

Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt

Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Winterweizen der Qualitätsgruppen E, A und B gegenüber Flugbrand (*Ustilago tritici*) [Kurztitel: Weizenflugbrand]

Laufzeit: 01-06-2002 bis 31-12-2003
Berichtszeitraum: 01-06-2002 bis 31-12-2003



Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Landes Niedersachsen gefördert
Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum,
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

vorgelegt von

Dr. Karl-Josef Müller

Anschrift:
Getreidezüchtungsforschung Darzau
29490 Neu Darchau, Darzau Hof 1
www.darzau.de
Fon: 05853-1397 Fax: -1394

Inhaltverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methoden	2
3	Infektionsverlauf, Resistenzmechanismen und Resistenzgene von Flugbrand (<i>Ustilago tritici</i>).....	3
3.1	Infektionsverlauf	3
3.2	Resistenzmechanismen.....	4
3.3	Populationsgenetische Aspekte und Resistenzgene.....	6
4	Evaluation von Winterweizensorten hinsichtlich der Resistenz gegenüber Flugbrand (<i>Ustilago tritici</i>): Ergebnisse	7

1 Einleitung

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

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

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

Weizenflugbrand¹

Der Flugbrand des Weizens (*Ustilago tritici*) durchläuft im Jahr einen Zyklus (monozyklisch). Die Infektion erfolgt über die Blüte. Das Pilzmycel wächst entweder durch Narbe und Griffel, oder direkt durch das Pericarp zum sich entwickelnden Korn. Es befällt das noch abreifende Korn und überdauert dort im Embryo bis zur Aussaat. Nach der Aussaat im Herbst beginnt der Pilz mit der Pflanze mitzuwachsen und bildet im Frühjahr die Ähren zu einem Brandsporenlager um. Die Brandsporenlager reißen bereits kurz nach dem Ährenschieben auf und die Sporen verbreiten sich innerhalb weniger Tage auf die Blüte gesunder Ähren. Am Weizen auftretende Formen sind vermutlich auf alle anderen Arten der Gattung *Triticum* übertragbar. Unter ökologischen



Abb.1: Flugbrandkranke Ähre mit chlorotischen Streifen an den Blättern, Foto: Müller

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

Vermehrungsbedingungen muss diese Krankheit besonders beachtet werden, da bereits mehr als drei flugbrandkranke Pflanzen auf 150m² zu einer Aberkennung des Bestandes in der Basissaatguterzeugung führen.

Bekämpfungsmöglichkeiten im Ökologischen Landbau

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

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

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

2 Material und Methoden

Witterung

Das Anbaujahr 2002/03 war durch extreme Witterungssituationen gekennzeichnet. Nach einem regenreichen Sommer 2002 und einem trockenen September, folgte ein Winter mit Kahlfrösten bis -20°C bei gleichzeitig geringen Niederschlägen (Februar und März nur knapp 30mm Niederschlag). Der trockene April 2003 trug zu einer weiteren Verschlechterung der Bestandessituation bei. Durch hohe Auswinterungsausfälle konnte für viele Sorten keine Aussage gemacht werden.

Projektablauf

In der Zeit der Weizenblüte wurden in der Vegetationsperiode 2002 insgesamt 81 Winterweizensorten (siehe Ergebnisse) der Qualitätsgruppen E, A und B der Beschreibende Sortenliste 2001 des Bundessortenamtes mit einer Flugbrandsporensuspension (1g Sporen / 100ml Wasser) mittels Injektionsspritze direkt in jede einzelne Blüte inokuliert (nach Poehlman 1945). Es wurden jeweils drei Ähren pro Sorte 1-3 Tage nach der Blüte infiziert.

Die infizierten Ähren wurden nach der Abreife von Hand geerntet und einzeln mit dem Ährendrescher gedroschen.

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

Am 9. September 2002 wurden mit einer Einzelreihensämaschine in drei der sechs Drillreihen die Ährennackkommenschaften nach Ähren getrennt in einer Länge von je 1m ausgesät. Neben jeder infizierten Reihe wurde als Kontrolle nicht-infizierter Samen der gleichen Sorte ausgesät, so dass pro Sorte in einer 1m²-Parzelle infizierte und nicht-infizierte Pflanzen unmittelbar nebeneinander wuchsen.

