologischen Landbau der Praxis besonders zu empfehlen. Damit würde eine Ausweitung der Saatgutvermehrung unter ökologischen Anbaubedingungen über alle Vermehrungsstufen hinweg wesentlich erleichtert. Ferner könnte mit den Anfälligkeitsunterschieden den Zuchtbetrieben in Deutschland die Notwendigkeit der Berücksichtigung dieser Krankheit im Selektionsprozess verdeutlicht werden.

Anhand eines in die Sortenevaluierung integrierten Ausbreitungsversuchs waren darüber hinaus ergänzend die methodischen Grundlagen zu erarbeiten, wie Sorten im Hinblick auf ihre Anfälligkeit gegenüber der Streifenkrankheit unter den natürlichen Befallsbedingungen des ökologischen Landbaus getestet werden können.

Mit dem Vorhaben sollten die Ziele des Bundesprogramms Ökologischer Landbau hinsichtlich der „Entwicklung von Konzepten zur Regulierung von Krankheiten, die bei der Erzeugung von Saatgut auftreten können“, der „Verbesserung von Sorten im Hinblick auf die Bedingungen des ökologischen Landbaus“, der „Entwicklung von Züchtungszielen“ und der „Verbesserung der Qualität ökologisch erzeugter Produkte“ unterstützt werden.

Mit Abschluss des Vorhabens werden die Ergebnisse insbesondere den betroffenen Spezialisten in der ökologischen Saatguterzeugung, der Pflanzenzüchtung und den in der Sortenempfehlung tätigen Beratern verfügbar zu machen sein.

1.1. Planung und Ablauf des Projektes

Da die Streifenkrankheit in die Blüte infiziert und der Befall erst im Aufwuchs aus dem nach der Blüte entstehenden Korn beurteilt werden kann, wurde in zwei Testzyklen über je zwei Vegetationsperioden geprüft. In der Vegetation 2004 unter natürlichem Befall mit Streifenkrankheit am Standort Darzau angebaute Sommergersten wurden in der Vegetation 2005 hinsichtlich ihrer Anfälligkeit an den beiden divergierenden Standorten Darzau und Dottenfelderhof unter ökologischen Anbaubedingungen geprüft. Zugleich wurde an beiden

Standorten durch regelmäßiges Einfügen einer gleichmäßig hoch befallenen Sorte für einen durchschnittlichen Infektionsgradienten über den ganzen Versuch hinweg gesorgt. Da die Ernten von beiden Standorten an beide Standorte übermittelt wurden, standen im letzten Testjahr 2006 an beiden Standorten Saatgutherkünfte von beiden Standorten in jeweils zwei Wiederholungen.

Genbank-Akzessionen mit ausgewiesenen oder bereits beobachteten Resistenzen wurden mit geprüft, um die Virulenz des verwendeten Erregers einschätzen zu können. Für die Untersuchung der Streifenkrankheitsausbreitung zur Evaluierung der Testmethode unter natürlichen Befallsbedingungen war im ersten Zyklus die genetische Ressource Linz 358150 aufgrund ihrer hohen Anfälligkeit eingesetzt worden. Da diese Akzession nicht dem modernen Sortentyp entspricht, wurde sie im zweiten Zyklus durch die hochanfällige Sorte Alexis ersetzt. Um die Ausbreitung der Sporen im Versuch beurteilen und die Methode validieren zu können, wurden diese beiden als Sporensammler fungierenden Probanden am Rand und im Inneren der Versuchfläche mehrfach platziert. Dies sollte mit dazu beitragen, die Güte der Befallsunterschiede zwischen den Sorten unabhängig von der Position der Sorten in der Versuchfläche zusätzlich zur statistischen Analyse beurteilen zu können.

1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Streifenkrankheit *Pyrenophora graminea* (Ito et Kuribay) [*Drechslera graminea* (Rabenh. ex. Schlech.) Shoemaker] gehört zu den bedeutendsten saatgutübertragbaren Krankheiten der Gerste in den Klimaten mit feucht-kühler Witterung während Keimung und Blüte. Durch die Anwendung chemisch-synthetischer Beizungen konnte sie in Deutschland über viele Jahrzehnte nahezu vollständig unterdrückt werden. In Dänemark, Tschechien und Oberitalien wird die Streifenkrankheit als mehr oder weniger bedeutsam eingestuft, wenn auf Saatgutbehandlungsmittel verzichtet wird (siehe Reviews in MÜLLER et al. 2003). Im Workshop „Züchtung für den Ökolandbau (02OE452)“ wurde sie unter denjenigen Krankheiten mit aufgeführt, von denen derzeit nicht bekannt ist, in welchem Ausmaß sie die im Handel erhältlichen Sorten befallen können (STEINBERGER 2002).

Über das Ausmaß der Anfälligkeit von aktuell im Handel erhältlichen Sommergersten gegenüber der Streifenkrankheit war zum Projektbeginn nahezu nichts bekannt. Auf ein standardisiertes Testverfahren zur Überprüfung der Anfälligkeit von Sorten unter natürlichen Befallsbedingungen konnte noch nicht zurückgegriffen werden.

Im Rahmen der Evaluierung von pflanzengenetischen Ressourcen der Gerste unter dem EU-Projekt GENRES 98-104 konnten im Vorfeld in der Getreidezüchtungsforschung Darzau bereits Erfahrungen mit der Streifenkrankheit gesammelt werden. Aufgrund dessen war in der Getreidezüchtungsforschung Darzau auch ein Muster einer hochanfälligen



Sommergerste mit entsprechendem Befall in hinreichender Saatgutmenge vorhanden, um mit Untersuchungen unter natürlichen Infektionsbedingungen beginnen zu können.

Es konnte davon ausgegangen werden, dass die mit der MILa-Mehltauresistenz relativ eng gekoppelte Vada-Streifenkrankheitsresistenz (Rdg1a) oder partielle Resistenzen gegenüber der Streifenkrankheit, die sich auf alte böhmische Braugersten zurückführen lassen, zufälligerweise in einigen aktuellen Sorten enthalten sind (MÜLLER et al. 2003).

Sortenunterschiede, die im Rahmen des EU-Projektes unter natürlichen Befallsbedingungen in Darzau festgestellt worden waren, stimmten mit den Ergebnissen aus dem üblichen Verfahren der künstlichen Infektion (Sandwich-Test), das an einer Probenauswahl an einem Institut in Oberitalien mit zwei Isolaten aus dort verbreiteten Rassen der Streifenkrankheit durchgeführt worden war, nur in Einzelfällen (z.B. „Betzes“-Resistenz) überein. Auch der erwartete Grad der Anfälligkeit unter natürlichen Bedingungen wurde mit der künstlichen Infektion weit überschätzt (MÜLLER et al. 2003). Eine Prüfung der Anfälligkeit mit dem Sandwich-Test nach künstlichem Befall wäre daher erst dann von Interesse, wenn eine Differenzierung nach natürlichem Befall vorliegt und Isolate aus den in Deutschland vorhandenen Rassen vorliegen, deren Differenzierungsvermögen an den dann vorliegenden Sorten und Ergebnissen geprüft werden kann. Zunächst waren daher die im Handel erhältlichen Sorten auf Anfälligkeit unter natürlichem Befall zu testen.

Da von den befallenen Pflanzen kein Erntegut gewonnen werden kann, entspricht der prozentuale Befallsgrad dem damit verbundenen Ertragsverlust. Eine Anfälligkeit von 3% wird in der Literatur als tolerierbar angesehen (MÜLLER et al. 2003). Sorten für den ökologischen Landbau sollten keine darüber hinaus reichende Anfälligkeit aufweisen, um Ertragsverlusten vorzubeugen.

1.3. Zwischenzeitliche Ergebnisse aus anderen Forschungsbereichen

Parallel zum Sortenevaluierungsvorhaben konnten bei der Untersuchung von Saatgutbehandlungsmethoden im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (03OE127), an dem auch die Getreidezüchtungsforschung Darzau beteiligt war, ökologisch geeignete Verfahren gefunden werden, mit denen von Streifenkrankheit befallenes Saatgut nahezu vollständig saniert werden konnte (Tab.1). Da für den innerbetrieblichen Nachbau anfälliger Sorten eine Saatgutbehandlung aber regelmäßig wiederholt und aufgrund der Verfahrenstechnik teilweise mit erheblichen Feldaufgangsverlusten gerechnet werden muss, empfehlen sich resistente Sorten gerade an gefährdeten Standorten. Andernfalls wird kontinuierlich Saatgut zugekauft werden müssen, das insbesondere auf Streifenkrankheit geprüft wurde und befallsfrei ist. Warmwasserbad oder Ethanolbehandlung sind nur geeignet, in frühen Stufen der Vermehrung den Befall zu reduzieren, um Ertragsverluste in nachfolgenden Jahren in Grenzen zu halten.

Tab.1: Auswirkung von drei Saatgutbehandlungsvarianten bei Streifenkrankheitsbefall an der Sommergerste ALEXIS an den Standorten Darzau / Wiebrechtshausen 2006.

