

Fortführung der Sortenevaluierung auf Flug- und Hartbrandanfälligkeit der Wintergerste sowie Prüfung flug- und hartbrandresistenter Sorten auf Anbaueignung bei ökologischer Bewirtschaftung

Screening of winter barley varieties (*Hordeum vulgare*) for resistance against loose smut (*Ustilago nuda*) and covered smut (*U. hordei*) and testing of smut tolerant varieties for field performance under the conditions of organic farming in Germany

FKZ: 03OE657

Projektnehmer:

Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V.

Zweigstelle Dottenfelderhof

Holzhausenweg 7, 61118 Bad Vilbel

Tel.: +49 6101 6385

Fax: +49 6101 7948

E-Mail: info@forschungsring.de

Internet: <http://www.forschungsring.de>

Autoren:

Lorenz, Norbert; Klause, Stefan; Spieß, Hartmut

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

Fortführung* der Sortenevaluierung auf Flug- und Hartbrandanfälligkeit der Wintergerste

sowie

Prüfung flug- und hartbrandresistenter Sorten auf Anbaueignung bei ökologischer Bewirtschaftung

- ABSCHLUSSBERICHT -

Ausführende Stelle: Institut für Biologisch-Dynamische Forschung im
Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V. (Darmstadt), Zweigstelle Bad
Vilbel (Dottenfelderhof), D-61118 Bad Vilbel

Dr. sc. agr. Norbert Lorenz

Dipl. Ing. agr. (FH) Stefan Klause

Dr. habil. Hartmut Spieß

Projektleitung und
Berichterstattung: Dr. sc. agr. Norbert Lorenz

Forschungsprojekt: BLE 03 OE 657

Aktenzeichen: 514-43.10/03OE657

Laufzeit und
Berichtszeitraum: 01.04.2004 - 31.12. 2006

finanziell gefördert
durch: Ministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und
Landwirtschaft, Berlin
Software-AG Stiftung, Darmstadt

*) MÜLLER & SPIESS 2003: Sortenevaluierung hinsichtlich Flugbrand (*Ustilago nuda*) und Hartbrand (*Ustilago hordei*) zur Entwicklung einer Strategie für die Regulierung von sautgut-übertragbaren Krankheiten bei der Erzeugung von Wintergerstensaatzgut im Ökologischen Landbau. BLE 02OE129, Abschlußbericht [<http://www.orgprints.org/5229>]

Gliederung

	Seite
1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	2
1.1 Projektablauf	3
1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand	4
1.2.1 Stand des Wissens beim Flugbrand (<i>Ustilago nuda</i>)	4
1.2.2 Stand des Wissens beim Hartbrand (<i>Ustilago hordei</i>)	8
1.2.3 Stand der Kenntnisse bei Sortenversuchen	12
2. Material und Methoden	13
2.1 Flugbrand	13
2.2. Hartbrand	14
2.3 Sortenversuche	16
3. Ergebnisse	18
3.1 Flugbrand	18
3.1.1 Evaluierung der Flugbrandresistenz von Handelssorten und Genbankmustern	18
3.1.1.1 2003 - 2004	18
3.1.1.2 2004 - 005	18
3.1.1.3 2005 - 2006	19
3.1.1.4 Gesamtbewertung (2000 - 2006)	20
3.1.2 Virulenz verschiedener Sporenherkünfte (2004 - 2005)	25
3.2 Hartbrand	27
3.2.1 Evaluierung der Hartbrandresistenz von Handelssorten	27
3.2.2 Vergleich trockener und nasser Inokulation	27
3.2.3 Virulenz der Hartbrandsporen	29
3.3 Sortenversuche	31
3.3.1 Standortbedingte Ertragsschwankungen und Proteingehalte	31
3.3.2 Ertragsdaten	33
3.3.2.1 Jahresvergleich 2005 - 2006	33
3.3.2.2 Kornerträge 2005	35
3.3.2.3 Kornerträge 2006	36
3.3.3 Labordaten zu den wertgebenden Inhaltsstoffen	38
3.3.3.1 Wertgebende Inhaltsstoffe nach Referenzanalyse	38
3.3.3.2 Wertgebende Inhaltsstoffe nach NIRS (Proteinträge, -gehalte)	40
3.3.4 Gesamtbewertung der Sorten	43
3.3.5 Messung von Blattflächen und Halmlängen	45
4. Diskussion	51
4.1 Evaluierung der Brandresistenzen	51
4.1.1 Flugbrand	52
4.1.2 Hartbrand	56
4.1.3 Gesamteinschätzung	57
4.2 Sortenversuch	59
4.2.1 Ertragsleistung	59
4.2.2 Qualitätsparameter Proteingehalt	62
4.2.3 Konkurrenzkraft gegen Beikräuter	64
5. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den Ökologischen Landbau	66
6. Zusammenfassung	68
7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	69
8. Literaturverzeichnis	70
9. Tabellenanhang	76

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Im Ökologischen Landbau soll ausschließlich ökologisch erzeugtes Saatgut eingesetzt werden (EU-Verordnung 1452/2003). Ohne die zuvor konventionell übliche Beizung des Saatgutes erhöht sich das Risiko der Verbreitung saatgutbürtiger Krankheiten. Bei der Wintergerste gilt dies für den zunächst als Spore außen am Getreidekorn anhaftenden Gerstenhartbrand (*Ustilago hordei*) und insbesondere für den sich in der Karyopse befindlichen Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda*). Grundsätzlich muss das ökologisch erzeugte Saatgut dieselben phytosanitären Anforderungen erfüllen wie konventionell erzeugtes Saatgut. Für die Produktion von zertifiziertem Saatgut sind in Deutschland nicht mehr als fünf mit Flug- bzw. Hartbrand infizierte Ähren auf einer Fläche von 150 m² zugelassen, bei Basissaatgut nicht mehr als drei Ähren (Saatgut-Verkehrsgesetz, RUTZ 1998). Damit gehören die Brandkrankheiten zu den größten Risiken einer ökologischen Saatgutproduktion. Die bei Überschreitung erfolgende Aberkennung der Bestände führt zu erheblichen finanziellen Einbußen. Bei ökologischer Bewirtschaftung können beide Krankheiten gut mittels Warm- und Heißwasserbehandlung des Saatgutes (WINTER et al. 1996, SPIEB et al. 2007) sowie mit biologischen Behandlungsmitteln (z.B. Tillecur®, LEBERMOOSER) kontrolliert werden. Die erzielbaren Wirkungsgrade der genannten Methoden reichen jedoch nicht aus, um die gesetzlich geforderten Grenzwerte für die Brandkrankheiten in der Saatgutproduktion immer sicher einzuhalten.

Einen Ausweg böte der Anbau von resistenten oder toleranten Sorten. Die Anfälligkeit gegenüber Brandkrankheiten ist bis heute keine erfasste Eigenschaft im Zulassungsverfahren der Sorten. Zwar finden sich in der Literatur Angaben zu den Resistenzen vieler lange nicht mehr zugelassener Wintergerste-Varietäten, aber nur wenig ist bekannt über die Widerstandsfähigkeit moderner Handelsorten (NIELSEN et al. 1999). Über die Resistenzeigenschaften gegenüber Brandkrankheiten liegen seit 1976 (NOVER et al. 1972, 1976) für das deutsche Sortenspektrum keine neuen Untersuchungen vor.

Es stellte sich somit für diese Untersuchung die Frage, ob sich im Handelssortiment der letzten Jahre widerstandsfähige Sorten finden lassen. Die Arbeiten führten die bereits in den Jahren 2000 - 2003 durchgeführte Sortenevaluierung (KLAUSE & SPIEB 2003, MÜLLER & SPIEB 2003) der Wintergerste hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber Flugbrand (*Ustilago nuda*) fort. Insgesamt wurden neben den aktuell im Handel verfügbaren Wintergerstensorten auch nicht mehr zugelassene Sorten und Genbankmuster mit einbezogen. Hinsichtlich der Resistenzeigenschaften gegenüber Hartbrand (*Ustilago hordei*) sollten die bislang einjährigen Ergebnisse der Voruntersuchung (MÜLLER & SPIEB 2003) verifiziert werden, ergänzt durch die Testung neu zugelassener Sorten.

Um zu Empfehlungen geeigneter Sorten für die ökologische Bewirtschaftung zu kommen, wurden ergänzend auf dem Dottenfelderhof (D-61118 Bad Vilbel) sowie an weiteren sieben Standorten (6 Standorte pro Jahr) Sortenversuche angelegt. Die Auswahl der Handelssorten orientierte sich an den Ergebnissen in der Flugbrand-Evaluierung. Neben den Ertragsdaten wurden weitere ökoanbaurelevante Eigenschaften erfasst.

1.1 Projektablauf

Flugbrand: Auf dem Standort Dottenfelderhof (D-61118 Bad Vilbel) wurden im Herbst 2003 62 Wintergerste-Handelssorten und Genbank-Varietäten im Infektionsversuch angebaut, 129 im Herbst 2004 und 77 im Herbst 2005. Für die Auswahl der Gersten waren die Anfälligkeiten zweier vorheriger Prüfungen (KLAUSE & SPIEB 2003; MÜLLER & SPIEB 2003) und der laufenden Untersuchung entscheidend. Hoch anfällige Gersten wurden in der aktuellen Versuchsplanung nicht mehr berücksichtigt. Die Infektion der Gersten erfolgte sowohl unter natürlichen Infektionsbedingungen, als auch durch künstliche Infektion nach POEHLMAN (1945). Die künstlichen Infektionen wurden mit Sporen von natürlich erkrankten Pflanzen der eigenen Versuchsflächen durchgeführt. Von beiden Infektionsstufen wurde eine genügend große Anzahl Ähren geerntet und zur Saat aufbereitet. Im Sommer 2004 wurde ergänzend eine Auswahl von 15 Wintergerste-Varietäten mit Flugbrandsporen dreier weiterer deutscher Anbauggebiete künstlich infiziert. Die Aussaat in Kleinparzellen (1,5 m²) erfolgte standortüblich gegen Ende September. Der Prozentsatz flugbrandkranker Pflanzen wurde nach dem Ährenschieben im Mai ermittelt.

Hartbrand: In dieser Untersuchung sollten die Ergebnisse der vorherigen Untersuchung (MÜLLER & SPIEB 2003) verifiziert werden. In jener Untersuchung wurden 91 zugelassene Handelssorten getestet. Für diese Untersuchung wurden alle verfügbaren zugelassenen Sorten aufgenommen. Das Sortenspektrum umfasste in dieser Untersuchung 85 Sorten. In beiden Untersuchungen wurden insgesamt 110 Wintergerste-Varietäten getestet. In der vorherigen Untersuchung erfolgte die Kontamination des Saatgutes mit dem auf Versuchsflächen der 'Getreidezüchtung Darzau' (D-29490 Neu Darchau) vorkommenden Sporenstamm, in dieser Untersuchung mit Sporen aus erkrankten Ähren der eigenen Versuchsflächen (D-61118 Bad Vilbel). Die Aussaat in Kleinparzellen (8 m²) erfolgte standortüblich gegen Ende September. Der Prozentsatz hartbrandkranker Pflanzen wurde kurz vor der Ernte im Juni ermittelt.

Sortenversuche: Es wurden zwei Serien Sortenversuche durchgeführt (2004-05, 2005-06). Das Sortenspektrum umfasste jeweils acht Handelssorten. Als Vergleichsmaßstab wurden für die mehr- und zweizeiligen Wintergersten jeweils die drei Verrechnungssorten des Bundessortenamtes mit angebaut. Die Testsorten wurden anhand ihrer Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand ausgewählt. Eine Auflistung der Sorten findet sich in Tab. 3. Der Anbau erfolgte in beiden Vegetationsperioden auf dem Dottenfelderhof und auf jeweils sechs externen Versuchsflächen. Die Aussaat, die Versuchspflege, die Bonituren und die Ertragsermittlung erfolgten durch die jeweiligen Versuchsansteller. Saatgut von Proben aller Standorte wurde vom Landesbetrieb Hessisches Landeslabor mittels NIRS (Nahinfrarotspektroskopie) auf wertgebende Inhaltsstoffe untersucht (Rohfaser, Fett, Stärke, Zucker, Rohprotein, Lysin, Cystin/Methionin, Threonin und Tryptophan). Zur Beurteilung der Genauigkeit der NIRS-Analysen wurden vergleichend die Proben vom Dottenfelderhof auch referenzanalytisch untersucht. Eine Beurteilung der Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern durch Beschattung erfolgte über die Messung von Halmlängen und Fahnenblattflächen, welche mit den Blattflächen älterer Blattetagen korrelieren. Die Fahnenblattflächen wurden computergestützt vermessen. Diese Untersuchung fand nur auf dem Dottenfelderhof statt.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im konventionellen Landbau konnte mit der Einführung chemisch-synthetischer Beizverfahren in den siebziger Jahren die Pflanzenanfälligkeit der Wintergerste gegenüber samenbürtigen Krankheiten von den Pflanzenzüchtern vernachlässigt werden. Dem ökologischen Pflanzenbau stehen demgegenüber derzeit (noch) keine ausreichend wirksamen oder aber arbeitstechnisch effizienten, richtlinienkonformen Methoden der Saatgutbehandlung zur Verfügung, um hier zuverlässig entgegenzuwirken. Bei der Wintergerste gilt dies insbesondere für den Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda*) und den Gerstenhartbrand (*U. hordei*). Schon drei brandkranke Ähren pro 150 m² in der Basissaatguterzeugung und fünf in der Vermehrung von zertifiziertem Saatgut erster und zweiter Generation führen zur Aberkennung eines Bestandes (RUTZ 1998). Hierbei werden Flug- und Hartbrand getrennt erfasst. Feldbestände, aus denen flugbrandkranke Pflanzen entfernt worden sind, werden ebenfalls nicht anerkannt. Feldbestände werden gleichfalls nicht anerkannt, wenn zum Zeitpunkt der Infektionsmöglichkeit im Umkreis von 50 m Bestände der gleichen Fruchtart mit mehr als 15 gleichzeitig stäubenden Flugbrandpflanzen je 150 m² vorkommen. Eine Aberkennung von Vermehrungsbeständen bedeutet beträchtliche finanzielle Einbußen. Insgesamt betrachtet ist somit eine Beachtung der samenbürtigen Krankheiten und eine Einbeziehung der Resistenz in die züchterische Arbeit nicht nur wünschenswert, sondern für die Bedingungen des Ökologischen Landbaus notwendig.

Anmerkung zur Darstellung des wissenschaftlichen Standes

Die Darstellung des wissenschaftlichen Standes beim Flug- und Hartbrand stammt inhaltlich aus dem Abschlußbericht des Projektes BLE 02OE129 (MÜLLER & SPIEB 2003), dessen Ergebnisse in diesen Bericht mit aufgenommen sind. Ergänzende Literatur integriert sich in den Diskussionsteil.