Es wurde der Befall mit Flugbrand erfasst (siehe Ergebnisse). Da eine sichere Aussage über die Widerstandsfähigkeit einer Sorte nach einem Jahr *ohne* Befall noch nicht möglich ist, wurden in der Vegetationsperiode 2003 wieder zur Zeit der Weizenblüte 78 Winterweizensorten der Qualitätsgruppen E, A und B künstlich inokuliert und am 8. September 2003 ausgesät (Aussaart wie Herbst 2002). Drei Sorten waren allerdings durch den harten Winter 2002/03 total ausgefallen (Carolus, Convent, Skater), so dass kein Pflanzenmaterial für eine erneute künstliche Infektion zur Verfügung stand. Die aus dieser Nachprüfung erhobenen Daten werden im Herbst 2004 veröffentlicht.

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

3.1 Infektionsverlauf

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

Erst mit der Aussaat und Keimung des Korns beginnt auch das Myzel mit zehnstündiger Verspätung weiter- und dem Vegetationspunkt nachzuwachsen. Eine Infektion der Ähre hängt maßgeblich von der Entfernung des Myzels zum Vegetationskegel zum Zeitpunkt der Keimung ab. Mit dem Embryowachstum geht eine Umgestaltung des Gewebes einher, die einem Vordringen des Pilzes entgegensteht. Durch eine Verhärtung des Keimknotengewebes und der Entwicklung des ersten Knoten bilden sich Barrieren, an welche sich die Zellen des Hypokotyls eng anschließen. Die Interzellulärräume sind sehr klein und hindern den Pilz am weiterwachsen (Fischer et al. 2002).

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

3.2 Resistenzmechanismen

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

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

Zur Bedeutung von Umweltaspekten ist wenig bekannt. Als Optimum für die Sporenkeimung werden Temperaturen zwischen 20-25° C und 95% Luftfeuchtigkeit angegeben (Fischer et al. 2002). Der Pilz benötigt mehrere Tagen um die Wand des Fruchtknotens zu durchdringen. Während dieser Zeit ist der Pilz anfällig. Flugbrand tritt daher in Klimaten mit warmem und trockenem Wetter zur Blüte seltener auf. Auch soll durch niedrige Temperaturen während des Keimpflanzenwachstums der Befall reduziert werden (Tapke 1948). Infizierte Keimlinge sind anfälliger für Frost, so dass Flugbrand in Regionen mit sehr kalten Wintern unterdrückt wird. Es wird auch beschrieben, dass infizierte Pflanzen im 2- bis 3-Blatt-Stadium absterben, oder sich über die Entwicklung von Seitentrieben (verzweigter Wuchs) erholen konnten, und dabei in der Regel gesunde Ähren ausbildeten (Mantle 1961). Nach Popp (1951) besteht keine Korrelation zwischen infizierten Embryonen und dem Auftreten von brandigen Ähren. Auch die Schwere der Embryoinfektion sagt nichts über Anzahl der Brandähren aus. Dagegen besteht eine Beziehung zwischen der Infektion des Vegetationspunktes und der Entwicklung von Brandähren (Popp 1951). Die optimale Ausgangsposition für eine erfolgreiche Infektion durch den Erreger ist somit im rechtzeitigen Erreichen des Vegetationspunktes bis zur Kornreife zu sehen.

Bei infizierten und vernalisierten Keimlingen von sechs Sorten konnte ein sich verringernes Myzelaufkommen im Vegetationspunkt festgestellt werden. Konnte bei allen Sorten im

Pericarp noch Flugbrandmyzel nachgewiesen werden, war bei einer Sorte schon im Scutellum kein Befall mehr festzustellen. Zwei Wochen nach Vernalisation der Keimlinge war der Befall bei den anderen fünf Sorten schon verringert, nach vier Wochen war der Befall stark reduziert, bei zwei der fünf verbliebenen Sorten konnte kein Befall des Vegetationspunktes mehr festgestellt werden. Die reifen Ähren waren schließlich nur noch bei drei Sorten befallen, davon zwei mit stark reduziertem Befall und nur eine mit hohem Befall (vgl. Tab1; Gaskin und Schäfer 1962).