Behandlungsvariante	Feldaufgang	% Befall	Relativer Befall
Kontrolle	= 100 %	2,64 / 5,57 %	= 100
Cedomon	92 / 88 %	0,32 / 0,42 %	12 / 8
60min 43°C Wasserbad	93 / 95 %	0,02 / 0,17 %	6 / 3
Ethanol 70%ig (5 l/dt)	52 / 66 %	0,00 / 0,10 %	0 / 2

1.4. Literaturverzeichnis

Müller K.J. (2005): Wird die Bedeutung von Flugbrand an Sommergerste überschätzt? IN: Bericht über die 55.Arbeitstagung 2004 der Vereinigung der Pflanzzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, BAL Gumpenstein, 23.-25.November 2004, 81-86.

Müller K.J., Valè G., Enneking D. (2003): Selection of resistant spring barley accessions after natural infection with leaf stripe (Pyrenophora graminea) under organic farming conditions in Germany and by sandwich test. Journal of Plant Pathology 85/1: 9-14.

Pinnschmidt H., Nielsen B.J. (2006): persönliche Mitteilung. Sortsforsøg 2000-2005. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret Planteavl.

Steinberger J. (2002): Workshop: Züchtung für den Ökolandbau. Report 02OE452, Hrsg.: Bundessortenamt Hannover, D.

Utz H.F. (2001): Plabstat, ein Computerprogramm zur statistischen Analyse pflanzenzüchterischer Experimente. Universität Hohenheim

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

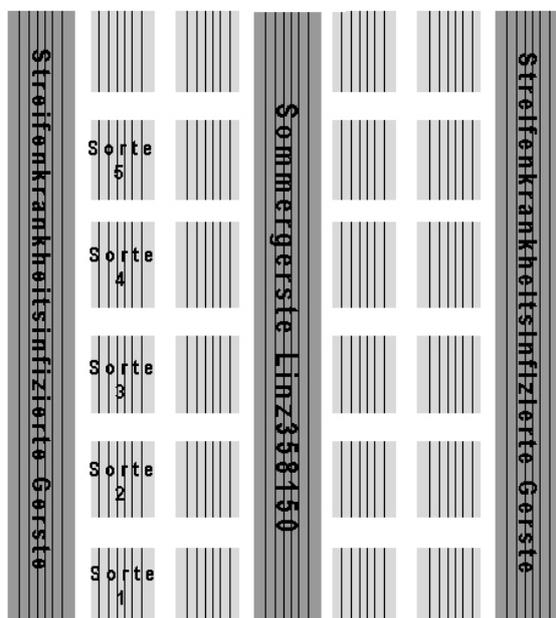
Die Betreuung des zweiten Standortes am Dottenfelderhof erfolgte durch:

Dr. Hartmut Spieß
Institut für biol.-dyn. Forschung
Zweigstelle Dottenfelderhof
Holzhausenweg 7
61118 Bad Vilbel
Fon: 06101-6385 Fax: -7948

2. Material und Methoden

2.1. Sortenevaluierung

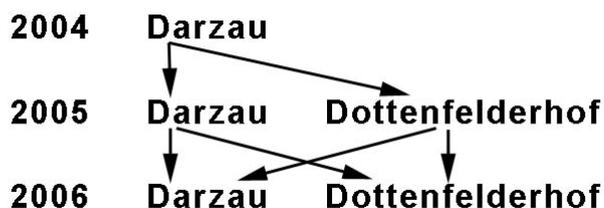
Aus der Beschreibenden Sortenliste 2003 wurden 45 Sommergersten getestet. Hinzu kamen fünf Muster mit ausgewiesenen Resistenzen, sowie jeweils fünf Sorten aus Dänemark und Österreich (insgesamt 60 Sorten). Alle Proben wurden im Jahr 2004 auf einer Fläche von jeweils 3m² pro Sorte zwischen Parzellen mit streifenkrankheitsinfiziertem Saatgut am



Standort Darzau (53°122'N, 10°52'E, 60m ü.NN) angebaut (Abb.1) und auf diese Weise einem natürlichen Befall ausgesetzt. Im ersten Nachbau in der Vegetation 2005 wurden die Proben an den beiden Standorten Darzau und Dottenfelderhof (50°10'N, 8°45'E, 143m ü.NN) über jeweils zwei Wiederholungen auf ihren Befall mit Streifenkrankheit untersucht und an beiden Standorten wiederum in gleicher Weise wie zuvor einem erneuten Befall ausgesetzt.

Abb.1: Anordnung der Sorten zwischen der streifenkrankheitsinfizierten Sommergerste LINZ 358150 zur natürlichen Infektion während der Vegetation.

Zur Infektion wurde an allen Standorten die zu 4-6 % mit Streifenkrankheit befallene genetische Ressource LINZ 358150 verwendet. Nach der Ernte mittels Parzellendrusch und der Aufbereitung wurden die Muster von beiden Standorten (Blüteninfektionsorte 2005) an beiden Standorten (Prüfstandorte 2006) über jeweils zwei Wiederholungen pro Sorte und Saatgutherkunft auf Parzellen von 3m² ausgesät. Im zweiten Versuchsjahr 2005 trugen die bereits mit Streifenkrankheit befallenen Pflanzen der zu prüfenden Sorten selbst zur Infektion mit bei. Der jeweilige Prüfstandort 2005 war zugleich Blüteninfektionsstandort 2005 (siehe nachfolgendes Organigramm).



Organigramm: Weitergabe des Saatgutes über Jahre und Orte

Die Anzahl aufgelaufener Keimlinge wurde im 1-2-Blatt-Stadium (BBCH 11) über 4 x 1m Drillreihe pro Parzelle bestimmt und auf die Gesamtparzelle hochgerechnet. Nach Abschluss des Ährenschiebens (BBCH 59) wurde die Anzahl mit Streifenkrankheit befallener Pflanzen pro Parzelle bestimmt.

Aus diesen beiden Werten wurde der prozentuale Befall pro Parzelle errechnet, welcher zur Grundlage für weitere Analysen und Mittelwertbildungen gemacht wurde. Die Varianzanalyse wurde mit PLABSTAT (UTZ 2001) vorgenommen.

Folgende 60 Sommergersten wurden unter Befall mit Streifenkrankheit angebaut:

Adonis
Alexis
Annabell
Aspen
Auriga
Baccara
Barke
Baronesse
Belana
Bellevue
Berras
Braemar
Carafe
Class
Danuta

Denise
Djamila
Eunova
Hendrix
Henni
Josefin
Krona
Lawina (n)
Madeira
Madonna
Maresi
Margret
Marnie
Neruda
Orthege

Pasadena
Peggy
Prestige
Ria
Ricarda
Scarlett
Sigrid
Simba
Steffi
Taiga (n)
Temperament
Thuringia
Tocada
Ursa
Xanadu

Betzes (Tester)
Hana (Tester)
Ricardo (Tester)
Trysil (Tester)
Vada (Tester)
Ascona (AT)
Jutta (AT)
Messina (AT)
Modena (AT)
Tunika (AT)
Cicero (DK)
Felicitas (DK)
Justina (DK)
Landora (DK)
Otira (DK)

2.2. Methodenentwicklung

Um die Methode der natürlichen Infektion unter Feldversuchsbedingungen zu evaluieren, wurde zwischen die zu prüfenden Sorten an bestimmten Positionen eine anfällige Sorte mit befallsfreiem Saatgut als Sporenfänger zwischengeschaltet. Die Position „0m“ entspricht „Sorte 1“ in Abbildung 1 mit sechs Drillreihen plus der Position rechts daneben mit weiteren sechs Drillreihen. Die Position „0m“ war in beiden Jahren auf der westlich orientierten Seite des Feldversuchs angeordnet.

Versuchsflächenbedingt ergab sich in den beiden Testzyklen für die Blüteninfektionsjahre eine unterschiedliche Gesamtlänge des Feldversuchs. Auf andere Weise hätte die gleichmäßige Verteilung und abschließende Positionierung der Sporenfängerparzellen auf den beiden Enden des Versuchs nicht realisiert werden können.

Am Infektionsstandort Darzau 2004 wurde befallsfreies Saatgut der anfälligen Sorte LINZ 358150 über eine Versuchslänge von insgesamt 150m bei 0, 30, 60, 90, 120 und 150m als zwei nebeneinander liegende Parzellen mit $2 \times 6 = 12$ Drillreihen zwischen den durchgehenden Parzellen mit der streifenkrankheitsinfizierten Gerste LINZ 358150 (Abb.1) eingefügt.

Am Infektionsstandort Darzau 2005 wurde befallsfreies Saatgut der Sorte Alexis über eine flächenbedingte Versuchslänge von insgesamt 60m bei 0, 20, 40 und 60m implementiert. Dies konnte nun drei Mal jeweils zwischen den vier durchgehenden Anbaustreifen mit der streifenkrankheitsinfizierten Gerste LINZ 358150 (Abb.2) vorgenommen werden.

