

Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt

Prüfung der Anfälligkeit aktuell verfügbarer Sommergersten gegenüber Hartbrand (*Ustilago hordei*) [Kurztitel: Gerstenhartbrand]

Laufzeit: 01-02-2002 bis 31-12-2003
Berichtszeitraum: 01-02-2002 bis 31-12-2003



Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Landes Niedersachsen gefördert
Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

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	3
2	Material und Methoden.....	3
3	Stand der Forschung und des Wissens.....	4
3.1	Symptome.....	4
3.2	Ausbreitung.....	5
3.3	Bedingungen.....	5
3.4	Inokulationstechnik	5
3.5	Saatgutbehandlung.....	6
3.6	Sortenunterschiede.....	6
3.7	Untersuchungen an Wintergerste.....	8
4	Ergebnisse Sommergerstenhartbrand.....	9
5	Zusammenfassung.....	11
6	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau	12
7	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen....	13
8	Literatur.....	13

1 Einleitung

Der Hartbrand (*Ustilago hordei*) ist eine saatgutübertragbare Pilzkrankheit, bei der die Ähren zu einem Brandsporenlager umgebildet werden. An der Gerste auftretenden Formen sind natürlicherweise nicht auf andere Getreidearten übertragbar. Die Sporenlager bleiben bis zur Kornreife von einem Häutchen umschlossen. Erst beim Drusch werden sie zerstört und die Brandsporen haften dann den gesunden Körnern von außen an. Beim Auftreten von mehr als drei brandkranken Ähren auf einer Fläche von 150m² bei der Basissaatguterzeugung oder mehr als fünf bei der Z-Saatgut-Erzeugung wird der Feldbestand für die Saatguterzeugung aberkannt (Saatgutverordnung, RUTZ 1998). Damit gehören die Brandkrankheiten zu den größten Risiken einer ökologischen Saatgutproduktion.

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

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

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

2 Material und Methoden

In der Getreidezüchtungsforschung Darzau wurden in der Vegetation 2002 55 Sommergersten der Beschreibenden Sortenliste 2001 in einer Konzentration von 5g Hartbrandsporen auf 1kg Saatgut inokuliert und in je sechsstufigen Parzellen zu 1 m² ausgesät. Der Anbau erfolgte auf einem sandigen Lehm am Standort Reesseln bei Neu Darchau. In der Vegetation 2003 wurde die Anzahl der Sorten um neu zugelassene Sorten auf insgesamt 60 erhöht, die Sporenkonzentration auf 1g pro kg Saatgut abgesenkt und die Testfläche auf 3 Wiederholungen zu je 3m² Erntefläche erweitert. Der Anbau erfolgte in einer randomisierten Blockanlage auf einem sandigen Lehm am Standort Köhlingen bei Neu Darchau. Die Sporenkonzentration entsprach im zweiten Testjahr einem durchschnittlichen Sporenbesatz von ca. 300.000 Sporen/Korn nach stichprobenartigen Auszählungen mit Fuchs-Rosenthal-Zählkammer. Die Hartbrandsporen stammten ursprünglich von befallenen Ähren, die am Standort Darzau an der Wintergerstenlinie „BB42“ massiv aufgetreten waren, ohne dass ihre ursprüngliche Herkunft zweifelsfrei aufgeklärt werden konnte.

Für das erste Testjahr wurden die Sporen auf das in die Saatmagazine abgefüllte Saatgut gegeben und nach Verschluss der Magazine, diese kräftig geschüttelt. Im zweiten Testjahr wurden die Sporen auf die gesamte Saatmenge der Sorte eingewogen, diese dann in einem 500ml Glas mit Deckel je 1 Minute geschüttelt und anschließend auf die Wiederholungen aufgeteilt. Für die Aussaat in 2003 wurde mit Ausnahme neu hinzugezogener Sorten Saatgut aus einer Ernte von Ährenbüscheln aus dem Anbau 2002 verwendet, die gedroschen und zur Saat aufbereitet worden waren.