1.2.1 Stand des Wissens beim Flugbrand

Symptome

Flugbrand (*Ustilago nuda*) breitet sich ähnlich der Streifenkrankheit (*Drechslera graminea*) aus, nur dass beim Flugbrand die Infektion von den Sporenlagern ausgeht, die sich anstelle der Samen bilden (Abb. 1a). Nach der Keimung dringt die Infektionshyph in den Griffelkanal ein und nimmt den Weg des Pollenschlauchs. Die Hyphen wachsen direkt auf die Mikropyle zu. Wenn die Befruchtung bereits stattgefunden hat und die Umwandlung der Samenanlage zum Samen bereits im Gange ist - insbesondere die Samenschale bereits ausgebildet ist - können die Pilzhypen sie nicht mehr durchdringen. Sind die Pilzhypen aber zuvor eingedrungen, wachsen sie zwischen den Saugzellen des Scutellums hindurch in den Embryo hinein und bilden dort dickwandige Dauerhyphen (nach LANG, zit. n. OERTEL 1955, Abb. 1 c). Daneben ist es auch möglich, dass Sporen auf dem Blütengrund direkt durch die Epidermis des basalen Teils des Fruchtknotens hindurchwachsen, wodurch eine starke Schädigung des Embryos stattfindet. Keimt das infizierte Korn, dann wächst das Pilzmycel im Pericarp hauptsächlich intrazellulär, im Endosperm interzellulär, dringt auch in die Aleuronschicht ein und besiedelt zuletzt das Scutellum. Von dort wächst das Mycel interzellulär un-

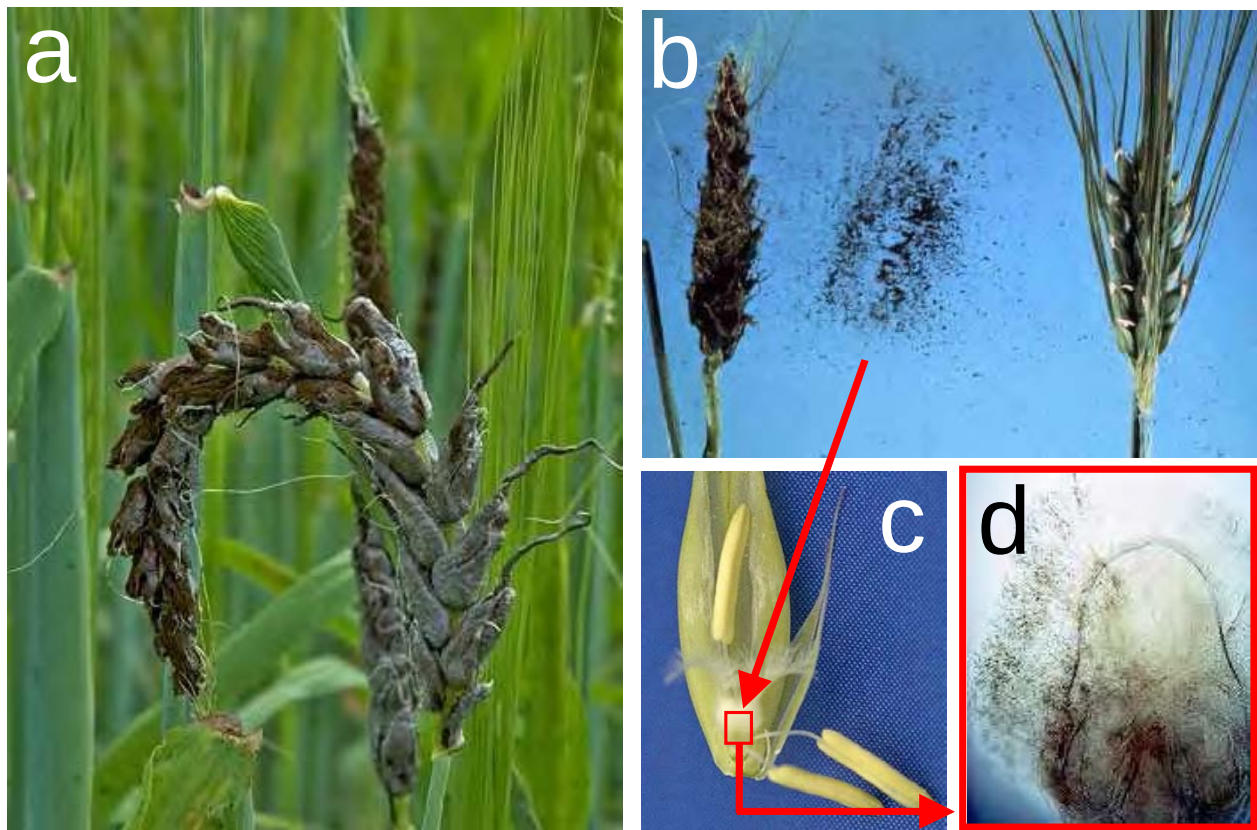


Abb. 1: **a)** Sporenmasse an flugbrandkranker Wintergerste (Foto: Lorenz) **b)** natürlicher Infektionsvorgang durch Sporenverwehung (Foto: Internet); **c)** Blüte im für eine Infektion empfänglichen Entwicklungsstadium (Foto: Lorenz); **d)** mit Hyphen durchsetzter Keimling (Foto: Internet)

mittelbar hinter dem Vegetationspunkt her, in die Halme, die Blätter und die Ährenanlage, und wird mit der Internodienstreckung aufwärts getragen (BATTIS 1955). Normalerweise geht der Pilz erst in der Wirtspflanze in den Ährenanlagen zur Sporenbildung über.

Infektionsbedingungen

Nach TSCHERMAK (zit. n. OERTEL 1955) blüht die Gerste bei feucht-warmer Atmosphäre und trockenem Boden noch vor dem Ährenschieben geschlossen ab, wodurch eine Infektion unmöglich gemacht wird. Kühles Wetter dagegen verlängert die Blütezeit und erhöht insofern die Infektionsmöglichkeit. Die optimalen Keimtemperaturen für die Flugbrandsporen in der gesunden Blüte, in die sie gelangt sind, liegen bei 18-20 °C und einer relativen Luftfeuchte von 96-98 % vor (LORIA et al. 1982). In Regionen mit geringer Luftfeuchtigkeit wird Flugbrand deshalb auch selten gefunden (TAPKE 1929, 1931, 1948). Bei Temperaturen unter 12 °C finden nahezu keine Infektionen mehr statt (OBST 1993). Nach OORT (1944, zit. n. OERTEL 1955) verringern niedrige Temperaturen den Befall, da nur bei genügend hohen Temperaturen der Pilz schnell genug in den Embryo vordringen kann. Keimt das Getreidekorn bei nahe 0 °C dann wächst das Pilzmycel nicht mit. Findet die Keimung der Gerste bei höheren Temperaturen statt, so dass das Pilzmycel sofort zum Vegetationspunkt gelangen kann, dann können darauf folgende tiefe Temperaturen den Befall nicht mehr ver-

mindern (GASSNER 1944, zit. n. OERTEL 1955). Hohe Temperaturen um 23°C begünstigen die Brandährenentwicklung (DEAN 1969). Verschiedene Bodenarten und Stickstoffdüngung haben kaum einen Einfluss auf den Flugbrandbefall (TIEMANN 1925). Beim Flugbrand handelt es sich also um eine wärme- und feuchtigkeitsbezogene Gerstenkrankheit.

Resistenztypen

Bezüglich des Befalls mit Flugbrand sind bisher folgende verschiedene 'Resistenztypen' zu erwarten.

1. Cleistogamic-Typ: Die scheinbare Resistenz (nach PEDERSEN 1960: Pseudo-Resistenz) geht mit einem geschlossenen Abblühen (Kleistogamie) einher, wodurch die Sporen nicht an den sich bildenden Samen gelangen können. Bei kleistogamen Varietäten sind die Schwellkörperchen (Lodiculae) ganz häutig und dadurch funktionslos (FRÖIER et al. 1959). Daneben kann bei feucht-warmer Witterung und trockenem Boden die Blüte bereits in der Blattscheide des Fahnenblattes stattfinden, wodurch die Infektion ebenfalls unterbunden wird. WICKE (1986) stufte die Sorte NUDINKA als kleistogam ein.

2. Embryo-Resistenz-Typ: Bei der Embryoresistenz kann der Embryo nicht befallen werden (z.B. Un8-Resistenz). Für die Embryoresistenz wird die Geschwindigkeit der Cuticula-Bildung auf den Integumenten als Ursache diskutiert (BATTIS 1955). Nach künstlicher Infektion ist kein Embryobefall festzustellen.

3. Hypersense-Typ: Eine besondere Resistenzform ist die Überempfindlichkeitsreaktion, die sich durch das Absterben embryonalen Gewebes äußert. Bei starker Infektion erscheinen solche Sorten als hochresistent, da die befallenen Körner absterben. Bei schwacher Infektion sind sie allerdings hochanfällig und weisen manchmal sogar Blätter mit Flugbrandsporenlagern auf. Diese Überempfindlichkeitsreaktion soll bei japanischen Herkünften häufiger sein und bei diesen zum Absterben der Pflanzen im jungen Entwicklungsstadium oder zu Kümmerwuchs führen (NIEMANN 1961).

4. Escape-Typ: Bei der Ausbreitungsresistenz bzw. dem Entwachsen wird zwar der Embryo befallen, der Vegetationspunkt aber nicht erreicht (z.B. Un3/6-Resistenz). Bei Sorten mit Ausbreitungsresistenz wird eine Hemmung der Mycelausbreitung vom Scutellum in den Vegetationspunkt schon während der Keimlingsentwicklung beobachtet. Dieser Resistenztyp kann durch Nachweis des Erregers im Embryogewebe klassifiziert werden. Es handelt sich bei der Ausbreitungsresistenz also um eine Embryoanfälligkeit mit Altersresistenz (METCALFE 1966). Diese Resistenz ist vielfach nachgewiesen worden in der Sorte JET und wird von WICKE (1986) angegeben für die Sorten CONQUEST, FRANCETTE, IRANIA, LUNA, EMIR, MIREMA (von EMIR), RAMONA (von EMIR), TINTERN (von EMIR), UTA und EXCELLE. Das eigentliche Krankheitsphänomen tritt also üblicherweise erst mit dem Ährenschieben in Erscheinung.

Nach der Spezialisierung auf Winter- oder Sommergerste unterschied man noch 1955 nur zwei pathogenitätsverschiedene Rassen, wobei Wintergerstenflugbrand auf Sommergerste eine geringere Virulenz zeigte (OERTEL 1955). NIEMANN (1960) konnte dann mit 11 amerikanischen Differentialsorten eine Unterteilung in 16 Rassen vornehmen. Bei den Untersuchungen von NIEMANN (1961) blieben die Sorten JET (CIHO 967), BLAUE NACKTE, KITCHIN (CIHO 1296), ABYSSINIAN (CIHO668),

CIHO5798 und CIHO3210-5 in allen fünf Prüffahren befallsfrei. Träger bisher bekannter Resistenzgene sind TREBI (Un1), MO.B-475 (Un2), JET (Un3-dominant, und Un6-dominant), DORSETT (Un4), KEYSTONE (Un6), ANOIDIUM (Un7) und MILTON (Un8-dominant) (METCALFE 1969). Bereits SHANDS und SCHALLER (1946) fanden viele Resistente, die aus Äthiopien stammten. Die Un3- und Un6-Resistenz beispielsweise stammen von Mustern aus Äthiopien (THOMAS und METCALFE 1984). Bei den ersten Untersuchungen an Wintergerste (POEHLMAN 1947) erwiesen sich insbesondere Kapuzengersten als resistent. In den siebziger Jahren wurde von NOVER et al. (1976) das Verhalten des Gaterslebener Gerstensortimentes gegenüber Flugbrand untersucht und eine Vielzahl von Resistenzquellen ausgewiesen. Sie bezeichneten diejenigen Proben als resistent, die bei der Blüteninfektion nach POEHLMAN (1945) weniger als 10 % Befall aufwiesen.

NOVER & LEHMANN (1972) vermuteten, dass die Flugbrandresistenz der Sorte BARBICAN (HOR 264) auf einer Übersensibilität beruht, da sich aus den infizierten Saatgutproben ein schwacher Pflanzenbestand entwickelte. Von JET soll die zuverlässigste Resistenz gegenüber Flugbrand stammen (STEFANOV et al. 1983). JET, KEYSTONE und BIFARB sollen über die Resistenz-Eigenschaften Un3 und Un6 verfügen (BUIVIDS 1987). Bei THERRIEN et al. (1994) war die mehrzeilige äthiopische Sommergerste CIHO 9973 gegenüber einer Vielzahl von Flugbrand-Isolaten Nordamerikas resistent und sie soll über das Run1-Gen für die Un3-Resistenz und eine weitere Resistenz von bis dato noch unbekanntem genetischen Hintergrund verfügen. Run1 (=Un3) soll eng gekoppelt sein an die Eigenschaften 'waxy' und 'naked'. Die Un6-Resistenz von KEYSTONE hat einen dominanten Erbgang (LUKYANOVA und TISHKOV 1985). Bei umfangreichen Untersuchungen von CHOCHLOVA (1985) konnte festgestellt werden, dass die meisten flugbrandresistenten Gersten, sowie auch die russischen Sorten KRISTALL 71, ZERNOGRADSKII 86 und BELOGORSKII, über die Resistenzen Un3 und Un6 verfügen. Die resistente, ukrainische Sorte PERVONEZ (VIR 26337) soll über die Un8-Resistenz verfügen (CHOCHLOVA 1985). Auch die Sommergerste KRASNOYARSKII 80 soll über eine ausgeprägte Resistenz gegenüber Flugbrand verfügen (SURIN & LYAKHOVA 1987). Die Resistenzen Un6 und insbesondere Un8 wurden in Russland als am brauchbarsten beurteilt (KOBLYANSKII et al. 1983).

Die Un8-Resistenz soll von einem Muster stammen, dass in Azerbaijan gesammelt wurde (METCALFE 1966). Diese Resistenz (Un8) führt bei Infektion zu Zellnekrosis am Embryo, begleitet von sekundärer Zellwandverdickung (GABOR & THOMAS 1987). Diese Flugbrand-Resistenz soll mit der Sorte MILTON weiter übertragen worden sein (THOMAS & METCALFE 1984).

Flugbrand-Anfälligkeit

Über die Flugbrandanfälligkeit im deutschen Wintergerstensortiment war vor dem Projekt BLE 02OE129* (MÜLLER & SPIEB 2003) mit Ausnahme eigener Vorarbeiten (KLAUSE u. SPIEB 2003) nichts bekannt. Die letzte Untersuchung zum Thema Sortenunterschiede hinsichtlich des Gerstenflugbrands wurde von WICKE in seiner Dissertation im Jahr 1986 vorgenommen, aber alle aktuell erhältlichen Sorten wurden erst nach 1986 zugelassen! Da die Saatgutbeizung zum Standard der deutschen Gerstenzüchtung gehört, sind Resistenzen gegenüber Flugbrand im Sortiment zufällig, aber kaum züchterisch gewollt, zu erwarten.

Die Flugbrandresistenz wurde im osteuropäischen Raum, in Russland und Kanada in den vergangenen Jahrzehnten züchterisch besonders beachtet. Nach TERENCEVA et al. (2000) ist Gerstenflugbrand auch heute noch eine der bedeutendsten und verbreitetsten Krankheiten in Russland. In der Region Pushkin (St. Petersburg) sind den Autoren zufolge die Resistenztypen Un 3/6, 8, 12 und 15 wirksam. Eine in den 60er Jahren aus äthiopischen Herkünften in kanadische Zuchtsorten integrierte Ausbreitungsresistenz gegenüber Flugbrand (Un3/6, Embryo wird befallen, Vegetationspunkt aber nicht erreicht) ist in Kanada bereits nicht mehr wirksam. In Manitoba und Saskatchewan waren von Feldern mit Gerste 51 % (im Jahr 1992) bis 82 % (im Jahr 1995) mit Flugbrand befallen, wobei der Ertragsverlust entsprechend dem Anteil flugbrandkranker Pflanzen allerdings nur von 0,2-0,8 % reichte. Unter den Gesichtspunkten der Saatgutankennung für ökologischen Anbau in Deutschland würden diese Flächen aber restlos aberkannt, da auf 150 m² nicht mehr als fünf flugbrandkranke Pflanzen zu finden sein dürfen, was einem Befall von unter 0,01 % entspricht. Gersten mit der Un8-Resistenz (Embryo wird nicht befallen) waren in Kanada allerdings ohne Flugbrandbefall (THOMAS & MENZIES 1997). Bei Untersuchungen über die Verbreitung samenbürtiger Krankheiten in England und Schottland stellten COCKERELL & RENNIE (1996) fest, dass 25 % der Gerstenproben aus innerbetrieblichem Saatgutnachbau einen Flugbrandbefall von über 0,5 % aufwiesen, wobei Wintergersten stärker betroffen waren als Sommergersten.

1.2.2 Stand des Wissens beim Hartbrand

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 20 m² 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).

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 (Abb. 2a). 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 (10-20 cm), wodurch sie bei nur geringem Befall zwischen den gesunden Gerstenähren kaum zu erkennen sind. Die einzelne Ähre ist nicht immer vollständig befall-

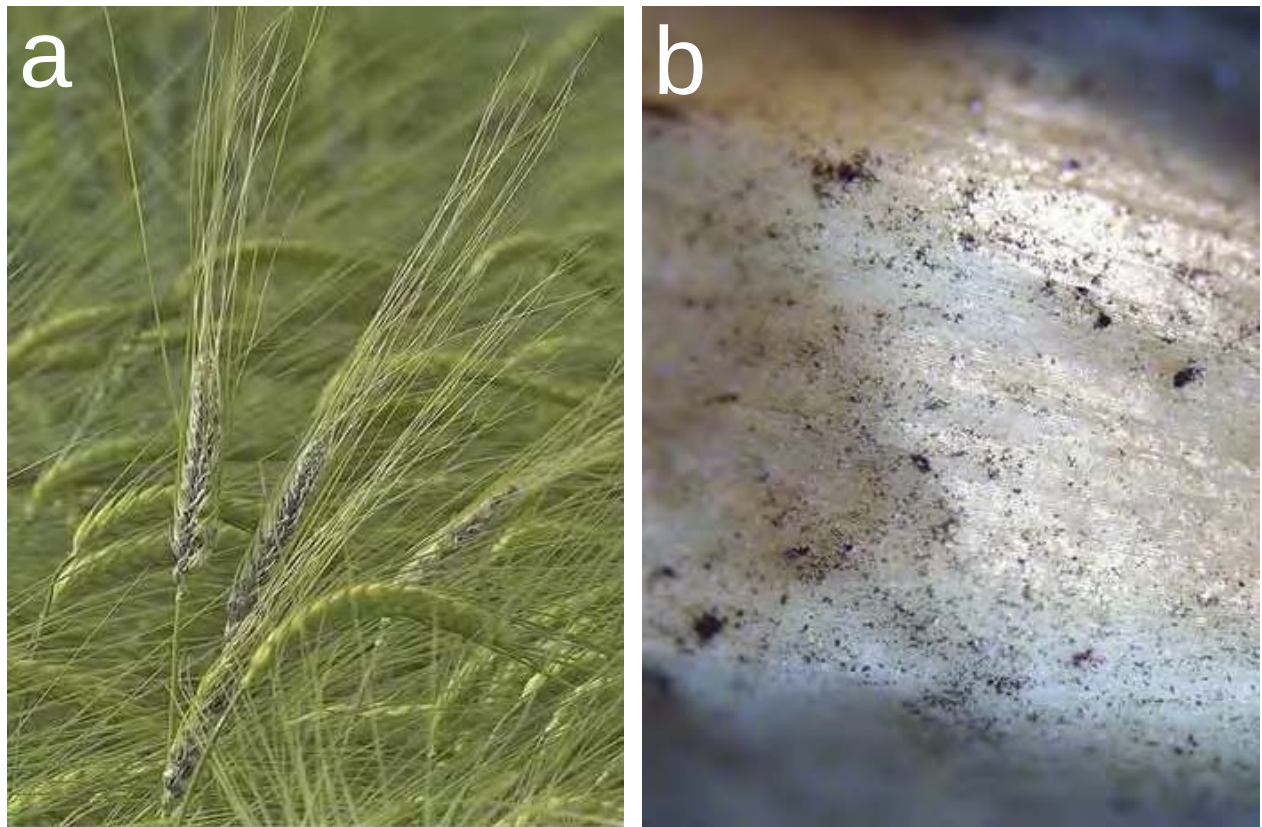


Abb. 2: a) hartbranderkrankte Wintergerste (Foto: Lorenz); b) Hartbrandsporen auf der Karyopse nach künstlicher Kontamination entsprechend 1 g Sporen pro kg Saatgut (Foto: Lorenz)

len. 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 & SCHMÜTTERER 1999).