Tab. 1: Infektion (in %) mit der Flugbrandrasse T6 in unterschiedlichen Pflanzengeweben von sechs Sorten (Gaskin und Schafer 1962 zit. nach Fischer et al. 2002).

Sorte	Pericarp	Scutellum	Veg.punkt 2 Wochen*	Veg.punkt 4 Wochen*	Reife Ähre
Knox	97	90	80	76	72
Hope-Hussar	98	0	0	0	0
Kawvale	94	95	80	0	0
Tremezino	98	88	70	0	0
Rieti	93	85	25	11	6
PI 191533	99	99	92	33	16

* nach der Infektion

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

Die Resistenz in späteren Wachstumsstadien wird häufig als Feldresistenz (Batts und Jeater 1958; Gaskin und Schäfer 1962) bezeichnet. Dabei soll es sich nicht in jedem Fall um eine physiologische Resistenz handeln (Amos 1952), sondern es kann sich auch um eine „Scheinresistenz“ handeln, bei der die Pflanzen dem Pilz lediglich entwachsen (Fischer et al. 2002).

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

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

Dies deutet auf komplexe Resistenzmechanismen hin, über deren molekularen Grundlagen als mögliche Erklärung eines Resistenzmechanismus wenig bekannt ist. Neben dem Einfluß von Phenolen im Korn konnte eine gesteigerte Peroxidaseaktivität in resistenten Sorten im Vergleich zu anfälligen Sorten (Saini et al. 1985) festgestellt werden. Ferner wird eine Infektion durch das geschlossene Abblühen des Weizens (cleistogam) verhindert. Abhängig

von der Schwere der Infektion und der Sorte wird auch eine unterschiedliche Streckung der Internodien und eine Hypersensitivitätsreaktion angeführt (Bever 1953; Mantle 1961).

3.3 Populationsgenetische Aspekte und Resistenzgene

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

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

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

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

Resistenzgene und Sorten

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

Tab. 2: Sorten/Linien mit Resistenzgenen gegen Flugbrand (McIntosh et al. 1998, zit. nach Fischer et al. 2002)).

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

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

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

Sichere Aussagen sind nur zu den Sorten möglich, die sich für Flugbrand anfällig zeigten. Aufgrund des sehr harten Winters, den insbesondere die Pflanzen aus flugbrandinfizierten Ähren mit nur wenigen Exemplaren überlebten, kann bei denjenigen Sorten, die keinen Befall aufwiesen, noch nicht sicher gesagt werden, ob aller Wahrscheinlichkeit nach eine Resistenz vorliegt, oder aber die mit Flugbrand befallenen Pflanzen von der Auswinterung bevorzugt betroffen waren. Daher wurde von den Sorten, die keinen Befall aufwiesen, je zwei Ähren neu mit Flugbrandsporensuspension inokuliert. Die Ergebnisse aus diesem Versuch werden 2004 nachträglich bekannt gegeben (im Internet unter <http://www.darzau.de/de/projekte/weizenflugbrand.htm>).

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

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

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

Q	Sorte	Ut
E	Achat	S
E	Alcedo	T
E	Alidos	S
E	Altos	S
E	Aron	T
E	Bussard	S
E	Capo	T
E	Carolus	W
E	Dream	S
E	Glockner	S
E	Idol	T
E	Rektor	S
E	Urban	S
E	Zentos	S
A	Applaus	S
A	Aristos	S
A	Asketis	S
A	Aspirant	T
A	Astron	S
A	Batis	S
A	Belisar	S
A	Cardos	T
A	Darwin	S
A	Ebi	T
A	Herzog	S
A	Ibis	S
A	Kontrast	T
A	Kornett	S
A	Korund	S
A	Ludwig	T
A	Magnus	T
A	Meunier	S
A	Mewa	T
A	Moldau	T
A	Olivin	S
A	Pegassos	T
A	Petrus	S
A	Ramiro	T
A	Renan	T
A	Sokrates	T
A	Tambor	T
A	Tarso	S
A	Tiger	T
A	Toni	S
A	Toronto	S
A	Transit	T
A	Xanthos	S
B	Ares	S
B	Atlantis	S
B	Borneo	S
B	Caesar	S
B	Centrum	T
B	Clever	S
B	Convent	W
B	Dekan	T
B	Drifter	S
B	Estica	T
B	Exsept	S
B	Flair	T
B	Florida	T
B	Greif	T
B	Habicht	T
B	History	T
B	Kanzler	S
B	Karpas	S
B	Kris	T
B	Maltop	S
B	Maverick	T
B	Mikon	T
B	Motiv	T
B	Novalis	S
B	Piko	S
B	Ranger	T
B	Redford	S
B	Ritmo	T
B	Romanus	T
B	Semper	T
B	Skater	W
B	Terrier	S
B	Trend	T
B	Vergas	T