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

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

3 Stand der Forschung und des Wissens

In der Saatguterzeugung führen gemäß Saatgutverkehrsgesetz (Saatgutverordnung, RUTZ 1998) drei (bei Basis-Saatgut) bzw. fünf (bei Z-Saatgut) mit Brand befallene Ähren pro 150m² zur Aberkennung des Feldbestandes als Saatgut. Unter ökologischen Anbaubedingungen sind derzeit keine ausreichend effizienten Behandlungsmethoden verfügbar, mit denen das Vermehrungssaatgut für die Erzeugung von Saatgut behandelt werden könnte, um nachhaltig unter die Befallsgrenze zu kommen, sofern ein Befall des Ausgangssaatgutes mit einer der beiden Krankheiten vorliegt. Damit wird die Resistenz einer Sorte gegenüber diesen Krankheiten zum entscheidenden Kriterium für eine kontinuierliche Vermehrung unter ökologischen Anbaubedingungen.

Der Gerstenhartbrand, auch als gedeckter Brand (covered smut) bezeichnet, wird durch den Erreger *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh. hervorgerufen. Der Gerstenhartbrand ist heute rund um die Erde verbreitet. Seine Bedeutung ist aber regional sehr unterschiedlich. Mit der Verwendung von Saatgutbeizen ging das Auftreten der Krankheit bei entsprechendem Pestizideinsatz extrem zurück (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999). Waren innerhalb Deutschlands 1907 noch rund 40% der Gerstenbestände mit Hartbrand befallen, so betrug die Verbreitung 1960 nur noch 2,2%. Hierbei wurde in den meisten Beständen nur 1 Hartbrandähre auf 20m² gefunden oder weniger (NIEMANN 1961). Aus Indien wurden jährliche Verluste von 2-5% berichtet, die in Epidemiejahren bis auf 30% anstiegen (AHMED ET AL. 1974, JAIN ET AL. 1997). Auch in Kanada wurden Verluste von 0,7-0,9% pro Jahr verzeichnet (MARTINEZ-ESPINOZA 1996).

3.1 Symptome

Erst mit dem Ährenschieben tritt der Hartbrand in Erscheinung. Wie beim Flugbrand sind die Ähren schwarz von den Sporenlagern, die sich anstelle der Gerstenkörner gebildet haben, und diese sind mit einem silbergrauen Häutchen überzogen bis die Pflanze das Reifestadium erreicht hat. Im Gegensatz zum Flugbrand ist die Sporenmasse krümelig hart. Die Grannen bleiben normal oder sind nur schwach deformiert. Die Hartbrandähren erscheinen fast immer später als die gesunden Ähren. Nicht selten bleiben sie sogar ganz im Fahnenblatt

verborgen. Darüber hinaus sind die befallenen Pflanzen meist kürzer (10-20cm), wodurch sie bei nur geringem Befall zwischen den gesunden Gerstenähren kaum zu erkennen sind. Die einzelne Ähre ist nicht immer vollständig befallen. Entwickelt sich nur ein Teil der einzelnen Ährchen zu Sporenlagern, so finden sich diese immer ausgehend von der Basis der Ähre und die gesunden Körner somit an der Spitze der Ähre. (FARIS 1924, MATHRE 1997, HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999).

3.2 Ausbreitung

Die Ausbreitung des Hartbrandes erfolgt erst zum Drusch mit dem Zerschlagen der Brandsporenlager. Auf diese Weise gelangen die Dauersporen auf die gesunden Körner und auch wieder in den Boden. Über Geräte, Maschinen, Transport- und Lagerbehältnisse, die mit den von Sporen behafteten Körnern in Kontakt kommen, kann die Ausbreitung auch auf noch gesunde Saatgutpartien erfolgen. Erst bei der Keimung der Gerste findet auch die Sporenkeimung statt, die über die Koleoptile zu einer neuen Infektion führt. Bildet die Pflanze ihre Triebe langsam aus, dann hat der Erreger Zeit, sich zu verbreiten. Ein zügiges Jugendwachstum ermöglicht dagegen der Pflanze oder einzelnen Trieben, dem Erreger davon zu wachsen („Escaping“). Erst mit dem Beginn der Blütenbildung dringt das Myzel in das Gewebe des Fruchtknotens ein, wo es zur Sporenbildung übergeht.