Ausbreitung

Die Ausbreitung des Hartbrandes erfolgt erst zum Drusch mit dem Zerschlagen der Brandsporenlager. Auf diese Weise gelangen die Dauersporen auf die gesunden Körner (Abb. 2 b) 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.

Infektionsbedingungen

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 als auch bei 30°C trat ein Infektionsminimum auf. Bei wechselnder Temperatur von 10° auf 25° und wieder zurück auf 15°C über 48 Stunden während der Keimung der Karyopsen 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 betrugen 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.

Inokulation

LERCH (2003) untersuchte an zwei Sommergersten den Einfluss der Sporenkonzentration auf die Befallshöhe. Bereits mit 0,5 g Sporen pro kg Saatgut wurde das Maximum der Befallshöhe erreicht. Bei einem Ertragsniveau von 20 dt/ha würde theoretisch eine Hartbrandähre pro 10 m² Anbaufläche ausreichen, um das Erntegut komplett zu durchseuchen. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass mit 1 g Sporen pro kg Saatgut die nötige Sporenkonzentration erreicht wird, um Sortenunterschiede auf höchstem Befallsniveau feststellen zu können.

Saatgutbehandlung

In den zuvor genannten Versuchen von LERCH (2003) waren auch Varianten von Saatgutbehandlungen mit dem im Ökologischen Landbau zugelassenen Mittel Tillecur® integriert, da die Ausbreitung des Hartbrandes der Gerste weitgehende Übereinstimmungen zum Stinkbrand des Weizens zeigt, gegen den das Mittel eingesetzt wird. Dabei konnte eine Befallsreduktion von über 90 % bei der spelzenfrei dreschenden Sorte TAIGA und von über 70 % bei der bespelzten Sorte KORONA 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. Aktuelle Untersuchungen haben gezeigt, dass mit dem Pflanzenstärkungsmittel LEBERMOOSER sowie Ethanol hohe Wirkungsgrade von 80 - 92 % erreicht werden können (SPIEB et al. 2007).

Sortenunterschiede

TAPKE (1945) unterschied anhand von acht Sommergersten insgesamt 13 Hartbrandrassen (s. Tab. 1). In Ägypten differenzierte GHOBRIAL (1977) mit dem gleichen Sommergerstensortiment 20 physiologische Rassen. Das Muster CI 1312 war gegen alle Rassen resistent. Weitere Rassen wurden

in Bulgarien und der UdSSR bestimmt. Aus Europa sind keine Rassendifferenzierungen in der Literatur aufgeführt.

Tab. 1: Differentialsortiment von Sommergersten nach TAPKE (1945), um Rassen von *Ustilago hordei* zu differenzieren (C.I. = Cereal Investigation Number).

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. 2: Resistenzgene nach WELLS (1958)

Sorte	Resistenzgene
OAC 21	Uh
Titan	Uh
Ogalitsu	Uh + uh3
Anoidium	Uh + Uh2
Jet	Uh4

Aus Spaltungsverhältnissen an Nachkommenschaften schlossen SHIRIVASTAVA & 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 mit 0,1 %, MANITOU 0,2 %, REBELLE 0,2 %, EXPRESS 1,2 % und NARCIS mit 4,2 % einen durchschnittlichen Befall (WINTER et al. 1995).

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

Bei Untersuchungen zur Hartbrandanfälligkeit von Sommergersten in der Getreidezüchtungsfor-schung Darzau, die vom Land Niedersachsen gefördert wurden, waren von 60 geprüften Sorten im Jahr 2003 immerhin 15 Sorten ohne einen Befall (s. Tab. 10). Bei vier weiteren Sorten war die Anfälligkeit nur anhand einer hartbrandkranken Ähre auszumachen. Die vier anfälligsten Sorten erreichten einen Befallsgrad, bei dem mit erheblichen Ertragseinbußen gerechnet werden muss.

1.2.3 Stand der Erkenntnisse bei Sortenversuchen

Bislang werden zwar vom Bundessortenamt und von den landwirtschaftlichen Landesanstalten der Bundesländer vergleichende Sortenversuche angelegt, jedoch wird bei der Sortenauswahl die Widerstandsfähigkeit gegenüber Flug- und Hartbrand nicht berücksichtigt. Lediglich Sorteneigenschaften wie Winterfestigkeit, Reife, Pflanzenlänge, Halm- und Ährenknicken sowie Krankheitsanfälligkeit der Gersten können der beschreibenden Sortenliste bzw. den Landessortenversuchen entnommen werden. Da sich die Führung der Bestände an der Anbaupraxis der 'konventionellen' Landwirtschaft orientiert, lassen die Versuche nur bedingt Rückschlüsse auf die Sortenleistungen unter den spezifischen Anbaubedingungen des Ökologischen Landbaus zu.

Seit einigen Jahren werden nunmehr auch für die Wintergerste Sortenversuche unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus angelegt und ausgewertet. Hierbei sollten weitere ökoanbaurelevante Eigenschaften, wie sie auf dem zweiten Workshop für 'Sortenwertprüfung für den Öko-Landbau' am 14./15. Mai 2003 beim BSA diskutiert wurden, erhoben werden. Dabei handelt es sich vor allem um die Unkrautkonkurrenz resp. Beschattung, die Frohwüchsigkeit in der Vorwinterentwicklung, die Frühjahrsentwicklung und die Stickstoffeffizienz. Bislang wurden auch in diesen Versuchen die Resistenzeigenschaften gegenüber Flug- und Hartbrand bei der Sortenauswahl nicht berücksichtigt.

Unkrautkonkurrenz/Unkrautbeschattung

Zur raschen Unterdrückung des Unkrautes muss die Gerste vor Winter kräftig entwickelt sein und eine gute Bodenbedeckung aufweisen. Die Unkrautkonkurrenz der Gerste ist jedoch durch die niedrige Wuchshöhe der modernen Sorten mangelhaft. Daher ist es besonders wichtig, dass durch eine hohe Bestandesdichte und durch eine möglichst große Blattfläche eine hohe Bodenbedeckung erreicht wird. Nach MÜLLER (1998) erlaubt die hohe Kongruenz der Fahnenblätter mit den zuvor angelegten Blättern eine Beurteilung des Beschattungspotentials über eine Vermessung der Fahnenblätter. Bei den im ökologischen Anbau vorherrschenden geringeren Bestandesdichten machte sich die Breite der Blätter im Hinblick auf die Beschattung stärker bemerkbar, auf den etwas intensiveren ökologischen Standorten aber die Blattlänge.

Stickstoffeffizienz

Seit August 2005 schreibt die EG-Öko-Verordnung eine vollständige Verwendung von ökologisch erzeugtem Futter vor, wodurch die Bedeutung der Erzeugung von eiweißreichem hofeigenem Futter, wozu insbesondere auch die Wintergerste zählt, einen neuen Stellenwert erhält. Das Potenzial einer Sorte, einen möglichst hohen Proteinertag zu erzielen, wird daher bei der Sortenwahl im Öko-Landbau eine entscheidende Rolle spielen. Das gilt umso mehr, als der Stickstoff der größte begren-zende Faktor im Ökologischen Landbau ist, der ausschließlich über die organische Düngung und

den Leguminosenanbau zur Verfügung steht. Der Rohproteinertrag ist eine geeignete Messgröße für das Stickstoffaneignungsvermögen einer Sorte, welcher mit der Durchwurzelungsintensität und der Effektivität der Nährstoffumlagerung vom vegetativen ins generative Pflanzenorgan in Zusammenhang steht.

Aminosäurezusammensetzung

Bei der Verwendung von Wintergerste in der Schweinefütterung ist bezüglich des Eiweißes die limitierende Aminosäure Lysin. Deshalb ist ein möglichst hoher Lysingehalt anzustreben (JØRGENSEN et al. 1997). Bei der Hühnerfütterung stellt der Gehalt an Methionin den begrenzenden Faktor dar (ANDERSSON 2003a). Der Bedarf an einigen anderen essentiellen Aminosäuren ist daneben nicht zu vernachlässigen. Da mit steigendem Rohproteingehalt der relative Anteil an Methionin und Cystin sinkt - bedingt gilt dies auch für Lysin -, stellt sich zum anderen die Frage, ob sich bei niedrigem Rohproteingehalt bei insgesamt hohem Ertrag das Verhältnis der essentiellen Aminosäuren zueinander und im Verhältnis zum Rohproteintrag verändert (ZOLLITSCH 2000).

2. Material und Methoden

2.1 Flugbrand (*Ustilago nuda*)

In die Evaluierung auf ihre Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand wurden neben den aktuell im Handel verfügbaren Wintergerstensorten auch nicht mehr zugelassene Sorten und Genbankmuster aus der Genbank in Gatersleben mit einbezogen. Der Anbau der zu testenden Wintergersten erfolgte per Reihensaat (6 Reihen) in Kleinparzellen (2 Wdh., je 1,5 m²). Zur Gewinnung der benötigten Flugbrandsporen für künstliche Infektionen waren in die Versuchsanlage Infektionsparzellen mit der für Flugbrand anfälligen Wintergerste IGRI integriert. Die Inokulation der Testsorten mit Flugbrandsporen erfolgte nach der Methode von POEHLMAN (1945). Hierbei wird individuell für jede Sorte zur Zeit der Getreideblüte mit einer Spritze eine Wasser-Sporen-Suspension direkt in die Blüten gespritzt (Abb. 3 a). Dies gewährleistet potentiell eine Infektion auch der bei geschlossenen Deckspelzen abblühenden (kleistogamen) Sorten, bei denen der Pollen im natürlichen Infektionsvorgang per Wind nicht den Infektionsort im Blüten im empfindlichen Stadium erreichen könnte. So lässt sich eine nur morphologisch bedingte Widerstandsfähigkeit gegen Flugbrand von genetisch determinierten Resistenzmechanismen trennen. Der günstigste Zeitpunkt für eine Infektion ist erreicht, wenn die Pollen eine gelbe oder gelbgrüne Farbe haben (SHCHELKO 1975). Dies wurde individuell für jede Wintergerste fortlaufend kontrolliert (Abb. 3 b).

Das Ansetzen der Wasser-Sporen-Suspension erfolgte im Feld durch Schüttlung von flugbrandkranken Ähren der Wintergerste IGRI in einem mit Wasser gefüllten Gefäß und Abseihen der Wasser-Sporen-Suspension durch ein feinmaschiges Gewebe. Die Einstellung der Konzentration der Wasser-Sporen-Suspension erfolgte visuell, bis diese dunkelbraun gefärbt war (Auswaschen einer erkrankten Ähre mit 100 ml Wasser). Dies erleichterte auch die Kontrolle, welche Blüten bereits infiziert wurden. Es ergaben sich in dieser Untersuchung keine Hinweise darauf, dass damit eine Überdosierung der Sporensuspension erreicht wurde. Bei den zweizeiligen Gersten wurden alle Blüten von acht Ähren infiziert, bei den mehrzeiligen sechs. Die infizierten Ähren wurden mar-

kiert und bis zur Ernte durch Überstülpen von Pergamin-Tüten geschützt. Um einem Umknicken der Halme vorzubeugen, wurden die Tüten an Tonking-Stäben fixiert (Abb. 3 c). Die Ernte der reifen behandelten Ähren erfolgte per Hand. Im Herbst wurden die Körner der inokulierten Pflanzen (Reihe 1) zur Auswertung im Folgejahr getrennt von den unbehandelten Karyopsen (Reihe 2-6) ausgesät. Die Auswertung des Befallsgrades im Folgejahr wurde durch Auszählung der gesunden und erkrankten Ähren erfasst, was genauer differenziertere Ergebnisse ergibt, als die Auszählung gesunder und erkrankter Pflanzen (SHCHELKO 1975).



Abb. 3: a) Injektion einer Suspension aus Wasser und Flugbrand-Sporen (*Ustilago nuda*) nach POEHLMAN (1945); b) optimales Stadium der Blütchen für eine Infektion; c) mit Pergamin-Tüte geschützte infizierte Ähre (Fotos: Lorenz)

In 2003-04 wurden 62 Wintergerste-Varietäten ausgewertet, 128 in 2004-05 und 77 in 2005-06. Insgesamt wurden in beiden Projekten 297 Wintergerste-Handelssorten bzw. Genbankmuster überprüft. Eine Auflistung aller getesteten Wintergerste-Varietäten findet sich im Anhang (Tab. A1, a-d).

Um die Virulenz des Bad Vilbeler Flugbrandstammes, insbesondere aber auch den Resistenzgrad der widerstandsfähigsten Wintergerste-Varietäten zu beurteilen, wurden im Untersuchungsjahr 2004 zur Getreideblüte 15 Wintergerste-Varietäten parallel zum Bad Vilbeler Flugbrandstamm mit Flugbrandsporen dreier weiterer Herkünfte ebenfalls nach der Methode von POEHLMAN (1945) infiziert (vgl. Abb. 4).

2.2. Hartbrand (*Ustilago hordei*)

Die Evaluierung der Resistenzeigenschaften gegenüber Hartbrand beschränkte sich auf zugelassene Handelssorten. Zur Kontamination des Saatgutes mit Hartbrandsporen wurden jeweils im Untersuchungsjahr im Zuchtgarten des Dottenfelderhofes mit Hartbrand befallene Ähren gesammelt und bis zur Vorbereitung der Aussaat im Herbst trocken und dunkel gelagert. Zur Behandlung des Saatgutes wurden die Sporen in einem Mörser vom Pflanzengewebe getrennt und abgeseibt (Abb. 5 a, b).

- 1) D-29490 Neu Darchau, Sporen (2003) aus Sommergerste (PASADENA)
- 2) D-39398 Hadmersleben, Sporen (2003) aus einer Nacktgerste (Sorte unbekannt)
- 3) D-52351 Düren, Sporen (2004) aus Wintergerste (MARINKA)
- 4) D-61118 Bad Vilbel, Sporen (2004) aus Wintergerste (IGRI)



Abb. 4: Geographische Herkunft und Art des Infektionsmaterials

Die Kontamination erfolgte nach LERCH (2003) entsprechend einem Gramm Sporen pro Kilogramm Saatgut durch trockene Schüttlung des Saatgutes zusammen mit den Sporen in einer aufgeblasenen Plastiktüte. Bei Kontrolle des kontaminierten Saatgutes durch das Binokular ließen sich die Sporen deutlich erkennen (Abb. 5 c).



Abb. 5: a) Gewinnung von Hartbrandsporen b) Absieben der Sporen; c) mit Hartbrandsporen (*Ustilago hordei*) kontaminierte Karyopse unter dem Binokular (Fotos: Lorenz)

Die Parzellengrößen betrugen in der ersten Untersuchung (BLE 02OE129) 2,25 m², in dieser Untersuchung 10 m² in 2004/05 und 12 m² in 2005/06 (in allen Jahren jeweils mit drei Wiederholungen).

Um die der in den Untersuchungen verwendeten Hartbrand-Inokulationsmethode evtl. zu verbessern, wurde die oben beschriebene 'trockene Inokulation' mit einer 'nassen Inokulation' verglichen. Diese erfolgte für die Aussaat in 2004 durch gründliches Schwenken des Saatgutes in einer Wasser-Sporen-Suspension (ein Gramm Sporen + 500 ml Wasser pro kg Saatgut; Testsorten: DUET, ASTRID und MADOU). Zur Aussaat 2005 wurde VERTICALE feucht mit 50 ml Wasser und gleicher Sporenmenge pro kg Saatgut behandelt.