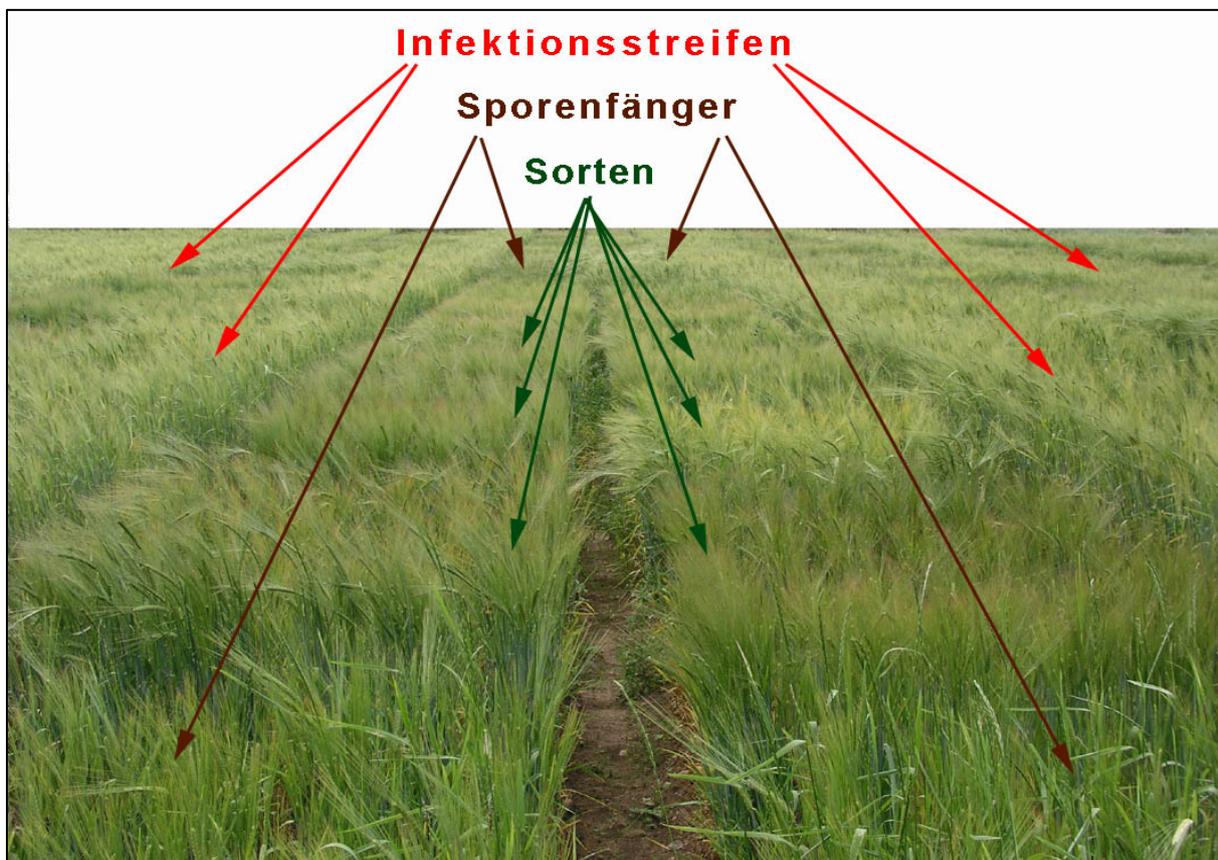


Abb.2: Versuchsanlage am Standort Darzau 2005 zur Veranschaulichung der Position von Infektionsstreifen mit der bereits befallenen Sorte LINZ 358150, der Lage der zu prüfenden und erneut zu infizierenden Sorten, sowie der Sporenfängerparzellen zur Prüfung der Sporenverteilung im Versuch.

Die Einzeldrillreihen wurden von Hand geerntet, mit dem Allesdrescher gedroschen und anschließend zur Saat aufbereitet. Mit dem Saatgut wurden Saatmagazine bestückt, so dass von jeder dieser Drillreihen im Folgejahr eine Kleinparzelle von ca. 2m² (Bruttofläche) angelegt werden konnte. Aus der Ernte 2004 ergaben sich 72 Kleinparzellen für den Testanbau in 2005 und aus der Infektion im Jahr 2005 ergaben sich 144 Kleinparzellen für den Testanbau in 2006. Aus dem Versuchsanbau 2006 konnten nunmehr Mittelwerte über alle zwölf Einzeldrillreihen der Positionen 0, 20, 40 und 60m gebildet werden.

Im zweiten Testzyklus wurde die Sorte Alexis verwendet, von der eine besondere Anfälligkeit erwartet werden konnte, da die zur Prüfung der Krankheitsausbreitung im ersten Testzyklus verwendete Gerste LINZ 358150 sich als allzu lageranfällig erwiesen hatte und wegen Auswuchsneigung weiterhin hohe Feldaufgangsverluste erwarten ließ.

Der Befallsgrad wurde wie im Teil 2.1 Sortenevaluierung ermittelt.

2.3. Standorte

Alle Flächen hatten A-Status gemäß EU-Bio-VO. Es wurden überall die biologisch-dynamischen Spritzpräparate Hornmist und Hornkiesel ausgebracht und zur Beikrautregulierung maschinell gehackt.

Standort Darzau 2004

Die Aussaat erfolgte am 29. März 2004 zwischen Anbaustreifen mit der von Streifenkrankheit befallenen Infektionssorte (LINZ 358150).

Ein schwerer Hagelsturm am 31. Juli 2004 führte zu erheblichen Verlusten infolge des Zerschlagens von Ähren und Halmen.

Die Ernte mittels Parzellendrusch wurde am 7. August 2004 vorgenommen.

Standort Darzau 2005

Die Aussaat erfolgte am 29. März 2005 zwischen Anbaustreifen mit der von Streifenkrankheit befallenen Infektionssorte (LINZ 358150).

Die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen wurde am 15. April 2005 im 1-Blatt-Stadium ausgezählt. Hinsichtlich der Ausbreitungsanalyse für die Methodenprüfung mit dem Sporenfänger LINZ 358150 wurden alle aufgelaufenen Pflanzen pro Reihenherkunft gezählt. In den Sortenvergleichen wurde die 2. und 5. Drillreihe (1/3 der Aussaatfläche) gezählt und auf die Gesamtparzelle hochgerechnet.

Die Anzahl streifenkranker Pflanzen pro Parzelle wurde am 14. Juni 2005 nach Abschluss des Ährenschiebens ausgezählt.

Die Ernte mittels Parzellendrusch wurde am 28. Juli 2005 vorgenommen.

Standort Dottenfelderhof 2005

Die Aussaat erfolgte am 17. März 2005 zwischen Anbaustreifen mit der von Streifenkrankheit befallenen Infektionssorte (LINZ 358150).

Die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen wurde am 1. April 2005 im 1-Blatt-Stadium ausgezählt.

Die Anzahl streifenkranker Pflanzen pro Parzelle wurde am 9. Juni 2005 nach Abschluss des Ährenschiebens ausgezählt.

Die Ernte mittels Parzellendrusch wurde am 26. Juli 2005 vorgenommen.

Standort Darzau 2006

Die Aussaat erfolgte am 11. April 2006. Auf die Anlage von Infektionsstreifen konnte verzichtet werden, da keine Neuinfektion zur Prüfung in 2007 vorgesehen war.

Die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen wurde am 26., 27. und 28. April 2006 im 1-Blatt-Stadium ausgezählt. Hinsichtlich der Ausbreitungsanalyse für die Methodenprüfung mit der Sorte Alexis wurden alle aufgelaufenen Pflanzen pro Reihenherkunft gezählt. In den Sortenvergleichen wurde die 2. und 5. Drillreihe (1/3 der Aussaatfläche) gezählt und auf die Gesamtparzelle hochgerechnet.

Die Anzahl streifenkranker Pflanzen pro Parzelle wurde am 21., 22. und 23. Juni 2006 nach Abschluss des Ährenschiebens ausgezählt.

Standort Dottenfelderhof 2006

Die Aussaat erfolgte am 6. April 2006. Auf die Anlage von Infektionsstreifen konnte verzichtet werden, da keine Neuinfektion zur Prüfung in 2007 vorgesehen war.

Die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen wurde am 26. April 2006 im 1-Blatt-Stadium ausgezählt.

Die Anzahl streifenkranker Pflanzen pro Parzelle wurde am 19., 20. und 21. Juni 2006 nach Abschluss des Ährenschiebens ermittelt.

3. Ergebnisse

3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1. Sortenevaluierung

Die Varianzanalysen mussten aufgrund der unbalancierten Datensätze in zwei unterschiedlichen Gruppen vorgenommen werden. Die erste Varianzanalyse wurde nur für die Saatgutherkünfte aus Darzau über beide Prüffahre und beide Prüfforte durchgeführt, denn für den ersten Testzyklus gab es nur Saatgutherkünfte aus Darzau (Tab.2). Eine weitere Varianzanalyse wurde für alle Erhebungen im Jahr 2006 mit Berücksichtigung von Saatgutherkunft und Prüffort vorgenommen (Tab.3). Es ergab sich keine Signifikanz zur Unterscheidung der Prüfforte und der Prüffahre, aber eine hohe Signifikanz für die Unterscheidung der Sorten und der Saatgutherkunftsorte, an denen die Blüteninfektion stattgefunden hatte (Tabellen 2+3, nächste Seite).