3.3 Bedingungen

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

3.4 Inokulationstechnik

Franziska LERCH (2003) untersuchte im Rahmen ihrer Diplomarbeit in der Getreidezüchtungsforschung Darzau an zwei Sommergersten den Einfluss der Sporenkonzentration auf die Befallshöhe (s.Abb.1). Bereits mit 0,5g Sporen pro kg Saatgut

wurde das Maximum der Befallshöhe erreicht. Bei einem Ertragsniveau von 20dt/ha würde theoretisch eine Hartbrandähre pro 10m² Anbaufläche ausreichen, um das Erntegut komplett zu durchseuchen. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass mit 1g Sporen pro kg Saatgut die nötige Sporenkonzentration erreicht wird, um Sortenunterschiede auf höchstem Befallsniveau feststellen zu können.

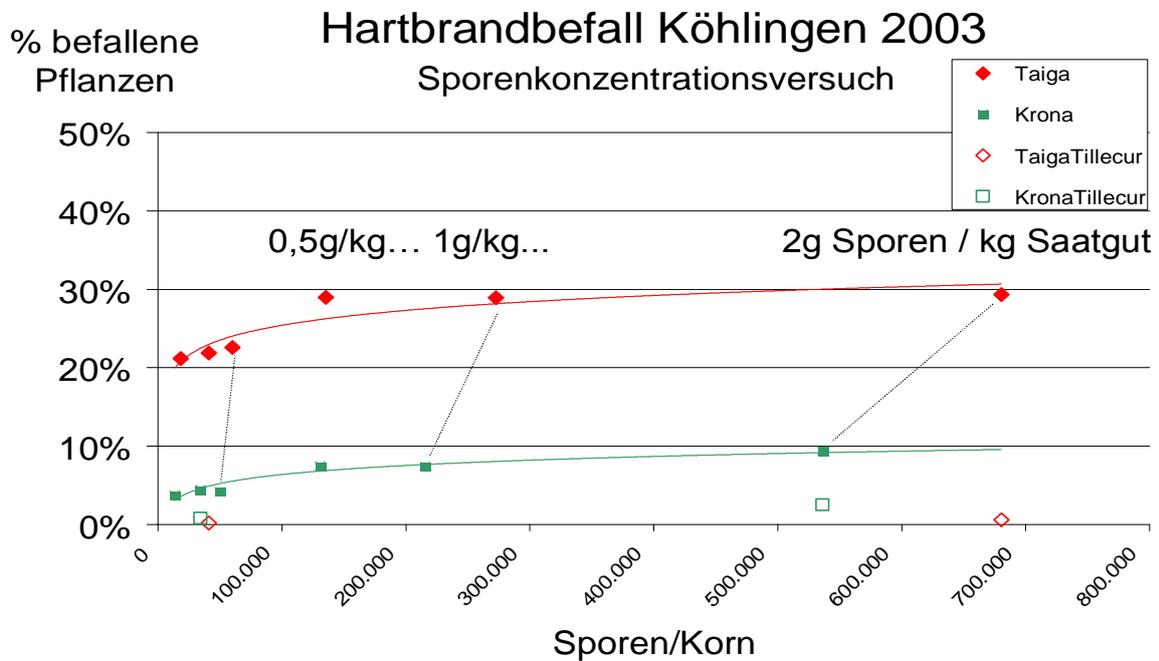


Abb.1: Die Befallshöhe in % hartbrandinfizierter Ähren in Abhängigkeit von der Sporenkonzentration an zwei Sommergersten am Standort Köhlingen im Anbau 2003

3.5 Saatgutbehandlung

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

3.6 Sortenunterschiede

TAPKE (1945) unterschied anhand von 8 Sommergersten insgesamt 13 Hartbrandrassen (s.Tab.2). In Ägypten unterschied GHOBRIAL (1977) mit dem gleichen Sommergerstensortiment 20 physiologische Rassen. Das Muster CI 1312 war gegen alle

Rassen resistent. Weitere Rassen von *Ustilago hordei* wurden in Bulgarien und der UdSSR bestimmt. Aus Europa sind keine Rassendifferenzierungen in der Literatur aufgeführt.