In der ersten Untersuchung (BLE 02OE129) wurden 91 zugelassene Handelssorten getestet. In diese Untersuchung (Aussaat 2004) wurden hoch anfällig getestete Sorten nicht mehr mit aufgenommen und dafür neu zugelassene Sorten ergänzt. Das Sortenspektrum umfasste 85 Sorten. Insgesamt wurden 110 Varietäten getestet.

2.3 Sortenversuche

Im Sortenversuch wurden in beiden Untersuchungsjahren je acht Sorten an je sieben Standorten getestet. Sowohl für die mehrzeiligen als auch für die zweizeiligen Gersten wurden die aktuellen Verrechnungssorten des Bundessortenamtes als Vergleichssorten mit angebaut. Die Auswahl der Testsorten orientierte sich an den Ergebnissen der Flugbrandevaluierung. Zwar zeigten einige Handelssorten in der Evaluierung sehr gute Widerstandsfähigkeit gegen eine Infektion mit Flugbrand, waren zum Zeitpunkt der Versuchsanlage jedoch nicht mehr verfügbar. Deshalb musste auch auf Sorten mit weniger guten Ergebnissen in der Evaluierung ausgewichen werden.

Die Flächen aller Versuchsstandorte wurden entsprechend den Richtlinien des Ökologischen Landbaus bewirtschaftet. Die Anlage der Exaktversuche erfolgte bei betriebsüblicher Bewirtschaftung. Die Parzellengröße betrug $\pm 12 \text{ m}^2$ in drei Wiederholungen. Lediglich an den Standorten Holtorfsloh und Wiebrechtshausen wurde der Sortenversuch im ersten Untersuchungsjahr mit vier Wiederholungen angelegt. Abbildung 6 zeigt die Lage der ausgewählten Versuchsflächen. Eine Übersicht über die in beiden Versuchsjahren angebauten Wintergerste-Handelssorten und deren Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand gibt Tabelle 3.

Tab. 3: Vergleichssorten im Sortenversuch mit Angabe der (bei mehrjähriger Testung maximalen) Befallsgrade* durch Flugbrand (*Ustilago nuda*) nach der Evaluierung am Standort Dfh

*) Ermittlung des Prozentsatzes befallener Ähren im Folgejahr der Infektion; **künstl.:** nach künstlicher Infektion durch Injektion einer Wasser-Sporen-Suspension in die blühenden Ährchen; **nat.:** nach natürlicher Infektion durch Sporenverweh aus Infektionsparzellen (stark erhöhter Befallsdruck)

2004-05					2005-06			
Zeiligkeit	Status	Sorte	Flugbrand		Status	Sorte	Flugbrand	
			Maximalbefall künstl.	nat.			Maximalbefall künstl.	nat.
mehrzeilig	VS	Franziska	39,7	1,60	VS	Franziska	39,7	1,60
		Lomerit	62,6	0,30		Lomerit	62,6	0,30
		Merlot	76,8	34,6		Merlot	76,8	34,6
	TS	Arkona	37,7	1,1	VS Öko	Theresa	64,7	7,1
		Fee	71,0	1,1		Alissa	15,6	1,1
		Nikel	13,4	4,3		Laurena	0	0
zweizeilig	VS	Duet	0	0,4	VS	Duet	0	0,4
		Passion	50,0	7,6		Passion	50	7,6
		Verticale	85,1	>1-5		Verticale	85,1	>1-5
	TS	Astrid	0	0	VS Öko	Tafeno	70,4	1,3
		Cabrio	5,4	0,2		Astrid	0	0
		Carrero	0	0		Cabrio	>10	0,2
		Madou	21,4	0,3		Carrero	0	0
		Reni	25,2	1,9		Reni	25,2	1,9

Im Sortenversuch wurden - neben der Erfassung der Resistenzeigenschaften in der Evaluierung - weitere für den ökologischen Anbau wichtige Sorteneigenschaften erfasst. Neben den Erträgen wurde der Gehalt an Fett, Rohfaser, Stärke, Zucker und an für die Tierernährung besonders wichtigen Aminosäuren (Cystin/Methionin, Lysin, Threonin und Tryptophan) erfasst. Die Untersuchung der Inhaltsstoffe erfolgte mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS). Zur Überprüfung der Genauigkeit der NIRS-Ergebnisse wurden zum Vergleich (aus Kostengründen nur vom Dottenfelderhof) Ge-

treideproben mittels Referenzanalyse vergleichend nass-chemisch untersucht. Alle Analysen wurden vom Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (Kassel) durchgeführt.

- Hlf : D-21220 Seevetal Holtorfsloh (Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Hannover)
 Osn : D-49074 Osnabrück (Versuchsfläche der Fachhochschule Osnabrück)
 Wie : D-37154 Northeim, OT Wiebrechtshausen (Klostergut Wiebrechtshausen)
 Fhs : D-34393 Grebenstein, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (Versuchsbetrieb der Universität Kassel)
 Auw : D-50765 Köln, OT Auweiler (Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)
 Gbh : D-65606 Villmar (Staatsdomäne Gladbacherhof, Versuchsgut der Universität Gießen)
 Dfh : D-61118 Bad Vilbel (Zweigstelle IBDF und Landbauschule Dottenfelderhof)
 Rhs : D-76287 Karlsruhe-Rheinstetten (Versuchsfläche der Landesanstalt für Pflanzenbau)



Abb. 6: Übersichtliche Lage der Versuchsstandorte im Wintergerste-Sortenversuch.

Das zur Unterdrückung von Beikräutern erwünschte Beschattungspotential wurde an mehreren Standorten anhand von Messungen der Halmlängen, der Bestandesdichten und der Blattflächen (nur Dottenfelderhof) beurteilt. Zur Vermessung der Blattflächen wurden aus jeder Parzelle des Sortenversuches 30 Fahnenblätter entnommen. Im Labor wurden die Blätter auf DIN A4-Papier mit einem einkopierten Maßstab zur Kalibrierung bei den Messungen geklebt und fotografiert. Nach digitaler Optimierung der Fotos (Entfernung von Schatten, Kontrastverbesserung) erfolgte die eigentliche Vermessung computergestützt mittels der Software 'SigmaPlot' (Abb. 7 a-c).

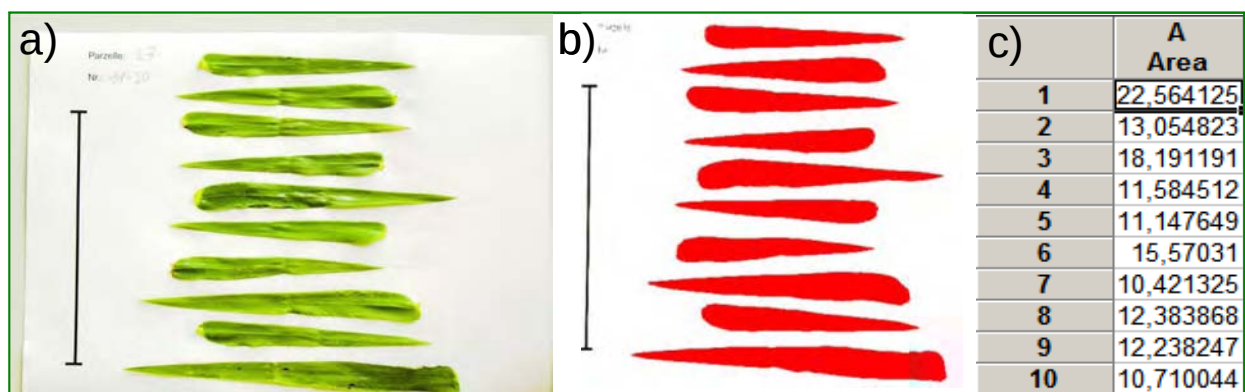


Abb. 7: Vermessung von Fahnenblättern: **a)** Fotografieren von auf Papier aufgeklebten Blättern (jedes Papier mit Maßstab, schwarzer Balken = 14,6 cm); **b)** Computergestützte am Balken kalibrierte Vermessung der Blätter über Hell-Dunkel-Kontrast mit 'SigmaPlot'; **c)** Ergebnisausgabe der Blattflächen.

3. Ergebnisse

3.1 Flugbrand

Anmerkungen zur Begrifflichkeit

In der Darstellung der Ergebnisse wird zwischen 'natürlicher' und 'künstlicher' Infektion unterschieden. Der Begriff '**natürliche Infektion**' bezieht sich auf den Infektionsmechanismus einer Pollenkontamination durch Wind oder andere Vektoren (z.B. Insekten oder Spritzwasser bei Regen). Gegenüber dem natürlichen Infektionsvorgang auf einem beliebigen Gerstenfeld wurde der Infektionsdruck in dieser Untersuchung durch den Anbau von 'Infektionsparzellen' mit einer stark befallenen und früh Flugbrandsporen stäubenden Wintergerste (IGRI) erhöht. Zudem wurde im empfindlichen Entwicklungsstadium der Gersten zur Blüte mit einer Rückenspritze mehrmalig eine Wasser-Flugbrandsporen-Suspension auf dem Versuchsfeld versprüht. Die '**künstliche Infektion**' meint eine Infektion unter Überwindung eventueller morphologischer Abwehrmechanismen der Pflanzen (z.B. Abblühen bei geschlossenem Ährchen = Kleistogamie) mittels Einspritzen einer Wasser-Sporen-Suspension direkt in die blühenden Ährchen zum entwicklungsphysiologisch optimalen Zeitpunkt (nach POEHLMAN 1945).

3.1.1 Evaluierung der Flugbrandresistenz von Handelssorten und Genbankmustern

3.1.1.1 2003 - 2004

Das über zwei Parzellen ($\approx 1,5 \text{ m}^2$) gemittelte Ergebnis der 62 ausgewerteten Varietäten in 2003/2004 ist in Tab. 4 dargestellt. Unter den mehrzeiligen Gersten zeigten sich lediglich zwei Genbankmuster (DM 70, Milton) als befallsfrei. Das Genbankmuster HJ 171 zeigte sich zwar unter künstlicher Infektion als nur schwach anfällig, unter natürlicher Infektion jedoch ebenfalls ohne Befall, was auf ein geschlossenes Abblühen der Ährchen deutet. Unter den zweizeiligen Gersten blieben zwei Genbankmuster (DM 12 und DM 86) und die seit Nov. 2004 in der Deutschland nicht mehr geschützte ASTRID (BSA 2004) gänzlich symptomfrei. Zwei Genbankmuster (DM 58, HOR 11832) zeigten unter natürlichen Infektionsbedingungen leichten Befall, nicht jedoch unter künstlicher Infektion.

3.1.1.2 2004 - 2005

Im Sommer 2004 wurden 112 Wintergerste-Varietäten nach alleiniger Infektion mit der Bad-Vilbeler Flugbrandrasse ausgewertet (weitere 17 Sorten siehe Kap. 3.1.2, S. 25). Insgesamt zeigten sich 14 Varietäten ohne Befall sowohl gegenüber dem starken künstlichen Infektionsdruck, als auch gegenüber dem schwächeren bei natürlicher Infektion durch den Bad Vilbeler Flugbrand (vgl. Tab. 5). Neben Genbankmustern war darunter lediglich eine aktuell zugelassene Handelssorte (NIKEL), die auch im Sortenversuch stand. NIKEL war schon in drei früheren Jahren getestet worden und zeigte sich in zwei Jahren nicht vollresistent, jedoch noch unter 5 % Befall. Drei weitere zugelassene Sorten (JESSICA, ANNICKA und TAFENO) bzw. eine lediglich geschützte Sorte (MARINKA) zeigten unter natürlicher Infektion keinen Befall. TAFENO war allerdings in einem Vorjahr mit 1,3 % und MARINKA in zwei Vorjahren mit 3,7 bzw. 11,4 % getestet worden, wiesen also keine beständige Befallsfreiheit unter natürlicher Infektion auf.

Tab. 4: Flugbrandbefall von Wintergersten (Handelssorten, Genbankmuster) nach künstlicher Infektion (k) sowie unter natürlichem Befall (n) am Standort Dottenfelderhof (Infektion 2003, Auswertung 2004; vom BSA zugelassene Sorte fett unterstrichen, Stand 4/2007)

mehrzeilige Gersten						zweizeilige Gersten					
Varietät	% Befall		Varietät	% Befall		Varietät	% Befall		Varietät	% Befall	
	k	n		k	n		k	n		k	n
DM 70	0	0	LUBECA	37,7	4,1	ASTRID	0	0	<u>PASSION</u>	50,0	7,6
HOR 4908 = Milton	0	0	<u>FRANZISKA</u>	39,7	1,6	DM 12	0	0	KYOTO	52,5	1,8
DM 35	0,3	0,1	<u>ANASTASIA</u>	40,2	5,4	DM 86	0	0	ARTIST	56,0	5,0
HJ 171	0,9	0	LODEN	41,6	0,7	DM 58	0	0,3	<u>JASMIN</u>	56,3	2,0
NS 96515/26	1,3	0,1	HOR 1044 = Merkez 69	44,4	2,5	HOR 11832	0	0,1	MARINKA	60,6	3,7
GRETE	5,3	0,9	MADELINE	45,6	1,4	BB 42 (GESINE)	7,7	3,4	MONTANA	69,5	4,6
HOR 12399	11,2	1,4	BAYAVA	48,1	1,6	<u>CARAT</u>	27,4	0,6	GERVAL	72,2	11,0
NIKEL	13,4	4,3	VERENA	53,0	2,6	ADLON	30,5	1,1	EXISTENZ	72,5	0,7
HOR 723 = Vitina	15,3	2,8	PREMUDA	54,2	1,3	AQUARELLE	32,5	0,7	LUNARIS	78,1	2,9
MELLORI	19,9	0,2	SIGRA	56,2	8,6	KRETA	34,8	0,0	ANTONIA	79,4	5,9
JAMAIQUE	22,7	2,9	ANGELA	56,3	4,3	MS SCALD	37,8	2,2	<u>MOBASA</u>	84,2	2,9
ESTRÉL	24,1	4,4	<u>STEPHANIE</u>	58,3	4,5	LUDO	39,1	5,2	<u>ADVANCE</u>	86,0	4,7
BAHAMAS	26,3	7,2	DH 6	61,3	2,3	<u>ELBANY</u>	43,6	1,0	CORBIE	86,4	0,5
AKROPOLIS	28,4	3,0	PALINKA	63,9	9,1	AFFAIR	48,4	2,3	VENEZIA	91,8	0,3
STRUCTURA	30,8	0,3	<u>MERLOT</u>	64,0	34,6						
<u>TRAMINER</u>	33,7	2,6	SERAFINA	66,9	18,1						
USCHI	36,2	1,3	<u>CAPRIMA</u>	68,4	1,6						

3.1.1.3 2005 - 2006

Für die Auswertung in 2006 waren 77 Handelssorten und Genbankmuster angebaut worden (Tab. 6). Favoriten waren hierzu wiederum künstlich infiziert worden, ein weiterer Teil der Gersten war nur noch im Nachbau angebaut worden, um die Stabilität des Resistenzniveaus unter natürlichen Infektionsbedingungen langfristig zu überprüfen. Im Vorjahr neu zugelassene Gersten, für die noch keine Ergebnisse vorlagen, wurden ebenfalls künstlich infiziert, um über den aktuellen Stand berichten zu können. Da eine Evaluierung im letzten Projektjahr nicht mehr finanziert war, wurden bei der Auswertung nur noch Favoriten genau ausgezählt, bei anderen Sorten erfolgte wegen des hohen Arbeitsaufwandes lediglich eine geschätzte Klassifizierung in Befallsklassen.

12 Varietäten zeigten sich sowohl unter künstlicher als auch unter natürlicher Infektion vollkommen befallsfrei (CARRERO, DM 12, DM 35, DM 58, DM 70, DM 86, DUET, HOR 11832, HJ 171, NS 96515/ 26, OGALITSU, RENI). Eine Besonderheit ergab sich bei ASTRID, die in allen vorausgegangenen Testjahren ohne Befall geblieben war. Nach künstlicher Infektion fanden sich drei Ähren mit Symptomen. Eine visuelle Kontrolle dieser Ähren und der Pflanzen zeigte allerdings morphologische Abweichungen vom Rest der Parzelle. Es wird hier nicht davon ausgegangen, dass die Resistenz dieser Sorte durchbrochen war. 27 Wintergersten zeigten unter den Bedingungen der natürlichen Infektion keinen Befall. Acht dieser Gersten waren zum ersten Mal, also nur einjährig getestet worden (CAMPANILE, CASCAYA, CELINE, CHESS, MARYLIN, MAXIMILIANE, MERCEDES, MURENA und NOCTURNE).