Tab.2: Varianzanalyse der Sortenprüfungen nur für die Saatgutherkünfte aus Darzau über zwei Jahre und zwei Prüforte

	Summen- quadrate	Freiheits- grade	Mittel- quadrate	Nullhypothese ablehnen ?	LSD 5%
Zwischen den Sorten	1237,4176	59	20,9732	JA **	1,46
Zwischen den Prüforten	5,2125	1	5,2125	NEIN	14,13
Zwischen den Jahren	0,5333	1	0,5333	NEIN	13,07
Wechselwirkung zwischen Sorten x Prüforte	53,5340	59	0,9074	NEIN	2,33
Wechselwirkung zwischen Sorten x Jahre	197,7814	59	3,3522	NEIN	2,33
Wechselwirkung zwischen Prüforte x Jahre	132,1320	1	132,1320	JA **	0,43
Wechselwirkung zwischen Sorten x Prüforte x Jahre	159,7643	59	2,7079	JA **	1,12
Rest	78,0761	240	0,3253		
TOTAL	1864,4514	479			

* mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit

** mit 1% Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab.3: Varianzanalyse nur für die Sortenprüfungen im Jahr 2006 nach Saatgutherkünften und Prüforten.

	Summen- quadrate	Freiheits- grade	Mittel- quadrate	Nullhypothese ablehnen ?	LSD 5%
Zwischen den Sorten	9152,5811	59	155,1285	JA **	7,45
Zwischen den Saatgutherkünften	2683,4710	1	2683,4710	JA **	2,37
Zwischen den Prüforten	416,2129	1	416,2129	NEIN	6,82
Wechselwirkung zwischen Sorten x Herkünfte	3193,7804	59	54,1319	JA **	3,62
Wechselwirkung zwischen Sorten x Prüforte	464,9929	59	7,8812	NEIN	3,62
Wechselwirkung zwischen Herkünfte x Prüforte	43,8686	1	43,8686	JA *	0,66
Wechselwirkung zwischen Sorten x Herkünfte x Prüforte	385,1893	59	6,5286	JA **	2,02
Rest	252,8970	240	1,0537		
TOTAL	16592,9932	479			

* mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit

** mit 1% Irrtumswahrscheinlichkeit

Das Ergebnis der Varianzanalyse spiegelt sich auch in den durchschnittlichen Befallsgraden für die jeweiligen Datensätze (Tab.4). Auffallend ist, dass der Blüteninfektionsstandort Dottenfelderhof mit 7,3% und 4,8% zu wesentlich höheren Befallsgraden führte, aber der Prüfstandort Dottenfelderhof im Jahr 2006 mit 0,7% und 4,8% für beide Saatgutherkünfte zu niedrigeren Befallsgraden führte als in Darzau mit 2,0% und 7,3%. Wahrscheinlich begünstigen die höheren Luftfeuchtigkeiten in der Tallage der Niddaaue am Dottenfelderhof

die Blüteninfektion, hemmt aber die Infektion zur Saatgutkeimung, während die sandigeren Böden die Keimlingsinfektion erleichtern. Allerdings ist die Datenlage mit den wenigen Standorten zu schwach, um diesbezüglich zu einer belastbaren Aussage zu kommen. Bemerkenswert ist daneben, dass für Sorten, Blüteninfektionsstandorte, Prüfstandorte und Testzyklen mehr oder weniger ausgeprägte Wechselwirkungen konstatiert werden müssen. Je nachdem wie die Bedingungen während der Zeit der Blüteninfektion, der Keimlingsinfektion und des Sprosswachstums waren, führte dies von Sorte zu Sorte zu einem unterschiedlichen Befallsniveau. Ein Beispiel dafür war die Sorte Djamilia, die hinsichtlich des Blüteninfektionsstandortes Darzau immer unter 2% Befall blieb, aber am Blüteninfektionsstandort Dottenfelderhof mit über 10% Befall auffiel (Tab.5).

Tabelle 4: Standortmittelwerte "% Befall mit Streifenkrankheit"

Blüteninfektionsort:	Darzau	Dottenfelderhof	Darzau	Dottenfelderhof
Prüfart:	Darzau	Darzau	Dottenfelderhof	Dottenfelderhof
Prüfjahr 2005:	1,0 %		1,8 %	
Prüfjahr 2006:	2,0 %	7,3 %	0,7 %	4,8 %

Aufgrund der Ergebnisse der Varianzanalyse wurden die Sortenmittelwerte für die Gesamtübersicht wie folgt errechnet. Zunächst wurden alle Befallsergebnisse mit Saatgutherkunft aus Darzau über die beiden Anbaujahre 2005 und 2006 und über die Prüforte gemittelt. Die Ergebnisse mit Saatgutherkunft Dottenfelderhof wurden über die beiden Prüforte Darzau und Dottenfelderhof im Anbau 2006 gemittelt. Erst aus diesen beiden Mittelwerten wurde der Sortenmittelwert gebildet (Tab.5). Mit 7,45% fällt die Grenzwertdifferenz (LSD 5%) daher sehr hoch aus (Tab.3). Für eine trennschärfere Differenzierung hätte es einer bedeutend höheren Anzahl an Infektionsstandorten bedurft.

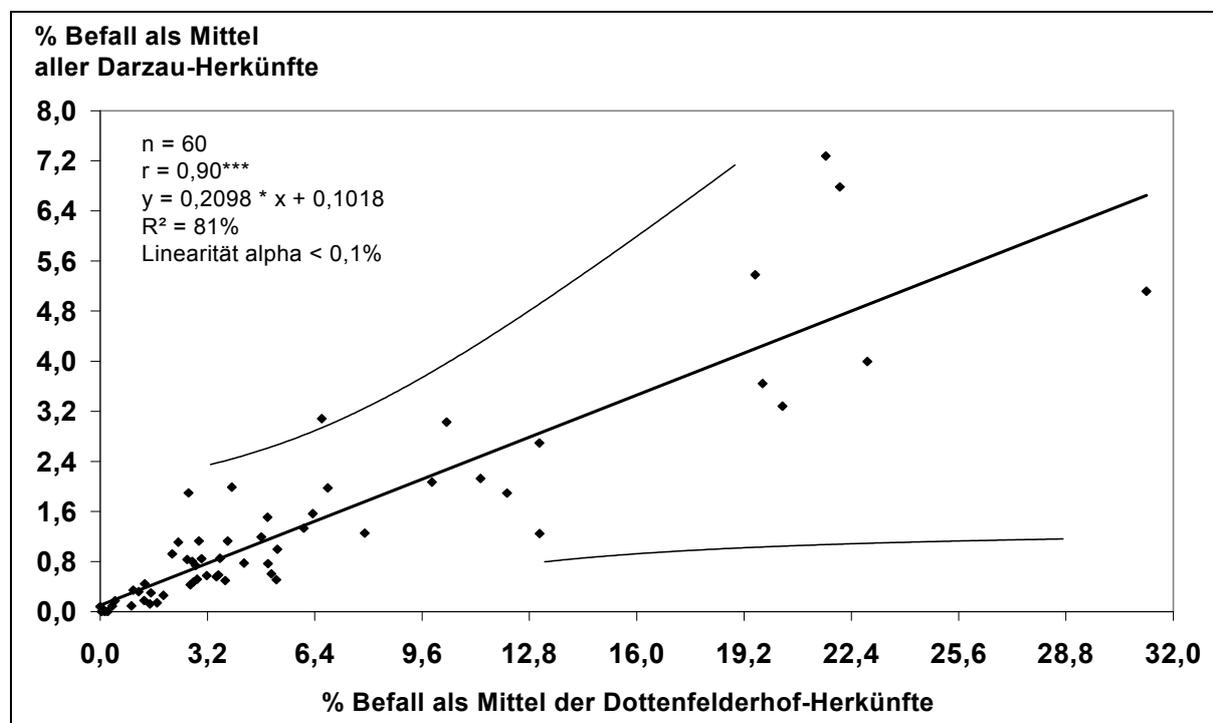


Abb.3: Das Verhältnis des prozentualen Befalls mit Streifenkrankheit an 60 Sommergerstensorten in Abhängigkeit vom Saatgut-Herkunfts-Standort, an dem die Blüteninfektion im Vorjahr stattgefunden hat, jeweils gemittelt über alle Prüforte.

Beim Vergleich der Befallsgrade des Saatgutes von den beiden verschiedenen Blüteninfektionsorten Darzau und Dottenfelderhof (Abb.3) erwies sich der Standort Dottenfelderhof in der Niddaaue bei Bad Vilbel für das Infektionsjahr 2005 als besonders streifenkrankheitsgefährdet. Das Saatgut aus der Ernte von diesem Standort führte zu einem vierfach höheren Befall als das Saatgut aus Darzau. Da befallene Pflanzen nicht zum Kornertrag beitragen, ist mit Ertragsverlusten in Höhe des Befallsgrades zu rechnen. Auch vom Saatgut hoch anfälliger Sorten, das bereits mit einem geringen Befall an streifenkrankheitsgefährdeten Standorten ausgebracht wird, ist aufgrund der Krankheitsausbreitung während der Blüte zu erwarten, dass erhebliche Ertragsverluste im anschließenden Nachbau auftreten.