Tab.2: Differentialsortiment von Sommergersten nach TAPKE (1945), um Rassen von *U. hordei* zu differenzieren (C.I.= Cereal Investigation Number der Genbank Aberdeen/Idaho/USA).

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

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

Tab. 3: Resistenzgene nach WELLS (1958)

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

Aus Spaltungsverhältnissen an Nachkommenschaften schlossen SHIRIVASTAVA und SRIVASTAVA (1978), dass die Resistenz von „Hannchen“ über ein dominantes Majorgen vererbt wird. Hierbei soll es sich um zwei verschiedene Gene handeln. Die Resistenz von „Himalaya“ soll über zwei komplementäre Gene vererbt werden, welche sich von dem Resistenzgen in „Hannchen“ unterscheiden. Die Ergebnisse der Autoren decken sich mit den Berichten von SHANDS (1956) und WELLS (1958), die für die Sorten „Brachytic“, „Titan“ und „OAC 21“ jeweils ein dominantes Resistenzgen nachwiesen. Es ist jedoch nicht sicher, ob es sich dabei um das gleiche Gen (Uh) handelt.

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

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

3.7 Untersuchungen an Wintergerste

Bei Untersuchungen zur Hartbrandanfälligkeit von Wintergersten in Kooperation der Getreidezüchtungsforschung Darzau mit dem Institut für biologisch-dynamische Forschung, Zweigstelle Dottenfelderhof, die vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert wurden, blieben von 89 untersuchten Wintergersten 8 Sorten an beiden Standorten befallsfrei (siehe Tabelle 4). Das anfällige Vergleichsmuster „BB42“ zeigte einen Befall von 45%. Unter den Handelssorten wurde ein Befall bis zu einer Höhe von maximal 12% festgestellt. Am Standort Darzau blieb der prozentuale Befall im Durchschnitt deutlich unter dem Ergebnis vom Dottenfelderhof. Dies lässt zwar vermuten, dass die hartbrandinfizierten Pflanzen in Darzau an der Kälte mehr gelitten haben, als die nicht oder nur schwach infizierten, doch aufgrund der erheblichen Auswinterungen am Standort Darzau sind teilweise große Abweichungen aufgetreten. Zwei Sorten, die am Dottenfelderhof keinen Hartbrandbefall aufwiesen, mussten aufgrund des Ergebnisses in Darzau zusätzlich als anfällig eingestuft werden. Die acht anfälligsten Sorten erreichten mit über 5% einen Befallsgrad, bei dem mit deutlichen Ertragseinbussen gerechnet werden muss.

Tabelle 4: Anfälligkeit von Wintergerstensorten gegenüber Hartbrand in % befallener Ähren an den Standorten Dottenfelderhof und Darzau (in abnehmender Anfälligkeit)

Sorte	Dottenfelderhof	Darzau	Sorte	Dottenfelderhof	Darzau
BB42	45,47	(15,38)*	Akropolis	2,05	0,00
Lunaris	12,18	(1,23)	Madou	1,96	(1,06)
Tafeno	9,44	2,91	Babylone	1,95	0,00
Cornelia	8,05	2,68	Advance	1,95	2,02
Jura	7,52	0,70	Mellori	1,85	0,68
Millie	6,65	4,00	Labea	1,77	(0,00)
Mombasa	5,95	5,34	Edda	1,70	0,69
Theda	5,40	1,82	Madeline	1,68	2,08
Corbie	5,33	(0,00)	Leonie	1,67	0,00
Angela	4,43	0,00	Tessy	1,67	1,61
Marinka	4,21	2,94	Nelly	1,36	0,00
Cleopatra	4,16	4,35	Cita	1,36	0,00
Structura	4,00	1,50	Goldmine	1,29	0,56
Angora	4,00	3,86	Svenja	1,27	0,47
Hanna	3,39	5,08	Kyoto	1,19	0,51
Carola	3,00	2,21	Traminer	1,07	1,90
Gilberta	3,00	1,05	Anastasia	1,06	0,00
Jessica	2,91	1,81	Candesse	1,00	0,91
Jasmin	2,82	0,33	Franziska	0,94	0,54
Loden	2,81	1,06	Adlon	0,87	5,36
Julia	2,72	1,65	Ludmilla	0,86	0,19
Barcelona	2,66	1,42	Silke	0,78	0,59
Regina	2,38	0,74	Nikel	0,75	0,17
Astrid	2,38	1,20	Merlot	0,71	0,00
Tiffany	2,34	0,75	Lomerit	0,71	1,14
			Aviron	0,67	0,44