Tab. 5: Flugbrandbefall von Wintergersten nach künstlicher (k) und natürlicher (n) Infektion mit dem Bad Vilbeler Flugbrandstamm am Standort Dottenfelderhof (Infektion 2004, Auswertung 2005; vom BSA zugelassene Sorten fett unterstrichen, Stand 4/2007)

Befall (%)			Befall (%)			Befall (%)		
Varietät	k	n	Varietät	k	n	Varietät	k	n
BYDV 15	0	0	PI 552956	29,3	0,4	<u>ANNICKA</u>	62,4	0
BYDV 17	0	0	GW 2266	31,0	3,4	PI 584507	62,5	2,3
CIHO 11652	0	0	ANTELOPE	33,1	2,1	<u>LOMERIT</u>	62,6	0,3
CIHO 13444	0	0	CIHO 10667	33,3	0,3	BOREALE	63,4	1,6
CIHO 15692	0	0	CUMBIA	34,2	1,9	MARINKA	64,3	0
CIHO 15695	0	0	PICT	34,2	2,6	BYDV 6	64,5	0,5
KETOS	0	0	BYDV 1	34,3	2,8	TURQUOISE	64,7	0,6
LAURENA	0	0	NECTARIA	34,6	0	MAGENTA	65,1	2,7
MANUELA	0	0	WI 6	35,7	0,2	MANOLIA	65,4	0
MATESCA	0	0	LODEN	35,8	4,4	LEONIE	65,8	5,5
NIKEL	0	0	NADINE	37,4	0	WI 1	66,2	0
OSIRIS	0	0	RELIEF	40,1	1,9	VOGELSANGER GOLD	66,2	1,0
PI 502972	0	0	IKONE-2205	41,0	1,1	<u>FINITA</u>	67,2	1,2
PI 561204	0	0	PI 552539	41,3	0	SUZIE	67,8	0,3
CEBU	0	0,3	CIHO 10659	41,6	0,2	SWALLOW	68,2	2,4
MURCIE	0	0,7	<u>NAOMIE</u>	41,7	2,8	GAELIC	69,6	1,5
CIHO 10890	0	5,7	<u>CARAT</u>	42,4	0,9	AUREVAL	70,1	0,1
<u>RENI</u>	0,7	1,9	<u>CORNELIA</u>	42,7	3,2	<u>TAFENO</u>	70,4	0
<u>CLARA</u>	1,4	0,9	<u>JESSICA</u>	43,9	0	KRIMHILD	71,3	0,5
<u>REGALIA</u>	5,1	0	CIHO 11170	43,9	0,2	GW 2229 (NSL 98-6213)	72,5	2,1
CIHO 15235	5,1	0	BYDV 19	46,2	0,9	ZAFIRA	73,5	0,9
BORWINA	6,5	1,2	INTRO	46,8	0,4	WI 7	74,2	0
SIBERIA	6,8	0	BYDV 4	47,6	6,6	NOBILIA	76,5	1,8
SEQUEL	7,0	0	MASCARA	48,1	0,6	<u>MERLOT</u>	76,8	4,4
HAKA	7,2	0,3	HAMIDA	48,3	3,8	GW 2227 (NSL 98-6042)	77,2	1,5
GUDRUN	7,8	0	PALMYRA	51,6	0,0	EXISTENZ	78,7	1,2
PALINKA	8,3	1,6	<u>CAROLA</u>	53,8	3,0	WI 2	80,3	1,5
CIHO 11887	9,8	0	BYDV 5	54,8	0,8	ANTONIA	83,3	1,7
<u>FRANZISKA</u>	10,1	1,0	SCYLLA	55,3	2,7	TESSY	83,7	0,3
JACKPOT	17,5	1,0	ROSITA	55,5	0,4	GW 2230 (NSL 98-7201)	84,0	1,3
ESTRÉL	21,1	0	CANNOCK	56,9	0,1	FR 433/02C	85,1	1,0
BISTRO	21,1	2,8	SAIGON	57,3	10,7	DOLMEN	86,2	4,0
SUNBEAN	22,7	0	ANGELA	58,1	1,5	CINDERELLA	87,7	4,0
LUPIDA	22,9	0	CIHO 11369	58,2	0,2	FALBALA	88,4	4,2
PEDIGREE	24,0	3,3	<u>ACTION</u>	60,6	2,4	ARCHIPEL	95,0	1,6
TUNDRA	25,7	0	DIAMOND	60,8	0,8	CORBIE 2094	100,0	4,7
KESTREL	28,6	1,0	<u>CAMERA</u>	60,9	1,6			
CIHO 15691	29,1	2,8	<u>CANDESSE</u>	61,9	1,8			

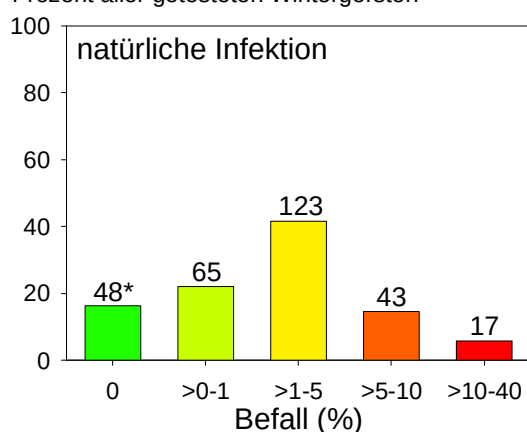
3.1.1.4 Gesamtbewertungen (2000 - 2006)

Von 2000 bis 2006 wurden insgesamt 297 Wintergerste-Varietäten (aktuelle und ehemalige Handelsorten, Genbankmuster) auf ihre Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand untersucht. Eine Zusammenstellung aller Evaluierungsergebnisse seit 2000 findet sich im Anhang (Tab. A1, a-d). Insgesamt betrachtet zeigten die Resistenzeigenschaften eine weite Streuung. Einen 100-prozentigen Befall nach künstlicher Infektion zeigten die Sorten CHESS, CORBIE und HIBERNA wobei CHESS unter natürlicher Infektion sogar vollkommen befallsfrei blieb. Der höchste Befallsgrad nach natürlicher Infektion wurde von der Sorte JULIA mit 38,6% erreicht.

Tab. 6: Flugbrandbefall von Wintergersten nach künstlicher (k) und natürlicher (n) Infektion mit dem Bad Vilbeler Flugbrandstamm am Standort Dottenfelderhof (Infektion 2005, Auswertung 2006; vom BSA zugelassene Sorten fett unterstrichen, Stand 4/2007)

Befall (%)			Befall (%)			Befall (%)		
Varietät	k	n	Varietät	k	n	Varietät	k	n
<u>ANTALYA</u>	47,0	5-10	DUET	0	0	<u>MERCEDES</u>	31,8	0
ARKONA	18,4	0	DYVEKE	> 50	1-5	<u>MERILYN</u>	ca. 30	0
ASTRID	0	0	ESCAPE	> 40	1-5	<u>MERLOT</u>	> 10	5-10
BISTRO	71,2	5-10	<u>FEE</u>	71,0	0	MURENA	> 40	0
CABRIO	> 10	0	<u>FINITA</u>	> 30	1-5	<u>NAOMIE</u>	> 10	1-5
<u>CAMPANILE</u>	24,7	0	<u>FRANZISKA</u>	> 10	0	NIKEL	5-10	0
<u>CARRERO</u>	0	0	GRETE	13,3	0	NOCTURNE	> 90	0
CASCAYA	> 10	0	GW 2266	> 40	1-5	NS 96515/26	0	0
CELINE	82,2	0	HOR 1044 = MERKEZ 69	19,7	1-5	OGALITSU	0	0
CHESS	100	0	HOR 10860 = HAEDZU	57,9	1-5	PALMYRA	-	1-5
<u>CINDERELLA</u>	63,5	1-5	HOR 11832 = DZE	0	0	<u>PASSION</u>	5-10	1-5
CIHO 10890	-	1-5	HOR 12399	42,6	1-5	REGALIA	-	1-5
CIHO 11652	-	0	HOR 13453	34,2	0	<u>RENI</u>	0	0
CIHO 11887	-	1-5	HJ 171	0	0	SEVRUGA	> 70	5-10
CIHO 13444	-	0	<u>JESSICA</u>	ca. 70	0	SIBERIA	-	1-5
CIHO 15235	-	1-5	<u>LAVERDA</u>	ca. 80	5-10	<u>SPECTRUM</u>	> 60	5-10
CIHO 15692	-	0	LEONORE	21,3	5-10	SUNBEAN	-	0
CIHO 15695	-	0	LESLIE	ca. 90	1-5	TELEX	7,6	1-5
COLIBRI	5-10	0	LODEN	ca. 80	5-10	THEDA	> 10	5-10
DH	> 10	1-5	<u>LOMERIT</u>	> 10	0	TREBI	-	0
DISKANT	9,1	1-5	MADITA	ca. 30	1-5	TUNDRA	-	1-5
DM 12	0	0	MADOU	> 10	0	<u>VERTICALE</u>	85,1	1-5
DM 35	0	0	<u>MALWINTA</u>	ca. 90	5-10	WI 1	-	1-5
DM 58	0	0	MANUREVA	ca. 70	5-10	WI 7	-	1-5
DM 70	0	0	<u>MAXIMILIANE</u>	ca. 30	0	YUKA	47,4	0
DM 86	0	0	MELLORI	24,5	1-5			

Prozent aller getesteten Wintergersten



Prozent aller getesteten Wintergersten

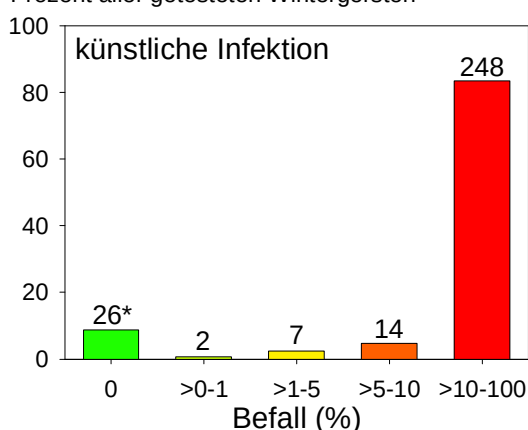


Abb. 8: Einteilung des Prozentsatzes mit Flugbrand (*Ustilago nuda*) befallener Ähren nach natürlicher und künstlicher Infektion in Befallsklassen [*] Anzahl der geprüften Varietäten]

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse aller getesteten Gersten (klassifiziert in Befallsgruppen) nach natürlicher und künstlicher Infektion dargestellt. Die meisten der getesteten Varietäten waren gegen eine Infektion mit Flugbrand anfällig und nur wenige zeigten sich hoch widerstandsfähig. Die Ver-

teilung der Anteile der getesteten Varietäten in die einzelnen Befallsgruppen nach natürlicher und künstlicher Infektion belegt, dass eine große Anzahl der Wintergersten zwar prinzipiell anfällig gegen Flugbrand ist, jedoch unter natürlichen Anbaubedingungen keine oder nur geringe Symptome ausprägt. Dies erklärt sich in der Regel mit einem vollständig geschlossen-blütigem (kleistogamen) Abblühen. Diese Gersten kommen zwar nicht als Resistenzträger für die Züchtung in Frage, eignen sich aber wegen ihrer Feldresistenz für einen risikominimierten Anbau.

In Tabelle 7 sind diejenigen Sorten zusammengefasst, die sowohl nach natürlicher als auch nach künstlicher Infektion befallsfrei blieben und sich somit als Resistenzträger für die Züchtung eignen könnten. Neben 11 Genbankmustern finden sich nur sieben Handelsorten. Nicht alle dieser Wintergersten sind mehrjährig getestet, was die Zuverlässigkeit der Ergebnisse stark einschränkt. Die Sorten ASTRID und LAURENA sind derzeit in Österreich zugelassen, CARRERO in Deutschland. KETOS, MANUELA, MATESCA und OSIRIS haben keine Zulassung mehr vom BSA (Stand 4/2007).

Die ehemalige Handelsorte ASTRID zeigte sich über sechs Jahre resistent gegen alle getesteten Flugbrandrassen. Diese Resistenz könnte auf die Einkreuzung der holländischen Gerste EMIR (Lfl 2006) mit lange bekannter Resistenz (TYULINA 1971) zurückzuführen sein. Nach LFL (2006) lautet der pedigree: ASTRID = LBP 8264 (MALTA × EMIR × LBP 818 × TRIA) × LBP 5907. Dies ließe vermuten, dass die ebenfalls gegen alle vier Flugbrandstämme widerstandsfähige Gerste CARRERO ihre Resistenzeigenschaften aus dieser genetischen Quelle bezieht, da ASTRID einer der Kreuzungspartner ist [CARRERO = (PUFFIN × ASTRID) × INTRO] (nach Lfl 2006).

Tab. 7: Wintergersten, die (2000-2006) sowohl nach natürlicher als auch nach künstlicher Infektion Flugbrand-befallsfrei blieben (zugelassene Sorte fett unterstrichen, Stand 4/2007)

Nr.	Zeil.	Varietät	Testjahre	Nr.	Zeil.	Varietät	Testjahre
1	mz	BYDV 15	1	10	mz	OGALITSU	k=3;n=2
2	"	BYDV 17	1	11	"	PI 502972	1
3	"	CIHO 11652	2	12	"	PI 561204	1
4	"	CIHO 13444	2	1	zz	ASTRID	k=6;n=5
5	"	CIHO 15692	1	2	"	CARRERO	3
6	"	CIHO 15695	2	3	"	DM 86	k=4;n=3
7	"	HOR 4908 = MILTON	k=4;n=3	4	"	MANUELA	1
8	"	KETOS	1	5	"	MATESCA	1
9	"	LAURENA	1	6	"	OSIRIS	1

GOLDMINE, ARTIST und RENI mit denselben Eltern (Lfl 2006) erwiesen sich in dieser Untersuchung nicht als befallsfrei. Darüber hinaus ist ASTRID auch in den Stammbäumen von BISTRO, KRETA, MOMBASA, NICOLA und VANESSA zu finden* (Lfl 2006), die allesamt Befall aufwiesen (siehe Anhang, Tab. A1, a-d). Für das Genbankmuster MILTON (HOR 4908), einer alten amerikanischen Kreuzung (KEOWEE × VOLBAR), bestätigte sich die ebenfalls lange bekannte Resistenz (BUIVIDS et al. 1977) bereist im vierten Anbaujahr, ebenso für DM 86, für OGALITSU im dritten.

*) **BISTRO** = (COLAMBO × ASTRID) × ANGORA; **KRETA** = (Br.1201b × ANGORA) × ASTRID; **MOMBASA** = (Br.652h × Br.1201a) × ASTRID; **NICOLA** = ANTHERE × ASTRID; **VANESSA** = (Br.652h × Br.1201a) × ASTRID

Tabelle 8 fasst diejenigen Gersten zusammen, die zwar nach künstlicher Infektion Symptome zeigten, jedoch unter natürlichen Infektionsbedingungen befallsfrei blieben. Diese Sorten empfehlen sich für einen risikominimierten Anbau.

Die mehrzeilige Sorte MAXIMILIANE sowie die zweizeiligen Sorten ANNICKA, CAMPANILE, JESSICA, MERCEDES und MERILYN sind mit Stand April/2007 vom Bundessortenamt zugelassen.

Tab. 8: Wintergersten, die (2000-2006) nach natürlicher Flugbrand-Infektion befallsfrei blieben (vom BSA zugelassene Sorten fett unterstrichen, Stand 4/2007)

Nr.	Zeil.	Varietät	Jahre	Befall (k)	Nr.	Zeil.	Varietät	Jahre	Befall (k)
1	mz	ARKONA	2	> 10	6	"	CHESS	1	100,00
2	"	COLIBRI	1	5-10	7	"	DM 12	k=4;n=3	16,20
4	"	HOR 12324	1	16,45	8	"	DM 7	1	33,16
5	"	HOR 248 = TREBI	2	3,10	9	"	HOR 13453	k=3;n=2	34,21
6	"	HJ 171	k=4;n=3	0,91	10	"	ISOLDE	k=4;n=3	5,24
7	"	MAMMUT	1	52,08	11	"	<u>JESSICA</u>	2	ca. 70
8	"	<u>MAXIMILIANE</u>	1	> 10	12	"	KRETA	2	34,84
9	"	PI 552539	1	41,25	13	"	MANOLIA	1	65,43
10	"	SEQUEL	1	6,98	14	"	<u>MERCEDES</u>	1	31,82
11	"	YUKA	k=5;n=4	47,37	15	"	<u>MERILYN</u>	1	> 10
1	zz	<u>ANNICKA</u>	1	62,35	16	"	MURENA	1	> 10
2	"	BB 38	2	2,44	17	"	NADINE	1	37,41
3	"	<u>CAMPANILE</u>	1	24,65	18	"	NECTARIA	1	34,64
4	"	CASCAYA	1	> 10	19	"	NOCTURNE	1	> 10
5	zz	CELINE	1	82,22	20	"	SUNBEAN	2	22,66

Es wären weitere Gersten zu nennen, die nur einen geringen Befall unter natürlichen Infektionsbedingungen zeigten. Wie bereits erwähnt, bezieht sich der in dieser Untersuchung genannte Begriff der natürlichen Infektion lediglich auf den Infektionsvorgang. Der Infektionsdruck in der Versuchsanlage war hierbei durch den Anbau von Infektionsparzellen mit der stark anfälligen Gerste IGRI künstlich erhöht und ist i. d. Rgl. nicht mit demjenigen auf einem beliebigen Feld vergleichbar. Eine Abweichung der Ergebnisse um wenige Prozentzahlen könnte auch durch eine unterschiedliche Nähe zu den Infektionsparzellen bedingt sein. Dies lässt sich in dieser Auswertung nicht präzise erfassen. Weiterhin wurden die Daten teilweise in unterschiedlichen Versuchsjahren erfasst. Es ist wahrscheinlich, dass in den jeweiligen Testjahren unterschiedliche **Infektionsbedingungen** herrschten. Hierzu werden Wetterdaten der 20 Kilometer entfernten DWD-Wetterstation Frankfurt/Main (Flughafen) herangezogen (Abb. 9).