Für die Beurteilung des Befallsgrades einer Sorte ist zu berücksichtigen, dass die Streifenkrankheit in Deutschland bei der amtlichen Saatgutankennung nicht erfasst wird. Eine vollständige Befallsfreiheit wie für Flugbrand (MÜLLER 2005) ist daher nicht erforderlich. Ein Befall bis zu 2% kann im Hinblick auf die Beeinträchtigung der Ertragsbildung vernachlässigt werden. Denn auch hinsichtlich Ertragsunterschieden in Sortenversuchen muss mit 2% Ungenauigkeit gerechnet werden. Wenn es sich um eine gering anfällige Sorte handelt, wäre daher auch eine Verwendung der Ernte als Saatgut vertretbar.

Von 60 Sorten blieben 16 im Durchschnitt unter 1% Befall. Damit ist auch für den ökologischen Anbau an gefährdeten Standorten noch eine gewisse Sortenauswahl gegeben. Die fast befallsfreien Vergleichssorten Trysil, Vada, Betzes und Ricardo aus früheren Untersuchungen (MÜLLER et al. 2003) sind als genetische Ressourcen allerdings nicht im Handel erhältlich. Von den ebenfalls nahezu befallsfreien Sorten Peggy und Baccara ist aufgrund ihrer Abstammung zu erwarten, dass sie über die gleiche monogene Resistenz (Rdg1a) wie Vada verfügen. In der Beschreibenden Sortenliste 2006 waren von den gering anfälligen Sorten nur noch Baccara, Ursa, Ria, Belana und Annabell mit Vermehrungsflächen gelistet. Bei den derzeit am meisten verwendeten Sorten Barke und Eunova (www.OrganicXseeds.de 03/2006) ist die Streifenkrankheit in der Saatguterzeugung zu berücksichtigen, falls mehr als eine Generation ökologisch vermehrt wird. Dies gilt insbesondere auch für alle diejenigen Sorten, welche mit einem durchschnittlichen Befall von über 5% als besonders gefährdet anzusehen sind (Tab.5).

Die Sorten aus Dänemark und Österreich verteilen sich über das gesamte Anfälligkeitsspektrum. Die Sorte Justina aus Dänemark und die Sorte Modena aus Österreich finden sich unter den 16 Sorten mit durchschnittlich unter 1% Befall. Die beiden spelzenfreidreschenden Sorten Lawina und Taiga finden sich im mittleren Anfälligkeitsbereich unter 5% Befall. Regionale Sortenherkunftsunterschiede oder abweichende Anfälligkeiten von Nacktgersten können daraus nicht abgeleitet werden.

Zum Vergleich wurden Ergebnisse aus Dänemark (PINNSCHMIDT und NIELSEN 2006) den eigenen Ergebnissen zur Seite gestellt (Tab. 5). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass es sich in Dänemark um den bei der jeweiligen Sorte festgestellten Höchstbefall handelt und die Anzahl der zugrunde liegenden Erhebungen zwischen eins und fünf schwankt. Ein gleichmäßiger Befallsdruck wurde bei den dänischen Erhebungen nicht aufgebaut. Dennoch finden sich die in Dänemark hoch anfälligen Sorten in der Gruppe der Hochanfälligen wieder. Für Dänemark kann auch aufgrund früherer Untersuchungen (MÜLLER et al. 2003) ein vergleichbares Erregerspektrum wie in der durchgeführten Untersuchung vermutet werden.

Tabelle 5: % Befall mit Streifenkrankheit in der Sortenevaluierung

Sorte	Mittel % Befall	Darzau05	Dott.05	Darzau06	Dott.06	Darzau06	Dott.06	%Befall Maximum in DK bis 2005
		aus Darzau04	aus Darzau04	aus Darzau05	aus Darzau05	aus Dott.05	aus Dott.05	
Prestige	18,2	2,5	5,2	8,0	4,8	24,3	38,1	12,2
Braemar	14,5	2,7	9,3	12,0	5,2	24,4	18,9	4,3
Alexis	14,4	3,2	3,8	10,8	9,4	27,4	16,8	19,8
Josefin	13,4	3,2	3,1	7,2	2,5	23,8	22,0	1,2
Class	12,5	2,8	7,8	7,0	3,9	20,5	18,6	3,3
Adonis	11,8	2,2	3,4	5,0	2,6	22,1	18,6	10,4
Messina (A)	11,7	2,9	2,8	6,6	2,3	20,8	18,7	
Maresi	7,9	2,3	3,6	3,9	1,0	16,0	10,2	4,6
Djamila	7,2	0,9	1,9	1,8	0,4	10,6	15,7	
Cicero (DK)	7,0	1,3	3,1	2,2	1,0	14,7	9,6	2,6
Barke	6,7	1,7	2,6	3,4	0,8	13,6	9,1	4,9
Simba	6,7	3,9	5,4	2,4	0,4	7,9	12,8	3,4
Denise	6,0	1,3	2,2	4,1	0,5	14,8	5,0	2,0
Lawina (n)	4,8	1,8	6,1	3,4	0,9	8,3	4,9	
Henni	4,6	0,6	1,3	3,0	0,1	8,0	7,8	1,6
Carafe	4,4	2,1	2,5	2,7	0,6	10,2	3,4	0,2
Hendrix	4,0	1,7	1,3	2,7	0,7	10,4	2,3	0,8
Marnie	3,7	0,8	2,1	2,3	0,1	9,1	3,0	0,5
Temperament	3,2	0,7	3,6	1,2	0,5	7,5	2,5	
Bellevue	3,1	1,3	1,9	0,6	0,2	7,1	3,5	
Neruda	3,0	0,4	1,9	1,8	0,7	6,5	3,1	2,1
Otira (DK)	3,0	1,8	2,1	3,6	0,5	6,3	1,6	1,0
Berras	2,9	1,2	1,1	0,8	0,0	7,9	2,1	
Auriga	2,9	0,4	0,4	1,2	0,0	9,4	1,1	
Hana	2,9	0,1	1,6	0,7	0,1	7,3	2,9	
Pasadena	2,5	0,7	0,8	1,2	0,5	4,6	4,0	1,3
Tocada	2,5	1,8	1,3	1,5	0,0	5,9	1,7	0,0
Taiga (n)	2,3	1,3	4,8	1,1	0,4	4,3	0,9	
Felicrtas (DK)	2,2	0,8	1,3	1,2	0,2	5,5	1,6	0,4
Baronesse	2,1	0,1	0,8	1,1	0,0	6,2	1,3	
Eunova	2,1	0,6	1,2	0,4	0,1	4,5	2,6	0,0
Madonna	2,0	1,0	2,8	0,7	0,0	4,8	1,1	0,3
Margret	2,0	0,2	0,2	1,3	0,5	4,7	2,2	0,5
Orthega	1,9	0,4	2,3	0,6	0,1	4,0	2,0	1,0
Danuta	1,9	0,6	0,7	0,9	0,1	4,6	1,7	1,3
Aspen	1,8	0,5	1,6	0,7	0,2	3,5	2,2	1,3
Madeira	1,8	0,6	0,6	1,2	0,8	2,9	2,6	
Tunika (A)	1,7	1,3	2,2	1,0	0,0	4,3	0,4	
Jutta(A)	1,7	0,9	0,7	1,2	0,6	3,5	1,7	
Xanadu	1,7	0,8	0,6	0,7	0,0	4,6	1,1	0,0
Landora (DK)	1,6	0,3	0,8	0,6	0,2	4,8	0,8	1,8
Thuringia	1,6	0,3	0,7	0,7	0,1	3,7	1,7	
Ascona (A)	1,5	0,6	2,7	0,4	0,0	3,3	1,0	
Steffi	1,1	0,3	0,3	0,4	0,0	2,5	1,3	
Annabell	0,9	0,3	0,0	0,2	0,0	2,7	0,7	0,4
Belana	0,9	0,1	0,4	0,7	0,0	2,2	0,8	
Krona	0,9	0,4	0,8	0,5	0,1	1,7	1,0	0,0
Sigrid	0,8	0,1	0,3	0,1	0,0	2,1	0,9	
Ria	0,7	0,2	0,3	0,2	0,0	1,9	0,7	
Scarlett	0,7	0,3	0,2	0,7	0,0	1,3	1,0	0,4
Modena (A)	0,7	0,4	0,4	0,6	0,0	1,4	0,5	0,0
Ursa	0,5	0,0	0,2	0,2	0,0	1,7	0,2	0,2
Justina (DK)	0,3	0,2	0,4	0,1	0,0	0,9	0,0	2,0
Ricarda	0,2	0,3	0,0	0,1	0,0	0,6	0,1	0,3
Trysil	0,11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	
Peggy	0,07	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3
Baccara	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	
Vada	0,05	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0
Betzes	0,04	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	
Ricardo	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	