Premuda	0,65	0,61
Clara	0,59	0,68
Artist	0,58	0,00
Bayava	0,56	1,03
Kamoto	0,50	1,57
Carat	0,44	0,00
Caprima	0,43	0,99
Tilia	0,39	0,45
Nicola	0,38	0,00
Cosima	0,22	0,00
Fee	0,21	0,19
Bombay	0,18	0,00
Lubeca	0,13	0,54
Vanessa	0,12	0,39
Carrero	0,11	0,00
Passion	0,10	0,00
Aquarelle	0,09	0,00
Fiona	0,08	0,00
Cabrio	0,07	0,19

Affair	0,07	0,00
Elbany	0,07	0,18
Stephanie	0,06	0,38
Sarah	0,06	0,00
Theresa	0,06	0,00
Reni	0,06	0,00
Existenz	0,05	0,00
Catania	0,03	0,00
Camera	0,02	0,00
Allegra	0,00	0,30
Venezia	0,00	0,19
Alissa	0,00	0,00
Duet	0,00	0,00
Elfe	0,00	0,00
Jolante	0,00	0,00
Kreta	0,00	0,00
Uschi	0,00	0,00
Verena	0,00	0,00
Yuka	0,00	0,00

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

Aufgrund der bisherigen Kenntnisse festzuhalten bleibt, dass

1. beim Verzicht auf Saatgutbeizung mit Hartbrandbefall zu rechnen ist,
2. eine nachhaltig wirksame ökologische Saatgutbehandlung (noch) nicht vorliegt,
3. die Konzentration mit 1g Sporen pro kg Saatgut als optimal angesehen werden kann,
4. die Test-Anbaufläche im günstigsten Falle mindestens 10m² umfassen sollte,
5. die Suche nach resistenten Sorten ein einzuschlagender Lösungsweg ist,
6. über in Europa verbreitete Hartbrandrassen und über möglicherweise in aktuellen Sorten vorhandene Resistenzeigenschaften noch nahezu nichts bekannt ist.

4 Ergebnisse Sommergerstenhartbrand

Im ersten Anbau (2002) zeigten 36 von 55 Sorten keinen Befall. Nur ein Drittel der untersuchten Sorten erwies sich unter den Bedingungen des ersten Versuchsjahres als mehr oder weniger anfällig. Allerdings erwies sich die Testfläche von je 1m² pro Sorte für die Beurteilung der Hartbrandanfälligkeit als zu gering, da bei zehn Sorten die Anfälligkeit nur aufgrund einer einzigen infizierten Pflanze auszumachen war. Die Annahme, dass sich unter den nicht befallenen Sorten noch weitere anfällige finden ließen, wenn die Testfläche vergrößert würde, hat sich im zweiten Anbau (2003) bestätigt. Die ursprünglich vorgesehene Ernte mit dem Parzellendrescher zur Simulation einer natürlichen Infektion beim Drusch der Ernte 2002 musste allerdings aufgegeben werden, da zwei Drittel der Parzellen ohne Befall waren. Von 60 geprüften Sorten im Jahr 2003 waren dann 15 Sorten ohne einen Befall (s.Tab.5). 21 Sorten blieben im Befall unter 1%. Davon war bei vier Sorten die Anfälligkeit

nur anhand einer hartbrandkranken Ähre auszumachen. Die vier anfälligsten Sorten erreichten allerdings einen Befallsgrad, bei dem mit erheblichen Ertragseinbussen gerechnet werden muss. Von den hoch anfälligen Sorten abgesehen, entsteht der Eindruck, dass die Gefahr einer sich ausbreitenden Infektion mit Hartbrand bei Sommergersten als vergleichsweise gering eingestuft werden kann.