Die gelben Bänder in den Grafiken beschreiben den Bereich zwischen den täglichen Maximal- und Minimaltemperaturen 2 m über dem Boden. Die roten horizontalen Bänder markieren den optimalen Bereich für die Keimung von Flugbrand-Sporen zwischen 18 und 20 °C (LORIA et al. 1992). Der Infektionszeitraum für eine natürliche Infektion mit Flugbrand liegt in Streuung zwischen den Jahren und unter Berücksichtigung der Genbankmuster etwa Anfang bis Ende Mai. Es zeigt sich deutlich, dass die temperaturbedingten Infektionsbedingungen zwischen den Jahren streuten. Ebenso zeigten sich Unterschiede in der durch die blauen Linien dargestellten mittleren Luftfeuchtigkeit. Enge Korrelation lassen sich in dieser Untersuchung nicht ableiten. Dazu wäre es nötig gewesen, ein Kleinsortiment von für Flugbrand empfänglichen Wintergersten als Vergleichsgruppe über alle Jahre

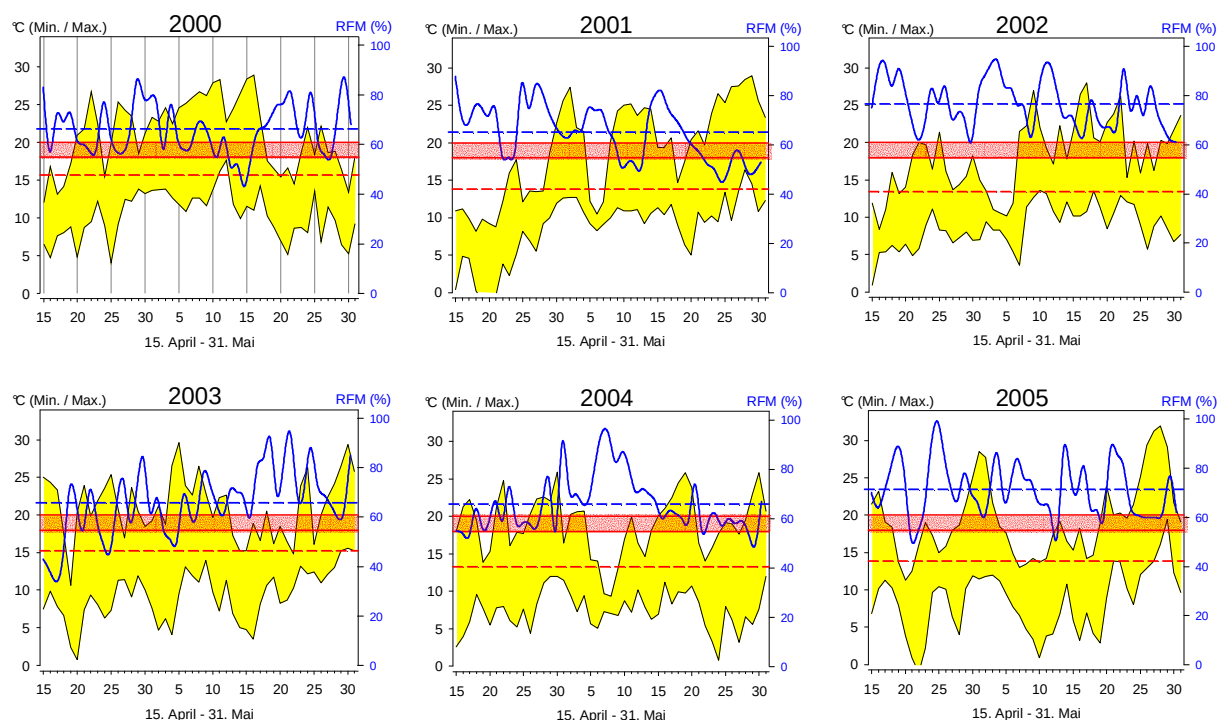


Abb. 9: Temperatur-Tageswerte (2 m über dem Erdboden) der DWD-Station 10637 (Frankfurt/Main, Flughafen) und Ø der relativen Luftfeuchte (RFM %): gelb oben = Temperatur-Maxima, unten = Minima [horizontal rot markiert: optimale Keimtemperaturen (18 – 20 °C) der Chlamydosporen von Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda*) in Blüten der Wintergerste (*Hordeum vulgare*) nach LORIA et al. (1982); gestrichelt: Durchschnittswert für den dargestellten Zeitraum, rot = Temperatur, blau = RFM (Relatives Feuchte-Mittel)]

anzubauen. Dies widersprach den zur Verfügung stehenden Forschungsmitteln. Es wird dennoch deutlich, dass um nur um wenige Prozente abweichende Ergebnisse zwischen den Jahren nicht die Genauigkeit von Laborergebnissen haben können. Auch innerhalb des Zeitraums für eine natürliche Infektion können sich die Witterungsverhältnisse rasch ändern. Dies bedeutet unterschiedliche Infektionsbedingungen für verschiedene Wintergerste-Varietäten, da diese nicht gleichzeitig abblühen. Dies alles ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund sind nachfolgend 50 der aktuell zugelassenen 66 Wintergersten (BSA, 'Beschreibende Sortenliste', Stand April/2007) nach ihrem Befallsniveau bei natürlicher Infektion unter dem hohen Infektionsdruck in dieser Untersuchung aufgelistet. Bei mehrjähriger Testung wurde der maximale Befallsgrad herangezogen (in Klammern Anzahl Testjahre).

<u>0 % Befall:</u>	ANNICKA, CAMPANILE, CARRERO (3), JESSICA (2), MAXIMILIANE, MERCEDES, MERILYN
<u>> 0- 1 % Befall:</u>	CARAT (2), ELBANY, LOMERIT (3)
<u>> 1 - 2 % Befall:</u>	ALISSA, CAPRIMA, CLARA (2), FEE (2), FINITA (2), FRANZISKA (5), KAMOTO, LANDI, LUDMILLA, RENI (3), TAFENO (2), TILIA (2)
<u>> 2 - 5 % Befall:</u>	ACTION, ADVANCE, ALLEGRA, ANGORA, CANDESSE (2), CINDERELLA (2), HANNA, MOMBASA, NAOMIE (2), STEPHANIE, TRAMINER
<u>> 5 % Befall:</u>	ANASTASIA, ANTALYA, BOMBAY, CAMERA, CAROLA, CORNELIA, JASMIN, LAVERDA, MALWINTA, MERLOT, NELLY, PASSION, SPECTRUM, THERESA, TIFFANY, VANESSA, VERTICALE

Für 16 Gersten liegen keine Ergebnisse vor, da zum Zeitpunkt der Testung kein Saatgut vorlag oder sie noch nicht zugelassen waren: ALINGHI, CANTARE, DOROTHEA, EMILY, FINESSE, FRIDERICUS, HIGHLIGHT, JB ODEDA, JORINDE, JOVANKA, LEIBNIZ, MADAME, QUEEN, SABINE, TRAVIATA und WINTMALT.

3.1.2. Virulenz verschiedener Sporenherkünfte

Alle bislang berichteten Ergebnisse zu den Resistenzeigenschaften beruhen auf einer künstlichen und natürlichen Infektion mit der Bad Vilbeler Rasse des Flugbrandes. Um die Virulenz dieser Flugbrandrasse, also auch die Zuverlässigkeit der Ergebnisse, zu beurteilen, waren weitere geografische Sporenherkünfte des Flugbrandes in die Untersuchung miteinbezogen. Hierzu diente ein Testsortiment von 17 Wintergersten, von denen 15 ausgewertet werden konnten.

Die Ergebnisse zur Virulenz der verschiedenen Sporen-Herkünfte sind in Tab. 9 dargestellt. Das Genbankmuster HJ 171 bliebe nach Infektion mit jeder der Flugbrandherkünfte ohne sichtbare Symptome. Hier muss erwähnt werden, dass in 2003-04 nach künstlicher Infektion mit der Bad Vilbeler Flugbrandrasse bei HJ 171 ein Befall von 0,9 Prozent auftrat. Diese Wintergerste scheidet also letztlich als zuverlässiger Resistenzträger für Züchtungsprojekte aus. ASTRID, CARRERO, HOR 4908 (MILTON) und OGALITSU blieben nicht nur bei diesem Pilzrasen-Vergleich, sondern auch in vorherigen Versuchsjahren befallsfrei (Anhang, Tab. A1, a-d). Somit könnten diese Varietäten von allen getesteten Gersten am ehesten als Resistenz-Träger für zukünftige Züchtungen unter hiesigen Infektionsbedingungen von Bedeutung sein. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass sich weitere Sporenstämme mit abweichender Virulenz finden ließen. Dies bedürfte weiterer Untersuchungen.

Tab. 9: Flugbrandbefall (2004-2005) nach künstlicher Infektion mit Flugbrandsporen verschiedener Sporenherkünfte

Reaktions- muster	Sporenherkunft: Varietät	Befall (%)			
		D-29490 Neu Darchau	D-39398 Hadmers- leben	D-61118 Bad Vilbel	D-52351 Düren
I	ASTRID	0	0	0	0
	CARRERO	0	0	0	0
	HJ 171	0	0	0	0
	HOR 4908 = Milton (Un8)	0	0	0	0
	OGALITSU	0	0	0	0
II	ISOLDE	0,8	0	0	0
III	DM 86	8,3	0	0	0,4
IV	DM 12	60,6	0	16,2	0
V	NS 96515/26	4,2	7,2	0	0
VI	GRETE	11,5	5	5,3	0
	H HOR 11832 = Dze	2,3	3,4	1,3	0
	H HOR 13453	48,2	30,9	13,1	0
	YUKA	19,5	16,3	1,6	0
VII	BB 38	0,6	20,7	0,6	0,4
	HOR 248 = Trebi (Un1)	19,2	3	3,1	0,4

Interessant ist, dass die Wintergersten unterschiedliche 'Reaktionsmuster' aufwiesen. Die Gersten mit Reaktionsmuster I waren widerstandsfähig gegen alle vier Flugbrandrassen. Gruppe VII hingegen zeigte bei allen Infektionen Befallssymptome. Die Reaktionsmuster II - VI weichen von den genannten Reaktionsmustern und untereinander ab. Das Ergebnis mit der in dieser sechsjährigen Evaluierung verwendeten Flugbrandrasse (Bad Vilbel) weist bei diesem Virulenzvergleich die Sorten ISOLDE, DM 86 und NS 96515/26 als befallsfrei aus. DM 86 zeigte sich auch in drei vorherigen Versuchsjahren als befallsfrei, zeigte hier aber Befall bei Inokulation von Sporen aus Neu-Darchau und Düren. ISOLDE und NS 96515/26, beide in drei weiteren Versuchsjahren mit der lokalen Flugbrand-Herkunft (Bad Vilbel) getestet, zeigten einjährig einen Befall von 5,2 bzw. 1,3 % (Anhang, Tab. A1, a-d). Die hier durchgeführte Inokulation mit Sporen aus Neu Darchau belegte gleich im ersten Untersuchungsjahr, dass diese Varietäten nicht gegen Flugbrand resistent sind.

Insgesamt lässt sich schließen, dass regionale Unterschiede in der Virulenz des Flugbrandes bei Sortenempfehlungen bedeutsam sein könnten. Wintergersten, die sich beispielsweise in der Anbauregion um Düren befallsfrei zeigen würden, sind nicht zwingend für eine Kultivierung in den drei anderen Anbauregionen geeignet. Für Züchtungsprogramme bedeutet dieses Ergebnis, dass repräsentative Flugbrandherkünfte in die Testung der Resistenzeigenschaften von zu entwickelnden Wintergerste-Sorten mit guten Resistenzeigenschaften für den ökologischen Anbau einbezogen werden sollten. Hierbei muss sichergestellt sein, dass sich bei einer Testung mit Sporen verschiedener Herkünfte kein aggressiver Sporenstamm im Untersuchungsgebiet neu etablieren kann.

In Abbildung 10 ist vergleichend die Virulenz der getesteten Flugbrandherkünfte über alle 15 Testsorten dargestellt.

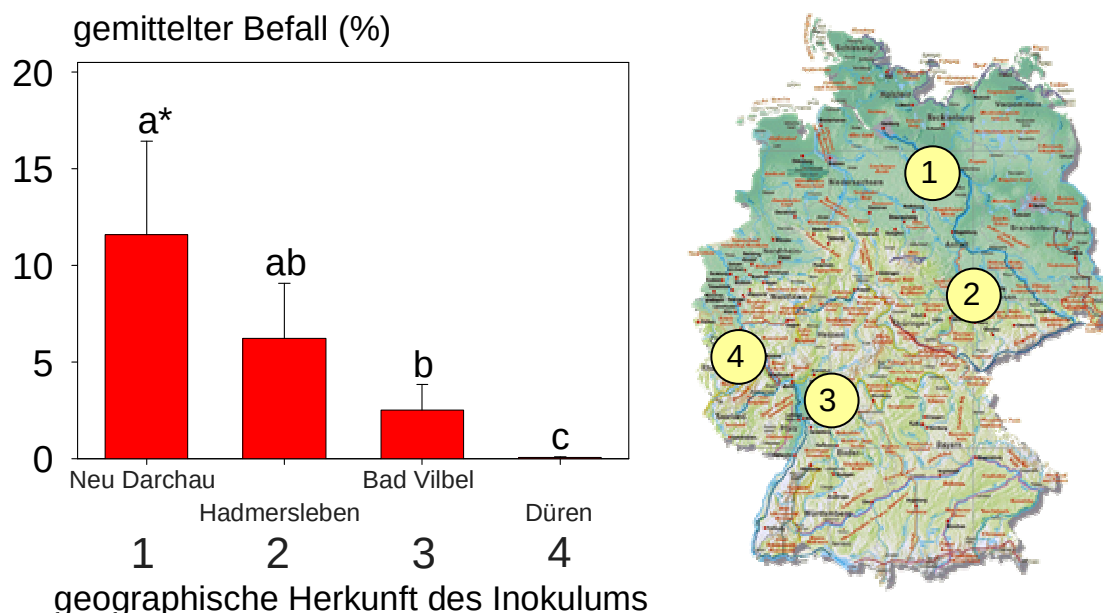


Abb. 10: Gemittelter Flugbrandbefall und Standardfehler von 15 Wintergerste-Varietäten nach künstlicher Infektion mit Flugbrandsporen verschiedener Herkunft am Standort Dottenfelderhof [Infektion 2004, Auswertung 2005; *) Signifikanzen nach WILCOXON's matched-pairs signed-ranks test]

Die höchste Virulenz im Vergleich des gemittelten Befalls wies der Stamm aus Neu Darchau auf. Der Hadmerslebener Flugbrand und derjenige aus Bad Vilbel verursachten deutlich geringeren Befall, der sich für die Sporenherkunft Bad Vilbel statistisch sichern ließ. Der Dürener Flugbrandstamm bedingte insgesamt eine nur sehr geringe Infektionsrate, die sich statistisch gegenüber den drei anderen Sporenherkünften abgrenzte. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse dieser mehrjährigen Evaluierung eine hinreichende Genauigkeit aufweisen. Die Aggressivität des Flugbrandstammes aus Neu Darchau scheint eine Sonderstellung einzunehmen. Es bleibt zu prüfen, ob sich diese hohe Virulenz bei einer Testung der Gersten in der Region der Sporenherkunft bestätigt.

3.2 Ergebnisse Hartbrand

3.2.1 Evaluierung der Hartbrandresistenz von Handelssorten

Insgesamt liegt die Widerstandsfähigkeit gegenüber Hartbrand im aktuellen Sortenspektrum auf einem hohen Niveau. Das Ergebnis ist in Tabelle 10 a für beide Projekte zusammengefasst dargestellt. Bei zweijähriger Testung ist der Maximalbefall angegeben. Von den insgesamt getesteten 111 Gersten sind aktuell (April 2007) noch 46 Gersten vom Bundessortenamt BSA zugelassen. In Tabelle 10 b sind diejenigen unter den getesteten Gersten zusammengestellt, die sich vollkommen befallsfrei zeigten. Dadurch, dass seit der ersten Testung (MÜLLER & SPIß 2003) und der aktuellen Untersuchung Sorten vom Markt genommen wurden sowie neue Sorten hinzukamen, verbleibt unter den aktuell zugelassenen Handelssorten lediglich eine befallsfreie Sorte mit einer Testung über zwei Jahre (ALISSA). CAMPANILE, MAXIMILIANE, MERCEDES und SPECTRUM blieben bei einjähriger Testung vorerst befallsfrei. In Abbildung 11 (links) sind die getesteten Gersten in Befallsgruppen aufgeteilt. In den Gruppen der am geringsten befallenen Gersten ($> 0 - 1$ % Befall) finden sich 45 Sorten, von denen aktuell 26 (Stand April 2007) zugelassen sind und sich bevorzugt noch für einen risikominimierten Vermehrungsanbau eignen könnten. Dabei handelt es sich um die Sorten

ALLEGRA, ANTALYA, BOMBAY, CAMERA, CAPRIMA, CARAT, CARRERO, CINDERELLA, CLARA, ELBANY, FEE, FINITA, FRANZISKA, LANDI, LUDMILLA, MALWINTA, MERILYN, MERLOT, NAOMIE, PASSION, RENI, STEPHANIE, THERESA, TILIA, VANESSA und VERTICALE.