3.1.2. Methodenentwicklung

Im Anbau 2004 war zwischen die zu prüfenden Sorten befallsfreies Saatgut der anfälligen Sorte LINZ 358150 eingefügt worden. Im Abstand von 30m wurden beginnend auf der westlichen Feldversuchsseite insgesamt sechs mal die zwölf Drillreihen zwischengefügt. Aus den von Hand geernteten Einzeldrillreihenproben wurden in der Vegetation 2005 jeweils Kleinparzellen von bis zu 2m² angelegt, um Unterschiede hinsichtlich der im Vorjahr stattgefundenen Blüteninfektion beobachten zu können. Der Befall wurde wie im Sortenevaluierungsteil aus dem Verhältnis der von Streifenkrankheit befallenen Pflanzen zu den aufgelaufenen Pflanzen berechnet. Zur Veranschaulichung wurde das Ergebnis auf die Position der Drillreihe im Vorjahr zum Zeitpunkt der Blüteninfektion bezogen (Abb. 4 und 5, jeweils unten). Die Befall jeder Drillreihe wurde aber nicht nur einzeln in Abhängigkeit von der Position im Feldversuch dargestellt (Abb. nächste Seite unten). Zusätzlich wurden zwei benachbarte Drillreihen zu Doppeldrillreihen (Mitte rechts) zusammengefasst und deren Mittelwert berechnet (1+2 | 3+4 | 5+6 | 7+8 | 9+10 | 11+12). Alternativ dazu wurde aus jeweils drei benachbarten Drillreihen der Mittelwert gebildet (Mitte links, vier Tripledillreihen aus 1+2+3 | 4+5+6 | 7+8+9 | 10+11+12). Ebenso wurden Mittelwerte aus den sechs Drillreihen der linken bzw. der rechten Hälfte berechnet (oben rechts) und alle zwölf nebeneinanderliegenden Drillreihen einer Position zusammenaddiert (oben links). Weiß repräsentiert die westlichste Position der Drillreihengruppen.

Im Anbau 2005 war befallsfreies Saatgut der anfälligen Sorte Alexis eingefügt worden. Dazu wurden im Abstand von 20m beginnend auf der westlichen Feldversuchsseite insgesamt vier mal die zwölf Drillreihen als zwei Parzellen mit jeweils sechs Drillreihen nebeneinander zwischengefügt (0m, 20m, 40m und 60m). Diese Art der Implementierung wurde nun drei mal jeweils zwischen den vier Infektionsstreifen mit der streifenkranken Probe LINZ 358150 wiederholt (Abb. 2). Da nun jede Drillreihenposition bezogen auf die beiden durchgehenden Infektionsstreifen in dreifacher Wiederholung vorlag, konnte dieser Versuch varianzanalytisch ausgewertet werden und ergab eine hohe Signifikanz (alpha <1%) zur Unterscheidung der Position der Drillreihenhauptgruppen (=12 Drillreihen zusammenaddiert) im Feldversuch (siehe hierzu Abb. 5 oben links).

Aus den von Hand geernteten Einzeldrillreihenproben wurden in der Vegetation 2006 wiederum Kleinparzellen von bis zu 2m² angelegt und wie die zu prüfenden Sorten hinsichtlich des Verhältnisses der von Streifenkrankheit befallenen Pflanzen zu den aufgelaufenen Pflanzen ausgewertet. Bei der Auswertung wurden die Drillreihen einzeln (Abb. übernächste Seite unten), zu Doppeldrillreihen (Mitte rechts), zu Tripledillreihen (Mitte links), zu 6er-Drillreihen (oben rechts) und alle zwölf Drillreihen einer Position zusammenaddiert (oben links) dargestellt (s. Abbildungen übernächste Seite). Weiß repräsentiert wiederum die westlichste Position. Aus diesem Versuch wurden für die grafische Darstellung die Mittelwerte aus den drei Wiederholungen verwendet.

Abbildung 4: Befallsverteilung bezogen auf das Blüteninfektionsjahr 2004 mit dem Muster LINZ 358150 nach der Position im Feldversuch bei unterschiedlichen Zusammenfassungen der Einzeldrillreihen (unten: Drillreihen einzeln, mitte-rechts: Doppeldrillreihen, mitte-links: Tripledrillreihen, oben-rechts: 6er-Drillreihen, oben-links: alle zwölf Drillreihen einer Position zusammenaddiert).

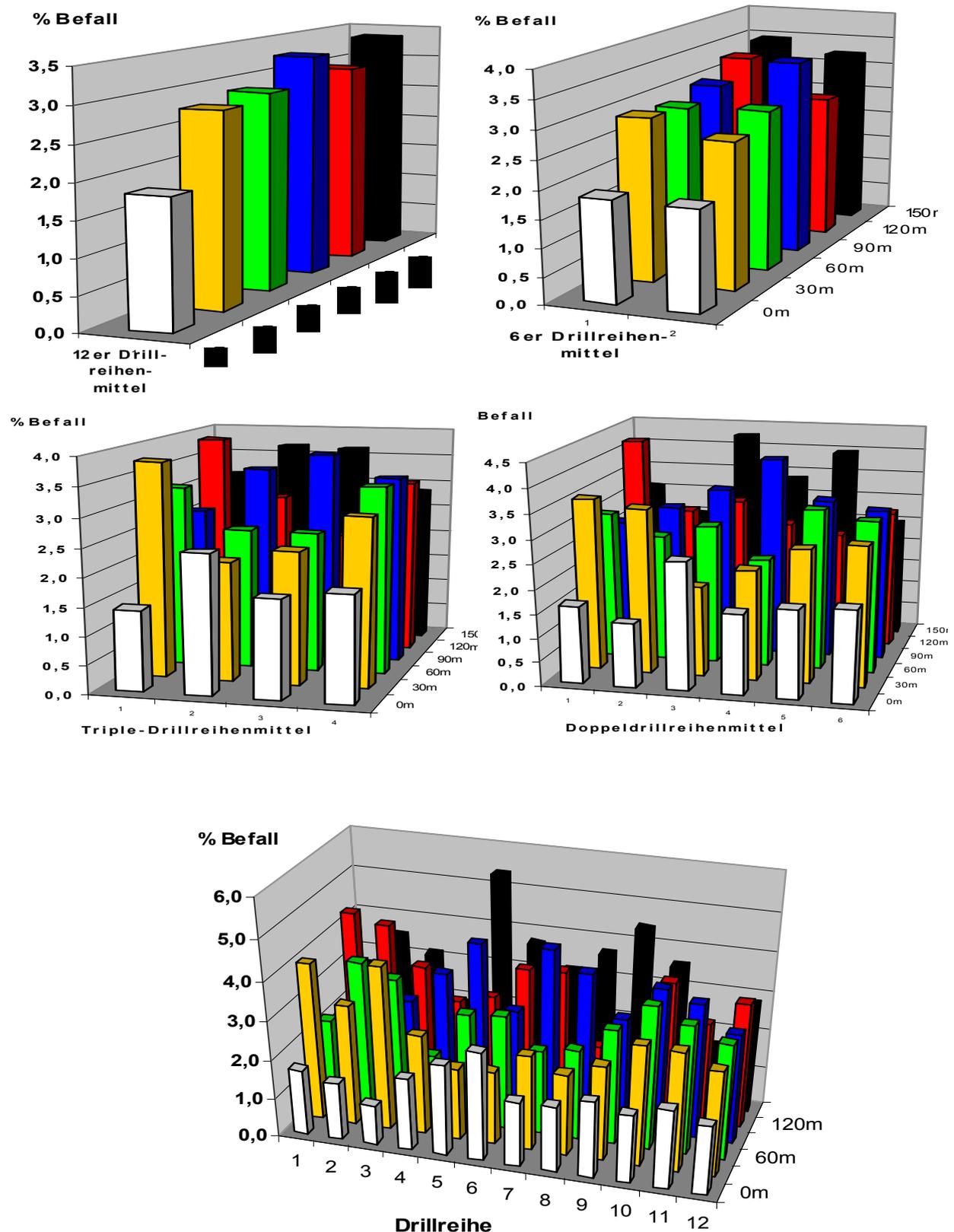
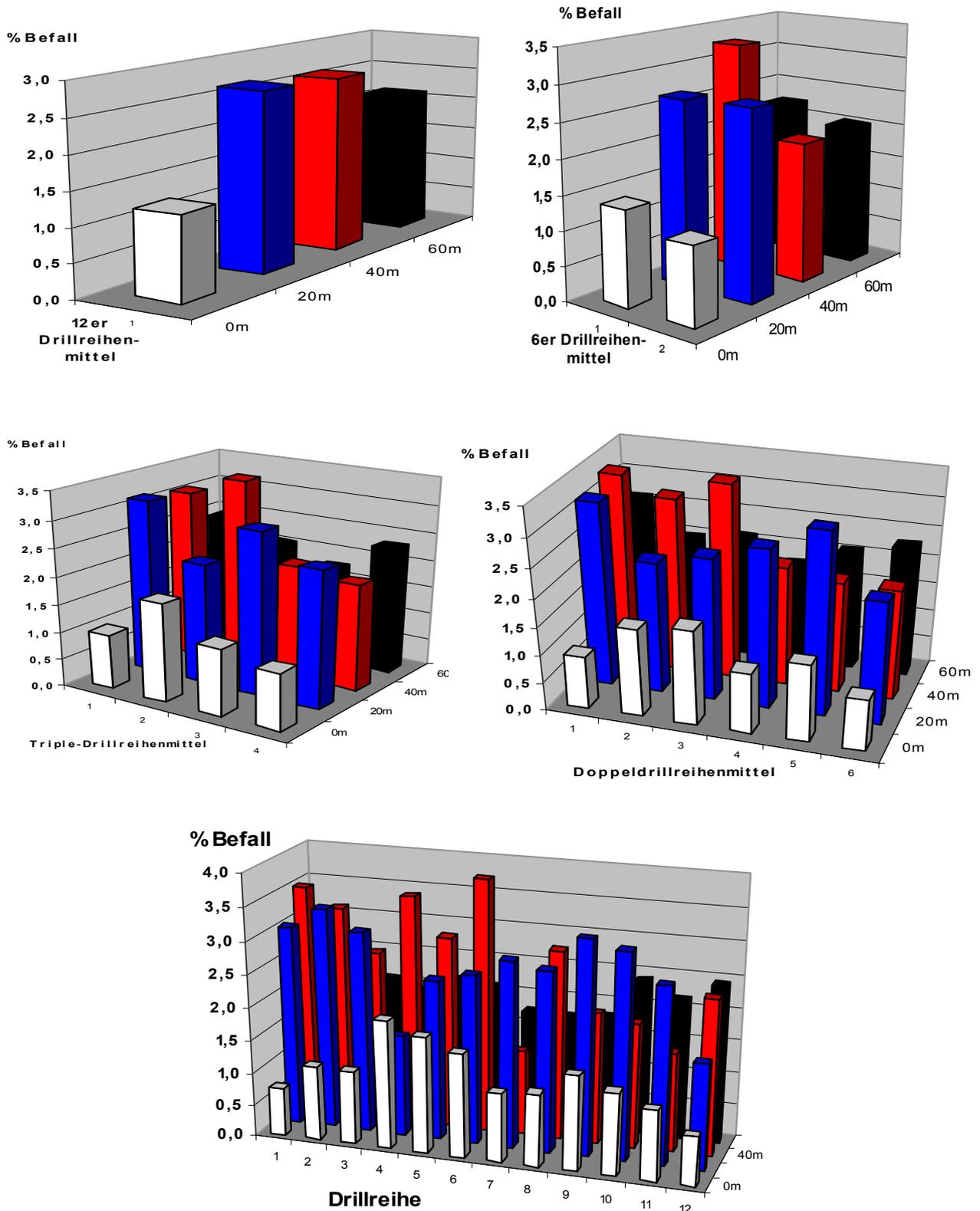