Tabelle 5: Anfälligkeit von Sommergerstensorten gegenüber Hartbrand in % befallener Ähren am Standort Darzau (in abnehmender Anfälligkeit)

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

Thuringia	0,26	0,00	1	0
Maresi	0,21	0,00	2	0
Extract	0,20	0,00	2	0
Havanna	0,18	0,00	2	0
Steffi	0,18	0,00	2	0
Eunova	0,13	0,00	2	0
Birte	0,12	0,00	1	0
Viskosa	0,09	0,00	1	0
Madonna	0,08	0,00	1	0
Auriga	0,00	0,00	0	0
Adonis	0,00	0,00	0	0
Aspen	0,00	0,00	0	0
Chariot	0,00	0,00	0	0
Prestige	0,00	0,00	0	0
Apex	0,00	0,00	0	0
Saloon	0,00	0,00	0	0
Pewter	0,00	0,00	0	0
Cellar	0,00	0,00	0	0
Hendrix	0,00	0,00	0	0
Bodega	0,00	0,00	0	0
Landora (DK)	0,00	0,00	0	0
Sigrid	0,00	0,00	0	0
Jacinta	0,00	0,00	0	0
Lawina (Nacktgerste)	0,00	0,00	0	0

Insgesamt waren die Bedingungen mit einer sehr trockenen Witterung nach der Saat für das Auftreten des Hartbrandes in 2003 offensichtlich günstiger als im Jahr davor, denn es wurden im Durchschnitt deutlich höhere Befallsgrade festgestellt. Viele der Sorten, die im ersten Testjahr auf nur 1m² Testfläche keine oder nur ein bis zwei kranke Pflanzen aufwiesen, waren in 2003 deutlich befallen. Obwohl die anfälligste Sorte eine Nacktgerste war (TAIGA), kann daraus aber in keiner Weise abgeleitet werden, dass Nacktgersten für Hartbrand anfälliger sind als Spelzgersten. Denn die ebenfalls spelzenfreidreschende Sorte LAWINA erwies sich demgegenüber als hartbrandresistent.

5 Zusammenfassung

Von insgesamt 60 geprüften Sommergersten blieben nach Inokulation der Körner mit Hartbrandsporen in einer Konzentration von 1g Sporen pro kg Saatgut 15 Sorten ohne einen Befall mit Hartbrand. Bei einem Ertragsniveau von 25 dt/ha ist durchschnittlich eine hartbrandkranke Ähre pro 4 m² erforderlich, um den Bestand komplett zu durchseuchen. Bei Sorten, deren Befallsmaximum nach Inokulation die vorgenannte Grenze nicht überschreitet, ist auch im fortgesetzten Nachbau unter natürlichen Gegebenheiten an den in Frage kommenden Standorten weder eine nennenswerte Ertragsminderung noch das Erreichen des sorteneigenen Befallsmaximums zu erwarten.

Die gesetzlich vorgegebene Grenze von 3 bzw. 5 brandkranken Ähren auf einer Fläche von 150 m² in der Saatguterzeugung muss vor dem Hintergrund dieser Untersuchung, insoweit

sie sich auf den Hartbrand bezieht, als überzogen angesehen werden, insbesondere da die Anfälligkeit der Sorte dabei völlig unberücksichtigt bleibt. Die Sinnhaftigkeit der Grenzwerte ergibt sich nur daraus, dass nicht zwischen Hart- und Flugbrand unterschieden wird. Diese Unterscheidung wäre aber problemlos durchführbar, wenn die Nachkontrolle des Feldbestandes zum Zeitpunkt der Gelbreife durchgeführt würde, zu dem der Flugbrand abgeweht ist.