Legende: S anfällig (34 Sorten)

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

R resistent (0 Sorten)

W ausgewintert (3 Sorten)

Sortenname „durchgestrichen“:

nicht mehr im Handel erhältlich

Literatur

- Amos, W. 1952. Über die Entwicklung des Flugbrandmyzels in infizierten Weizenpflanzen. Dissertation, Technische Hochschule Braunschweig.
- Batts, C. C. V. 1955. Observations on the infection of wheat by loose smut (*Ustilago tritici* (Pers.) Rostr.). Transactions of the British Mycological Society 38: 465-475.
- Batts, C. C. and A. Jeater. 1958. The reaction of wheat varieties to loose smut as determined by embryo, seedling, and adult plant test. Annuals of Applied Biology 46: 23-29.
- Bever, W. M. 1953. Further studies on physiologic races of *Ustilago tritici*. Phytopathology 43: 681-683.
- Fischer, K.; Schön, C.C.; Miedaner, T. (2002) Chancen der Resistenzzüchtung gegen Brandpilze bei Weizen für den ökologischen Pflanzenbau, Stuttgart-Hohenheim: Landessaatzuchtanstalt (Hg.),
- Gaskin, T. A. and J. F. Schafer. 1962. Some histological and genetic relationships of resistance of wheat to loose smut. Phytopathology 52: 602-607.
- Grevel, F. K. 1930. Untersuchungen über das Vorhandensein biologischer Rassen des Flugbrandes des Weizen (*Ustilago tritici*). Phytopathologische Zeitschrift 2: 209-234.
- Heinze, K. 1983. Leitfaden der Schädlingsbekämpfung Band 3 (Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.
- Mantle, P. G. 1961. Further observations on an abnormal reaction of wheat to loose smut. Transactions British Mycological Society 44: 529-545.
- McIntosh, R. A., G. E. Hart, K. M. Devos, M. D. Gale, and W. J. Rogers. 1998. Catalogue of Gene Symbols for Wheat. Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, Saskatoon, Canada, 2-7 August 1998.
- Nielsen, J. 1987. Races of *Ustilago tritici* and techniques for their study. Canadian Journal of Plant Pathology 9: 91-105.
- Obst, A. 1993. Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Thomas Mann Verlag.
- Poehlman, J.M. 1945: A simple method of inoculating barley with loose smut. Phytopathology 35: 640-644.
- Popp, W. 1951. Infection in seeds and seedlings of wheat and barley in relation to development of loose smut. Phytopathology 41: 261-275.
- Saini, R. S., Y. K. Arora, and D. S. Wagle. 1985. Soluble proteins and multiple forms of peroxidase in growing points of wheat plants in relation to their resistance to loose smut. Biochem. Physiol. Pflanzen 180: 239-245.
- Tapke, V. F. 1948. Environment and the cereal smuts. The Botanical Review 14: 359-412.
- Winter, W., I. Bänziger, H. Krebs, A. Rügger, P. Frei und D. Gindrat. 1994. Warmwasserbehandlung von Weizensaatgut. Agrar-Forschung (Schweiz) 1: 492-495.
- Winter, W., I. Bänziger, A. Rügger und H. Krebs. 1998. Weizensaatgut: Praxiserfahrung mit Warmwasserbehandlung. Agrarforschung 5: 125-128.