Abbildung 5: Befallsverteilung bezogen auf das Blüteninfektionsjahr 2005 mit der Sorte Alexis nach der Position im Feldversuch bei unterschiedlichen Zusammenfassungen der Einzeldrillreihen (unten: Drillreihen einzeln, mitte-rechts: Doppeldrillreihen, mitte-links: Tripledrillreihen, oben-rechts: 6er-Drillreihen, oben-links: alle zwölf Drillreihen einer Position zusammenaddiert).



Die Verteilung der Anfälligkeiten, bezogen auf die Position der Pflanzen im Feldversuch zum Zeitpunkt der Blüteninfektion, zeigte immer einen deutlich geringeren Befall bei der vordersten Position, die am westlichen Rand des Feldversuchs stand (Abb.4+5, jeweils oben links, weiße Balken). Da die Hauptwindrichtung von West nach Ost verläuft, erklärt sich diese Abweichung aus dem geringeren Sporendruck, weil vom Inneren des Versuchs weniger Sporen an den westlichen Rand gelangten.

Die nächste Position, welche 30m (1.Zyklus) bzw. 20m (2.Zyklus) weiter östlich lag, und alle folgenden unterscheiden sich nach dem prozentualen Befall nicht mehr. Dies trifft dann zu, wenn alle 12 nebeneinander liegenden Drillreihen einer Position zu einem Mittelwert zusammengefasst werden. Mit Ausnahme der vordersten Position (0m) liegen die Ergebnisse der nachfolgenden alle innerhalb der Standardabweichung. Wenn die linken sechs Drillreihen und die rechten sechs Drillreihen jeweils zu einer 6er-Gruppe zusammengefasst werden, fällt insbesondere die Abweichung bei den vorderen (westlichen) beiden Gruppen auf (weiße Balken jeweils in Abb.4+5 oben rechts). Mit Ausnahme der Ungleichmäßigkeit im zweiten Zyklus an Position 3 (Abb. 5 oben rechts, rote Balken) konnte zwischen den linken und rechten 6er-Gruppen, abgesehen von der West-Rand-Position, kein signifikanter Unterschied beobachtet werden.

Eine weitere Untergruppierung der zwölf Drillreihen in Gruppen zu jeweils drei Drillreihen (Abb.4+5. jeweils mitte links) und Doppeldrillreihen (Abb.4+5 jeweils mitte rechts) ergab Befallsunterschiede zwischen den Einzelgruppen im Bereich von 1-2 Befallsprozenten. Dies hatte zur Folge, dass im ersten Zyklus bei der Zusammenfassung in Tripled Drillreihen zehn von 24 Gruppen außerhalb der Standardabweichung lagen und bei Doppeldrillreihen zehn von 36 Gruppen und im zweiten Zyklus bei Tripled Drillreihen sieben von 16 Gruppen und bei Doppeldrillreihen neun von 24 Gruppen.

Bei der Betrachtung der Anfälligkeit der Einzeldrillreihen-Nachkommenschaften (Abb.4+5 jeweils unten) erweiterte sich die Schwankungsbreite auf 1,0% bis 5,4% Befall für den ersten Zyklus und 0,7% bis 3,9% Befall für den zweiten Zyklus. Damit gelangten 25 von 72 Drillreihenpositionen im ersten und 18 von 48 im zweiten Zyklus außerhalb der Standardabweichung.

Das Ergebnis zeigt, dass für die zu prüfende Sorten auch am vorderen und hinteren Rand der Feldversuche Parzellen mit infiziertem Saatgut vorzusehen sind, damit keine größeren Abweichungen auf der Seite der Hauptwindrichtung auftreten können. Eine Mischprobe aus der Ernte von sechs nebeneinanderliegenden Drillreihen zu je 1m Länge, welches im Feldversuch einer Kleinparzelle entsprach, hat bei der gewählten Versuchsanlage in beiden Jahren ausgereicht, um zu einer hinreichend genauen Abschätzung der Befallsgrade zu kommen. Diese Mindestnorm wurde im Rahmen der parallel durchgeführten Sortenprüfung eingehalten. Wäre beispielsweise nur die Ernte von Einzelähren aus einer Drillreihe verwendet worden, wären die zufälligen Schwankungsbreiten zu groß geworden, um zu einer Differenzierung der Sorten nach Anfälligkeitsgraden kommen zu können. Bei Zugrundelegung von zwei Testzyklen könnte es aber zum Auffinden resistenter Zuchtlinien ausreichen.

Sofern in einer Parzelle der zu prüfenden Sorte bereits mit Streifenkrankheit befallene Pflanzen enthalten sind, kann dies zu einem stärkeren Befallsanstieg über zwei Testzyklen

führen. Dies zeigte der Befallsgrad der Sorte Alexis, der im Methodenversuchsteil aus befallsfreien Parzellen nur einen Durchschnittsbefall von 2,2% erreichte. Demgegenüber stieg der Befall der Sorte Alexis im Sortenversuchsteil vom ersten Testzyklus mit der Saatgutherkunft Darzau 2004 von 3,6% Durchschnittsbefall zum zweiten Testzyklus auf 10,1% Durchschnittsbefall der Saatgutherkunft Darzau 2005 und 22,1% Durchschnittsbefall der Saatgutherkunft Dottenfelderhof 2005. Waren in den Testparzellen in der Sortenevaluierung bereits kranke Pflanzen enthalten, führte dies offensichtlich bei anfälligen Sorten zu einer stärkeren Zunahme im Befallsgrad. Ausgehend von befallsfreiem Saatgut sind daher wie in der vorliegenden Sortenuntersuchung mindestens zwei aufeinander folgende Testzyklen erforderlich, um die Anfälligkeit einer Sorte unter natürlichen Befallsbedingungen hinreichend beschreiben zu können.