Zur Beurteilung der Anfälligkeit von Sorten gegenüber Hartbrand wird aufgrund der vorliegenden Untersuchungen und der Ergebnisse von LERCH (2003) eine Konzentration von 1g Sporen pro kg Saatgut und eine Testflächensumme von mindestens 10m², für eine statistische Absicherung mindestens 3 Wiederholungen mit insgesamt mindestens 20m² empfohlen.

6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau

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

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

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

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

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

7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

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

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

8 Literatur

- AHMED, S.M.; SINGH,R.R.;CHANDOLA,R.P. 1974: Resistance of Barley Varieties to Loose and Covered Smut in Western Rajasthan. *Science and Culture* 40, 360-361.
- EMARA, Y. A; FREAKE, G. W. 1981: Effect of environment and genotype and their interaction on pathogenicity of *Ustilago hordei*. 1.Parasite-environment effects. *Journal of Heredity*72, 261-263
- FARIS,J.A. 1924: Factors Influencing Infection of *Hordeum sativum* by *Ustilago hordei*. *American Journal of Botany* 11,189-214.
- GHOBRIAL,E. 1977: Physiologic Races of *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh., The Causal Organism of Barley Covered Smut in A.R.E. (II). *Agricultural Research Review* 55, 23-29.
- HOFFMANN, G.M.; SCHMUTTERER, H. 1999: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. erweiterte Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- JAIN,A.K.; JAIN,S.K.; YADAVA,H.S.1997: Morphological characters as affected by covered smut of barley. *Advances in Plant Sciences* [ISSN:0970-3586] 10, 1; 237-239.

- LERCH,F. 2003: Untersuchungen zum Gerstenhartbrand (*Ustilago hordei*). Diplomarbeit im Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz an der Universität Kassel.
- MARTINEZ-ESPINOZA ,A.D. 1996: *Ustilago hordei* (Covered Smut of Barley): Biology, Genetics, Current Research and Perspectives. Revista Mexicana de Fitopatologia, 1-8.
- MATHRE,D.E. 1997: Compendium of Barley Diseases. Second Edition, American Phytopathology Society.
- NIEMANN, E. 1961: Die Ustilago-Brände der Gerste und ihre Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, Stuttgart:Ulmer, 13, 17-22.
- OBST,A. 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Gelsenkirchen: Mann.
- ROBERTSON,D.W.; WIEBE,G.A.; IMMER, F.R. 1941: A Summary of Linkage Studies in Barley. J. Amer. Soc. Agron. 33, 47-64.
- RUTZ,H.W. 1998: Sorten- und Saatgut-Recht. 8. Aufl., Agrimedia Verlag Bergen
- SCHAFFER,J.F.; DICKSON,J.G.; SHANDS,H.L. 1962: Effects of Temperature on Covered Smut Expression in Two Barley Varieties. Phytopathology 52, 1161-1163.
- SHANDS,R.G. 1956: Inheritance of Covered Smut Resistance in two barley Crosses. Agron. J. 48, 81-86.
- SHIRIVASTAVA,S.N.; SRIVASTAVA,D.P. 1978 : Inheritance of resistance to covered smut [*Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh] of barley, Indian Journal of Genetics and Plant Breeding [ISSN 0019-5200] 37, 321-327.
- TAPKE,V.F.1945: New Physiologic Races of *Ustilago hordei*. Phytopathology 35, 970-976.
- WELLS,S.A. 1958: Inheritance of Reaction to *Ustilago hordei* in Cultivated Barley. Canadian Journal of Plant Science 38, 45-60.
- WINTER,W.; KREBS,H.; BAENZIGER,I. 1992: Anfälligkeit von Getreidesorten für einige Brandkrankheiten. Landwirtschaft Schweiz 5, 293-297.
- WINTER,W.; KREBS,H.; BAENZIGER,I. 1995: Brandpilze und Streifenkrankheit: Sortenanfälligkeit. Agrarforschung (Switzerland) [ISSN 1022-663X]. 2, 325-328,