3.2.2 Vergleich trockener und nasser Inokulation

Das Ergebnis des Vergleichs der trockenen und nassen Inokulation zeigt Abbildung 11 (rechts). Für die bei trockener Inokulation vollresistente DUET zeigte sich auch bei nasser Inokulation kein Befall, so dass insgesamt wahrscheinlich von Vollresistenz gegen den verwendeten Hartbrandstamm ausgegangen werden kann. Bei den empfindlicheren Gersten ASTRID und MADOU und VERTICALE lag der Befall bei trockener Inokulation deutlich unter demjenigen bei nasser Inokulation. Diese abweichenden Infektionsgrade bei nasser Inokulation könnten ihre Ursache im Aufbau der Karyopsen haben. Gerstenkörner sind prinzipiell mit der Vor- und Deckspelze fest verwachsen, die auch beim Dreschen nicht abgelöst werden. Es ist anzunehmen, dass sich zwischen Korn und Spelzen wenigstens partiell ein Spalt befindet, der groß genug ist, dass bei nasser Inokulation Hartbrandsporen eingespült werden können, wobei der Durchmesser von Hartbrandsporen 6-9 µm beträgt (SHIVAS 2006).

Tab. 10: a) Hartbrandbefall aller im Projekt BLE 02OE129 und in dieser Untersuchung (Aussaat 2004) getesteten Wintergerste-Varietäten nach künstlicher Inokulation b) Auflistung der befallsfreien Sorten [unterstrichen = vom BSA zugelassene Sorten; Stand: April 2007]

a) Getestete Sorten gesamt (alphabetisch)

Nr.	Sorte	Test-Jahre	(Maximal-) Befall	Nr.	Sorte	Test-Jahre	Maximal-befall	Nr.	Sorte	Test-Jahre	Maximal-befall
1	ADLON	1	5,36	38	<u>CORNELIA</u>	2	8,05	75	MARINKA	1	4,21
2	ADVANCE	2	2,02	39	COSIMA	2	0,22	76	<u>MAXIMILIANE</u>	1	0
3	AFFAIR	2	0,07	40	DUET	2	0	77	MELLORI	2	1,85
4	AKROPOLIS	1	2,05	41	DYVEKE	1	0,23	78	<u>MERCEDES</u>	1	0
5	<u>ALISSA</u>	2	0	42	EDDA	2	1,70	79	<u>MERILYN</u>	1	0,01
6	<u>ALLEGRA</u>	2	0,30	43	<u>ELBANY</u>	2	0,18	80	<u>MERLOT</u>	2	0,71
7	ALPACA	1	0	44	ELFE	1	0	81	MILLIE	1	6,65
8	<u>ANASTASIA</u>	2	1,06	45	EXISTENZ	1	0,05	82	<u>MOMBASA</u>	2	5,95
9	ANGELA	1	4,43	46	<u>FEE</u>	2	0,21	83	<u>NAOMIE</u>	1	0,23
10	<u>ANGORA</u>	2	4,00	47	<u>FINITA</u>	1	0,04	84	<u>NELLY</u>	2	1,36
11	<u>ANTALYA</u>	1	0,31	48	FIONA	1	0,08	85	NICOLA	2	0,43
12	AQUARELLE	2	0,09	49	<u>FRANZISKA</u>	2	0,94	86	NIKEL	2	0,75
13	ARKONA	1	0,03	50	GILBERTA	2	3,00	87	PALMYRA	1	0,04
14	ARTIST	2	0,58	51	GOLDMINE	2	1,29	88	<u>PASSION</u>	2	0,10
15	ASTRID	2	2,38	52	GW 2289	1	0	89	PREMUDA	1	0,65
16	AVIRON	2	0,67	53	<u>HANNA</u>	2	5,08	90	REGINA	2	2,38
17	BABYLONE	1	1,95	54	<u>JASMIN</u>	2	2,82	91	<u>RENI</u>	2	0,06
18	BARCELONA	2	2,66	55	<u>JESSICA</u>	2	2,91	92	SARAH	2	0,06
19	BAYAVA	1	1,03	56	JOLANTE	2	0	93	SILKE	1	0,78
20	BB 42	1	45,47	57	JULIA	2	2,72	94	<u>SPECTRUM</u>	1	0
21	BISTRO	1	0,04	58	JURA	1	7,52	95	ST. 2267	1	0
22	<u>BOMBAY</u>	2	0,18	59	<u>KAMOTO</u>	2	1,57	96	<u>STEPHANIE</u>	2	0,38
23	CABRIO	2	0,19	60	KRETA	1	0	97	STRUCTURA	2	4,00
24	<u>CAMERA</u>	2	0,02	61	KYOTO	2	1,19	98	SVENJA	1	1,27
25	<u>CAMPANILE</u>	1	0	62	LABEA	1	1,77	99	<u>TAFENO</u>	2	9,44
26	<u>CANDESSE</u>	2	1,00	63	<u>LANDI</u>	1	0,35	100	TESSY	2	1,67
27	<u>CAPRIMA</u>	1	0,99	64	LAURENA	1	>0-0,1	101	THEDA	2	5,40
28	<u>CARAT</u>	2	0,44	65	LEONIE	2	1,67	102	<u>THERESA</u>	2	0,06
29	<u>CAROLA</u>	2	3,00	66	LODEN	2	2,81	103	<u>TIFFANY</u>	1	2,34
30	<u>CARRERO</u>	2	0,11	67	<u>LOMERIT</u>	2	1,14	104	<u>TILIA</u>	2	0,45
31	CASCAYA	1	0	68	LUBECA	1	0,54	105	<u>TRAMINER</u>	2	1,90
32	CATANIA	1	0,03	69	<u>LUDMILLA</u>	2	0,86	106	USCHI	2	0
33	<u>CINDERELLA</u>	1	0,21	70	LUNARIS	1	12,18	107	<u>VANESSA</u>	2	0,39
34	CITA	1	1,36	71	MADLINE	1	2,08	108	VENEZIA	2	0,19
35	<u>CLARA</u>	2	0,68	72	MADITA	1	0	109	VERENA	1	0
36	CLEOPATRA	2	4,35	73	MADOU	2	1,96	110	<u>VERTICALE</u>	2	> 0*
37	CORBIE	2	5,33	74	<u>MALWINTA</u>	1	0,94	111	YUKA	2	0

*) 2. Prüfung in 2005/06, vgl. Abb. 11

b) Befallsfreie Sorten

Nr.	Sorte	Test-Jahre	Maximal-befall	Nr.	Sorte	Test-Jahre	Maximal-befall	Nr.	Sorte	Test-Jahre	Maximal-befall
1	<u>ALISSA</u>	2	0	7	GW 2289	1	0	13	<u>SPECTRUM</u>	1	0
2	ALPACA	1	0	8	JOLANTE	2	0	14	ST. 2267	1	0
3	<u>CAMPANILE</u>	1	0	9	KRETA	1	0	15	USCHI	2	0
4	CASCAYA	1	0	10	MADITA	1	0	16	VERENA	1	0
5	DUET	2	0	11	<u>MAXIMILIANE</u>	1	0	17	YUKA	2	0
6	ELFE	1	0	12	<u>MERCEDES</u>	1	0				

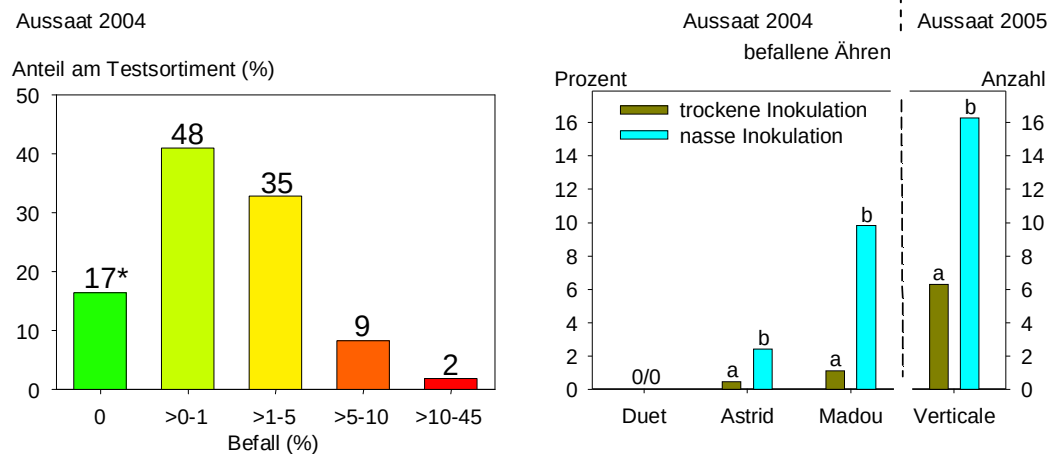


Abb. 11: links: Einteilung der auf Hartbrand-Resistenz getesteten Sorten in Befallsgruppen (Aussaat 2004); rechts: Vergleich des Befalls nach trockener und nasser Inokulation des Saatgutes [Methodik s. S. 15; Signifikanzprüfung der Behandlungsunterschiede mittels MANN-WHITNEY's U-test, $\alpha=0,05$]

Unter den Spelzen fänden sie sicherlich guten Schutz vor Abspülung, Austrocknung, UV-Licht oder Antagonisten (antiphytopathogenes Potenzial des Bodens) gegenüber bloßem Anhaften am Korn (trockene Inokulation).

VERTICALE war in der Evaluierung (Aussaat 2004) zunächst als befallsfrei getestet worden. Beim Vergleich von trockener zu nasser Inokulation (Aussaat 2005) fanden sich jedoch auch nach trockener Inokulation, wie sie in der Evaluierung angewendet worden war, befallene Pflanzen. Dies belegt die Notwendigkeit einer mindestens zweijährigen Überprüfung der Resistenz gegenüber Hartbrand.

Insgesamt zeigt das Ergebnis, dass zur Überprüfung der Resistenz gegenüber Hartbrand die Methode der 'nassen' Inokulation einer 'trockenen' Inokulation vorzuziehen ist, da sie bei der Suche nach vollresistenten Wintergersten als Resistenzträger für die Züchtung das sensiblere Verfahren darstellt.

3.2.3. Virulenz der Hartbrandsporen

Beim Hartbrand stellt sich analog zum Flugbrand die Frage nach der Virulenz der bei der Testung eingesetzten Sporenherkunft. Da in dieser Untersuchung nur der lokal vorkommende Hartbrand-Stamm (Bad Vilbel) inokuliert wurde, werden zu einer Beurteilung der Virulenz auch Ergebnisse aus dem Projekt BLE 02OE129 (MÜLLER & SPIES 2003) herangezogen. Damals stammten die Sporen von befallenen Ähren, die am Standort Darzau an der Linie BB 42 massiv aufgetreten waren, ohne dass ihre ursprüngliche Herkunft zweifelsfrei aufgeklärt werden konnte. Mit diesem Sporenstamm behandelte Wintergersten wurden in 2002 auch auf dem Dottenfelderhof ausgesät. Dieselben Wintergerste-Varietäten wurden in 2004 wiederholt auf dem Dottenfelderhof ausgesät, diesmal jedoch nach einer Kontamination mit Hartbrand-Sporen, die aus Ähren des Standortes Bad Vilbel gewonnen wurden. Die ursprüngliche Herkunft dieses Sporenstammes ist letztlich ebenfalls nicht genau definiert, wahrscheinlich aber handelt es sich um einen anderen Stamm.

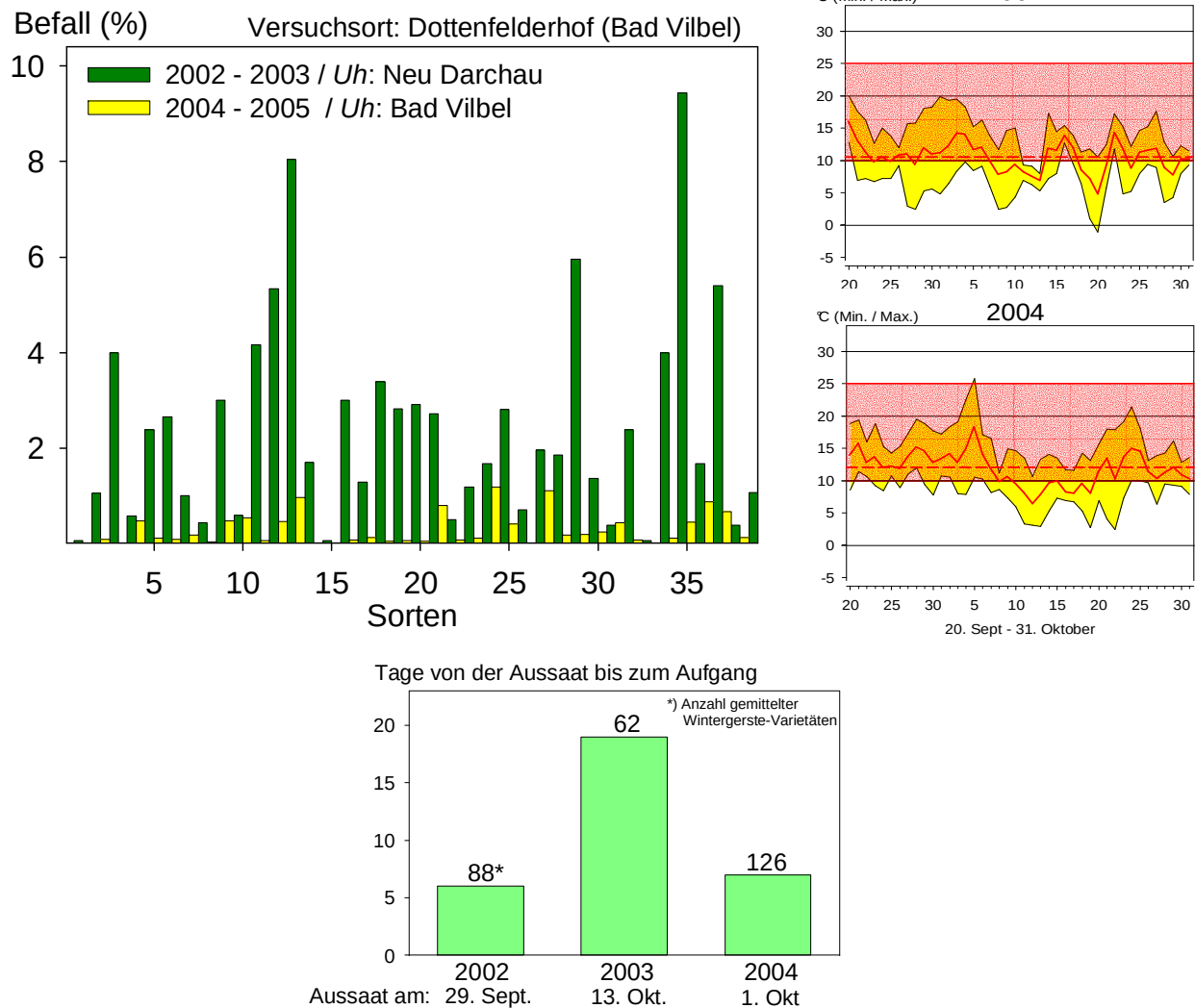


Abb. 12: links: Vergleich des Hartbrand-Befallsniveaus von 2002 und 2004 in Bad Vilbel ausgesäeter Wintergersten (n=39) nach Inokulation mit Sporen unterschiedlicher geographischer Herkunft; rechts: Wetterdaten der vom Versuchsstandort 20 Kilometer entfernten Wetterstation Frankfurt/Main (Flughafen) [gelb oben = Temp.-Maxima, unten = Temp.-Minima; gestrichelt: Durchschnittswert für den dargestellten Zeitraum; farbig hinterlegt: optimaler Temperaturbereich für den Infektionsvorgang nach FARIS (1924)]; unten: über alle Gersten gemittelte Dauer des Feldaufganges dreier Jahre in Bad Vilbel

In Abbildung 12 sind links die Infektionsgrade von 39 Gersten nach Aussaat in 2002 und 2004, die Temperaturdaten einer 20 km entfernten Wetterstation und die gemittelte Dauer des Feldaufganges dargestellt. Im Vergleich der Temperaturdaten scheinen die Infektionsbedingungen im Jahr 2004 zumindest nicht schlechter gewesen zu sein, als 2002. Auch im Vergleich des Feldaufganges zeigt sich kein wesentlicher Unterschied zwischen der Aussaat in 2002 und 2004. Dies deutet darauf hin, die Herkunft des Sporenstammes gegenüber den Umwelteinflüssen den dominierenden Faktor für das unterschiedliche Befallsniveau zwischen den Jahren darstellt. Analog zum Flugbrand wird deutlich, dass der Vergleich des Befallsgrades von Wintergersten zwischen den Jahren und zwischen verschiedenen Versuchsstandorten und Sporenherkünften einer vorsichtigen Interpretation bedarf. Es ist anzuraten, als Interpretationsgrundlage für mehrjährige Ergebnisse ein Kleinsortiment an anfälligen Vergleichssorten über alle Jahre und Standorte beizubehalten.