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

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Streifenkrankheit an Sommergerste zeigen ein breites Spektrum der Anfälligkeiten von Handelssorten von resistent bis hoch anfällig und bestätigen die Konzeption der Feldversuchsanlage unter natürlichen Befallsbedingungen in der gewählten Form. Für einen noch gleichmäßigeren Befall wären lediglich auf der Seite der Hauptwindrichtung am Feldversuchsrand Parzellen mit befallenem Saatgut einer anfälligen Sorte zusätzlich zu implementieren. Zur Sortenbeschreibung sollten unbedingt mindestens zwei Testzyklen aufeinander folgen, damit sich die hoch anfälligen Sommergersten deutlich genug abgrenzen lassen.

Bei Ausweitung einer ökologischen Saatguterzeugung, sowohl hinsichtlich der Fläche als auch hinsichtlich der Anzahl Generationen unter ökologischen Anbaubedingungen, ist bei Nichtbeachtung der Sortenanfälligkeit angesichts von Befallsgraden bis zu 38% ein hohes Ertragsrisiko zu erwarten, denn von befallenen Pflanzen ist keine Körnerernte mehr zu erwarten. Da sich in den Untersuchungen, gemessen am Sortenspektrum, aber verhältnismäßig viele Sorten mit geringer Anfälligkeit für die Streifenkrankheit fanden, wäre bereits die Kenntnis über die Anfälligkeit der im Handel erhältlichen Sorten eine gute Grundlage, um frühzeitig auf widerstandsfähige Sorten ausweichen zu können. Eine über die Sortenprüfung hinausgehende Evaluierung genetischer Ressourcen für die Züchtung auf Streifenkrankheitsresistenz neben den in der Literatur in den letzten Jahren bereits beschriebenen Quellen erscheint zum aktuellen Zeitpunkt nicht erforderlich zu sein.

Problematischer erscheint demgegenüber allerdings der schnelle Wechsel in der Verfügbarkeit zugelassener Handelssorten. Von zehn Sorten der Beschreibenden Sortenliste 2003 mit einem Durchschnittsbefall unter 1% waren in der Beschreibenden Sortenliste 2006 nur noch fünf mit Vermehrungsflächen gelistet und zwölf von 48 Sorten der Sortenliste 2006 wurden erst nach 2003 zugelassen. Eine regelmäßige und frühe Prüfung der Sorten im Rahmen der Sortenzulassung wäre dienlich, um Saatgutvermehrung frühzeitig auf gering

anfällige Sorten aufmerksam machen zu können, von denen ohne Verlustrisiko für den Konsumanbau auch bereits ökologisches Vorstufen- und Basissaatgut erzeugt werden kann.

Der Hinweis auf die Anfälligkeit der Sorten könnte auch für die Züchtung einen Anreiz schaffen, gering anfällige Sorten bevorzugt zur Anmeldung auf Sortenzulassung zu bringen. Die in der vorliegenden Untersuchung zur Anwendung gebrachte Versuchsanlage wäre geeignet, um in die systematische Anlage eines Zuchtgartens übernommen zu werden. Damit ließe sich kontinuierlich unter natürlichem Befall auf gering anfällige Sorten selektieren. Aufgrund der Unterschiede zwischen den Saatgutherkünften wäre den besonders streifenkrankheitsgefährdeten Standorten mit zeitweilig hoher Luftfeuchtigkeit während der Blüteninfektion für Selektion und Sortenvergleiche der Vorzug zu geben. Für die ökologische Saatguterzeugung mehr oder weniger anfälliger Sorten sollten streifenkrankheitsgefährdete Standorte aber unbedingt vermieden werden.

Die sortenspezifisch unterschiedliche Befallsneigung deutet darauf hin, dass vererbare Resistenzeigenschaften existieren. Eine Sommergerstenzüchtung unter natürlichem Streifenkrankheitsbefall müsste demnach mit kontinuierlicher Selektion auf geringe Anfälligkeit Sorten entwickeln können, die ohne Gefährdung der Saatgutqualität und ohne den Einsatz von Saatgutbehandlungsmitteln über viele Generationen unter ökologischen Anbaubedingungen vermehrbar wären.

Als erster Schritt zur Bekanntmachung der Ergebnisse wurde für die Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, die 2007 in Hohenheim stattfinden wird, ein Beitrag eingereicht. Die Versuchsmethodik soll in einer Fachzeitschrift für Phytopathologie veröffentlicht werden. Auf einer Tagung für Pflanzenzüchter sollen die Ergebnisse auch dem Kreis der Pflanzenzüchter im deutschsprachigen Raum bekannt gemacht werden. Die Sortenversuchsergebnisse werden daneben auch auf der Internetseite der Getreidezüchtungsforschung Darzau (www.darzau.de) verfügbar gemacht.

4. Zusammenfassung

Aus der Beschreibenden Sortenliste für Getreide 2003 wurden 45 Sommergersten neben fünf Mustern mit ausgewiesenen Resistenzen und jeweils fünf Sorten aus Dänemark und Österreich (insgesamt 60 Sorten) über zwei Testzyklen zwischen Parzellen mit infiziertem Saatgut einem natürlichen Befall mit der Streifenkrankheit ausgesetzt. Im Jahr 2004 erfolgte der Infektionsanbau am Standort Darzau/Neu Darchau und im Anbaujahr 2005 zusätzlich am Standort Dottenfelderhof/Bad Vilbel. Im Anbaujahr 2006 wurden an beiden Standorten Saatgutherkünfte von beiden Standorten untersucht. Die Sorten Peggy und Baccara zeigten mit unter 0,1% Befall neben den Resistenzträgern Vada, Betzes, Ricardo und Trysil die ausgeprägteste Widerstandsfähigkeit. Weitere zehn Sorten blieben im Durchschnitt unter 1% Befall. Mit über 5% Befall erreichten 13 Sorten ein ertragsgefährdendes Anfälligkeitsniveau. Bei der Sorte Prestige wurde im Einzelfall ein Befallsgrad von 38% festgestellt. Die Standortbedingungen, unter denen die Infektion in die Blüte stattfand, hatten neben der sortenspezifischen Anfälligkeitsneigung den größten Einfluss auf den Befallsgrad in der Folgegeneration. Aufgrund des Ergebnisses sind für die Saatguterzeugung an ökologisch bewirtschafteten Standorten, insbesondere wenn sie hinsichtlich einer Ausbreitung der

Krankheit gefährdet sind oder wenn über mehrere Generationen ökologisch vermehrt werden soll, widerstandsfähige Sorten zu verwenden.

Für eine Prüfung der Eignung der Feldversuchsanlage zur natürlichen Infektion wurden am Standort Darzau in zwei Testzyklen zwischen den Infektionsstreifen mit der von Streifenkrankheit befallenen Gerste LINZ 358150 mehrfach Kleinparzellen, unterteilt in 12 Drillreihen nebeneinander, mit Saatgut einer anfälligen Sorten gleichmäßig verteilt in den Sortenversuch eingefügt. Aus den von Hand geernteten Ährenbüscheln jeder Drillreihe dieser Testparzellen wurde im jeweils zweiten Jahr eines Testzyklus in Kleinparzellen von 2m² die Unterschiede pro Vorjahresdrillreihe hinsichtlich der Blüteninfektion untersucht. Für eine zufriedenstellende Beurteilung der Anfälligkeit war eine Mischprobe aus mindestens sechs nebeneinander liegenden Drillreihen erforderlich. Dies entsprach auch dem in der Sortenevaluierung gewählten Versuchsaufbau. An der Sorte Alexis zeigte sich, dass ausgehend von befallsfreiem Saatgut mindestens zwei Testzyklen erforderlich sind, um eine sehr hohe Anfälligkeit unter natürlichen Befallsbedingungen eindeutig erkennen zu können.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen, Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Alle im Berichtszeitraum liegenden Ziele wurden erreicht. Sortenspezifische Anfälligkeitsunterschiede konnten aufgezeigt und die gewählte Methode der natürlichen Infektion bewertet werden. Es ergaben sich darüber hinaus Hinweise, wie für die Anlage entsprechender Feldversuche künftig die Hauptwindrichtung zu berücksichtigen ist, und dass, ausgehend von befallsfreiem Saatgut, mindestens zwei aufeinanderfolgende Testzyklen für die Beurteilung von Sortenunterschieden erforderlich sind. Des Weiteren konnte die Bedeutung der Standortbedingungen für die Blüteninfektion einerseits und der Keimlingsinfektion andererseits deutlich gemacht werden.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich die Streifenkrankheit dann zum Problem ausweiten kann, wenn eine anfällige Sorte über mehrere Generationen unter ökologischen Anbaubedingungen vermehrt wird. Vor diesem Hintergrund stellt sich nunmehr die Frage, wie die Streifenkrankheitsanfälligkeit in die offizielle Sortenbeschreibung mit aufgenommen werden kann, damit Saatgutvermehrung und Vermehrungsorganisationen dieses Kriterium bei der Sortenwahl frühzeitig mit berücksichtigen können. Dies könnte auch die Pflanzenzüchter motivieren, die Selektion auf Widerstandsfähigkeit gegenüber dieser saatgutübertragbaren Krankheit in die Sortenentwicklung zu integrieren.

Darzau, den 3.November 2006

(Karl-Josef Müller)