3.3 Sortenversuche

Anmerkung zu den Abbildungen: Um die Verteilung der Werte der Ertragsdaten darzustellen, werden boxplots nach TUKEY verwendet. Die rechteckigen Boxen stellen den Interquartilbereich mit 50% der Werte dar. Die von den Boxen ausgehenden Linien führen jeweils bis zum höchsten und niedrigsten Wert, ohne Ausreißer zu berücksichtigen. Die quer über die Box gelegte Linie gibt die Lage des Medians wieder. In den Boxplots sind Ausreißer mit Kreisen und Extremwerte mit Sternchen markiert. Ausreißer sind dabei Werte, die zwischen anderthalb und drei Boxlängen außerhalb der Box liegen; Extremwerte liegen über drei Boxlängen außerhalb.

Abkürzungen: Auw = Köln - Auweiler, Dfh = Dottenfelderhof, Fhs = Frankenhausen, Gbh = Gladbacherhof, Hlf = Holtorfsloh, Osn = Osnabrück, Rhs = Rheinstetten, Wie = Wiebrechts-
hausen (genauere Angaben siehe Abb. 6, Seite 17); VS = Verrechnungssorten, BSA = Bundessortenamt, TS = Testorten, mz = mehrzeilig, zz = zweizeilig

3.3.1 Standortbedingte Ertragsschwankungen und Proteingehalte

In den Sortenversuchen zeigten sich erhebliche Unterschiede in den Ertragsdaten der einzelnen Standorte. Als ein Hauptfaktor war die Pflanzenverfügbarkeit von Stickstoff anzunehmen. Hierzu ist in Abbildung 13 der Zusammenhang zwischen der im Frühjahr verfügbaren Stickstoffmenge (Nmin) für einen Standort mit eher geringem Ertragsniveau (Hlf, vgl. Abb. 16) sowie einen weiteren mit mittleren bis hohen Erträgen (Dfh, vgl. Abb. 16) und den erwirtschafteten Korn-, Protein- und Lysin-erträgen beider Versuchsjahre dargestellt.

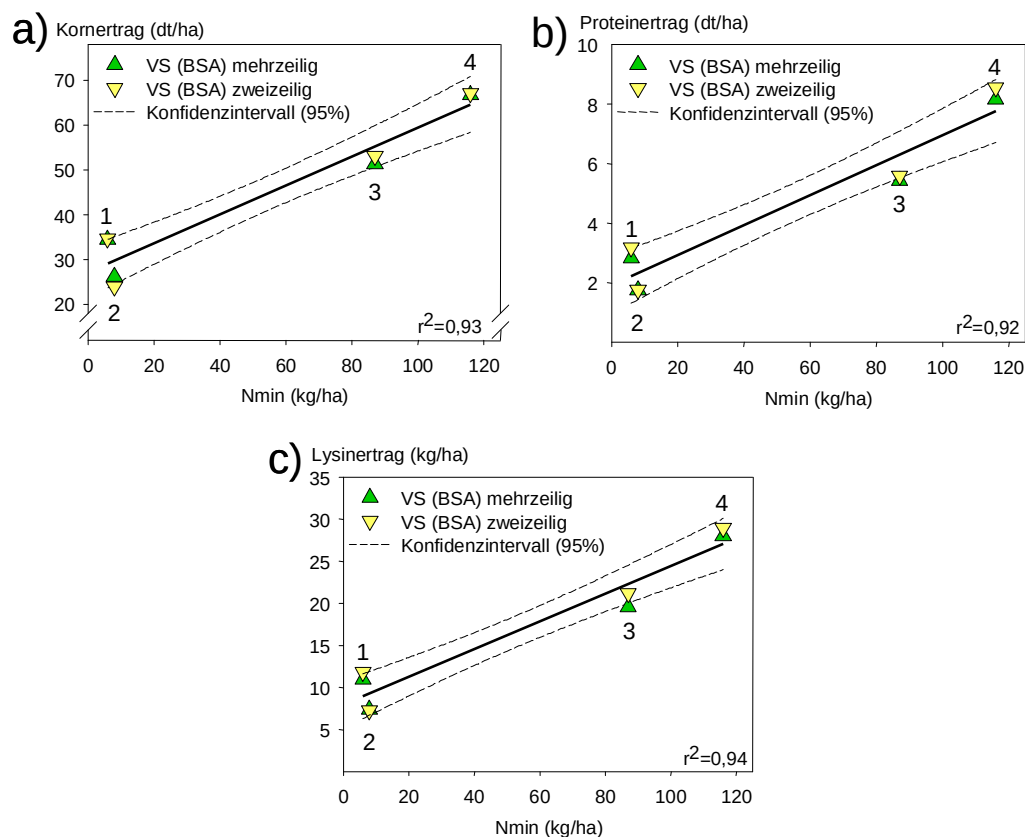


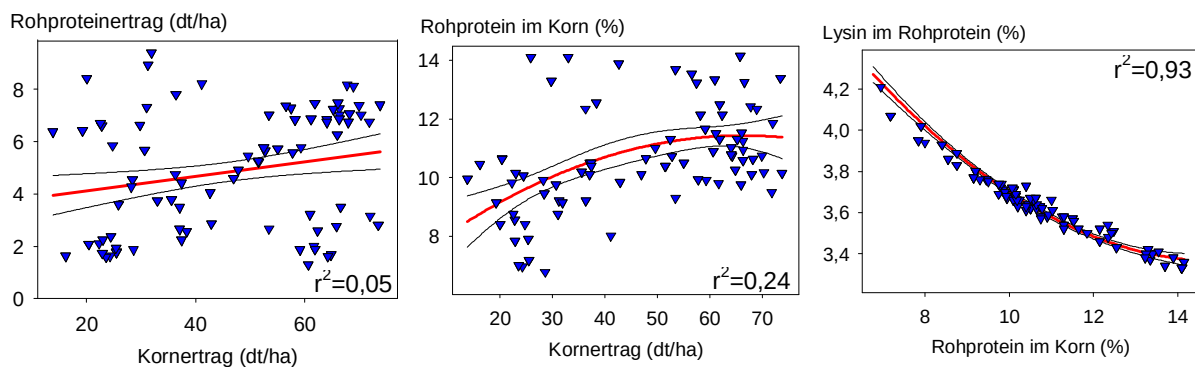
Abb. 13: Kornertrag (a), Rohprotein- (b) und Lysingehalt (c) in Abhängigkeit vom Boden-Stickstoffgehalt im Frühjahr [1=Hlf 2005, 2=Hlf 2006, 3=Dfh 2006, 4=Dfh 2005, vgl. S. 17]

Tab. 11: Korrelationen ausgewählter Ertragsparameter der Verrechnungssorten des Bundessortenamtes in 14 Umwelten in den Wintergerste-Sortenversuchen 2004-05 und 2005-06

		Ertrag (dt/ha)	Rohprotein (dt/ha)	Rohhprotein (%)	Lysin (%) im Rohprotein
Ertrag (dt/ha)	Korrelation nach Pearson	1,000	,260*	,455**	-,461**
	Signifikanz (2-seitig)	-	,018	,000	,000
Rohprotein (dt/ha)	Korrelation nach Pearson	,260*	1,000	,079	-,128
	Signifikanz (2-seitig)	,018	-	,477	,248
Rohhprotein (%)	Korrelation nach Pearson	,455**	,079	1,000	-,930**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,477	-	,000
Lysin (%) im Rohprotein	Korrelation nach Pearson	-,461**	-,128	-,930**	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,248	,000	-

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

**Abb. 14:** Regressionen ausgewählter Ertragsparameter der Verrechnungssorten des Bundessortenamtes in 14 Umwelten in den Wintergerste-Sortenversuchen 2004-05 und 2005-06

Die Berechnung der Korrelationen zwischen verfügbarem Stickstoff im Frühjahr - repräsentiert durch den Kornertrag - und dem resultierenden Rohproteinertrag ergab einen hochsignifikanten positiven Zusammenhang (Tab. 11). Gemessen an den Regressionsgeraden (Abb. 13) erhöhte sich die Ertragsleistung vom niedrigsten Stickstoffniveau (6 kg Nmin/ha) zum höchsten (116 kg Nmin/ha) für den Kornertrag um den Faktor 2,2, für das Rohprotein um den Faktor 3,5 und für Lysin um den Faktor 3.

Es war auffällig, dass im auf den Kornertrag bezogenen ertragsstärkeren Jahr 2006 alle Verrechnungssorten außer LOMERIT bei Bewertung über alle Standorte nur unterdurchschnittliche Proteinerträge erzielten (s. Anhang, Tab. 4b). Ein Zusammenhang zwischen dem Kornertrag und dem Proteingehalt im Korn ist für die Verrechnungssorten des Bundessortenamtes in Abb. 14 hergestellt. Der Rohproteinertrag der Verrechnungssorten korreliert in dieser Beispielrechnung schwach signifikant positiv mit dem Kornertrag, was die Regressionsgerade prinzipiell verdeutlicht (Abb. 14, links). Hoch signifikant positiv korreliert mit dem Kornertrag ist der Rohproteingehalt, wieder in verhältnismäßig lockeren Zusammenhang (Abb. 14, Mitte). Es zeigt sich, dass der Rohproteingehalt im Korn bei zunehmendem Kornertrag eine Sättigung erfährt. Der Lysingehalt im Rohprotein nimmt

bei steigendem Kornertrag ab. Hoch signifikant ist die negative Korrelation vom Lysingehalt im Rohprotein bei zunehmendem Rohproteingehalt im Korn, was sich grafisch deutlich darstellt (Abb. 14, rechts). Das heißt insgesamt, dass sich bei zunehmendem Kornertrag ein Verdünnungseffekt des Gehaltes der essentiellen Aminosäure Lysin im Rohprotein bemerkbar machte und in Folge der Aminosäureertrag steigenden Kornerträgen nicht mit gleicher Intensität folgte. Dieser Verdünnungseffekt ließ sich auch für die anderen untersuchten essentiellen Aminosäuren belegen.

3.3.2 Ertragsdaten

3.3.2.1 Jahresvergleich 2005 - 2006

In den beiden Versuchsjahren des Sortenversuches wurden von den Versuchsanstellern insgesamt 633 Parzellen beerntet. Die Parzellenerträge schwankten hochgerechnet von 9,82 bis 80,53 dt/ha ($\bar{X}$ = 45,21 dt/ha). Eine Übersicht über die gemittelten Parzellenerträge findet sich im Tabellenanhang (Tab. A2). Die Signifikanzen (T: TUKEY-Test, $\alpha=0,05$) der Sortenunterschiede sind getrennt nach Zeiligkeit angegeben.

In Abbildung 15 (a-d) sind die Kornerträge der Verrechnungssorten des Bundessortenamtes beider Versuchsjahre dargestellt. Hierbei sind nur diejenigen Versuchsstandorte berücksichtigt, die in beiden Versuchsjahren beteiligt waren (nicht Fhs und Rhs).

Sowohl die boxplots (a, c) als auch die weiten Vertrauensbereiche der Mittelwerte (b, d) lassen die große Streuung der über beide Jahre gemittelten Erträge für die Sorten erkennen. Das Ertragsniveau lag im zweiten Untersuchungsjahr leicht über demjenigen des Vorjahres (d). Weder die Unterschiede zwischen den Sorten, noch diejenigen der gruppierten Versuchsdaten innerhalb der Jahre unterschieden sich signifikant.

In Abbildung 16 sind die Daten über alle VS BSA gemittelt für jeden Versuchstandort dargestellt. Es zeigten sich deutlich signifikante Unterschiede im Ertragsniveau. Durchgehend niedrig in beiden Jahren waren die Kornerträge der Standorte Hlf und Osn. Auf dem Gladbacherhof wurde in beiden Jahren auf höchstem, in Osnabrück auf niedrigstem Niveau gewirtschaftet, bei den anderen Standorten waren die Erträge in den Jahren unterschiedlich.

Als Ursache für das unterschiedliche Ertragsniveau kommt eine Vielfalt an Faktoren in Betracht. Hierzu gehören die für jeden Standort spezifischen, vom Boden ausgehenden Ertragsfaktoren (Nährstoffversorgung, Bodenart, Bodenprofil u. a.), die durch eine unterschiedliche Bewirtschaftung bedingten Einflussgrößen (Vorfruchtwirkung, ggf. organische Düngung, Bekämpfung von konkurrierenden Beikräutern u. a.) und nicht zuletzt die jeweiligen Witterungsverläufe vor und nach Winter bis zur Ernte. Diese genauestens zu analysieren ist wegen der nur zweijährigen Versuchsdauer nicht angemessen. Überschlüssig ist jedoch zu erkennen, dass der in dieser Untersuchung zu leistende Vergleich der Ertragsleistung der aufgrund ihrer guten Flugbrandresistenz ausgewählten Testsorten zu derjenigen konventioneller Sorten ein weites Spektrum an Anbaubedingungen abdeckte.

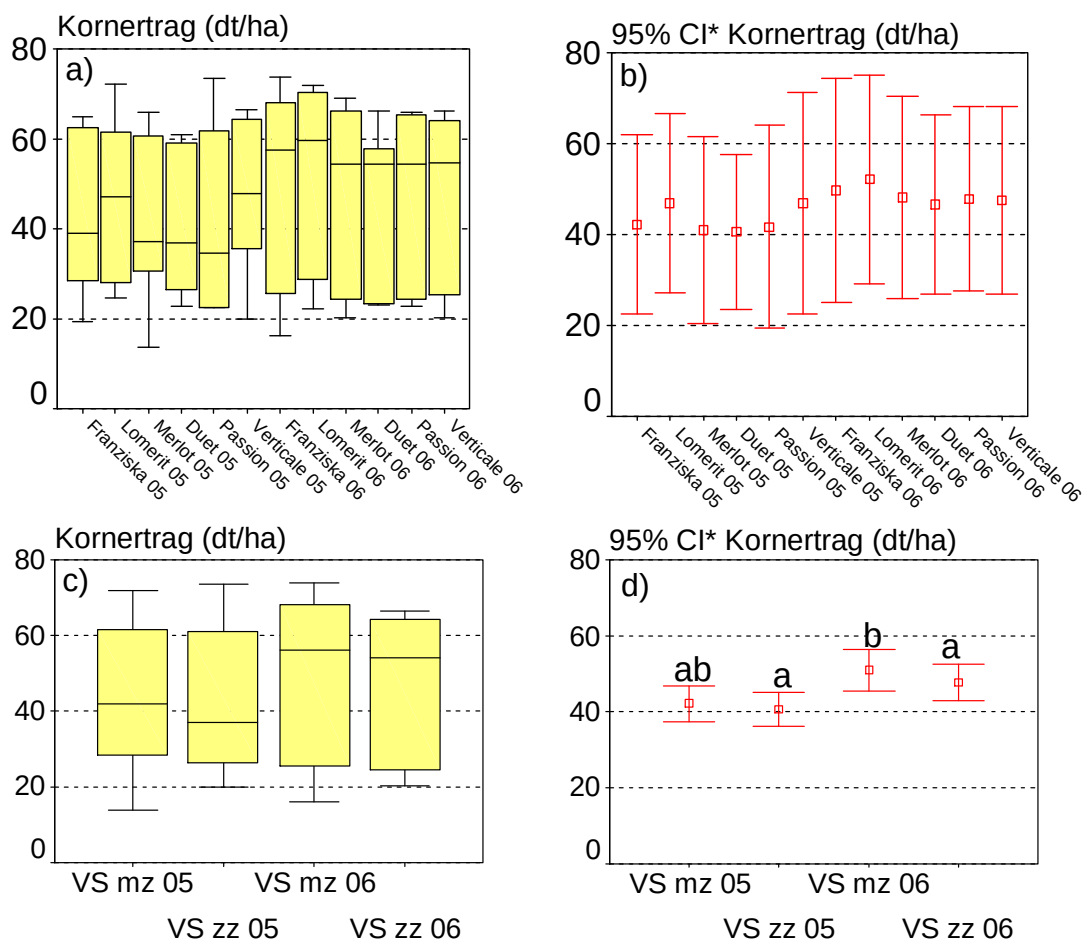


Abb. 15: Über sechs Standorte (Hlf, Osn, Wie, Auw, Gbh, Dfh) gemittelte Kornerträge der Verrechnungsorten (VS) des Bundessortenamtes (mz und zz) im Wintergerste-Sortenversuch (2005, 2006)

*) 95% CI = Vertrauensbereich für den Mittelwert ($\alpha=0,05$); a, b: Signifikanzen nach Tukey, $\alpha=0,05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant

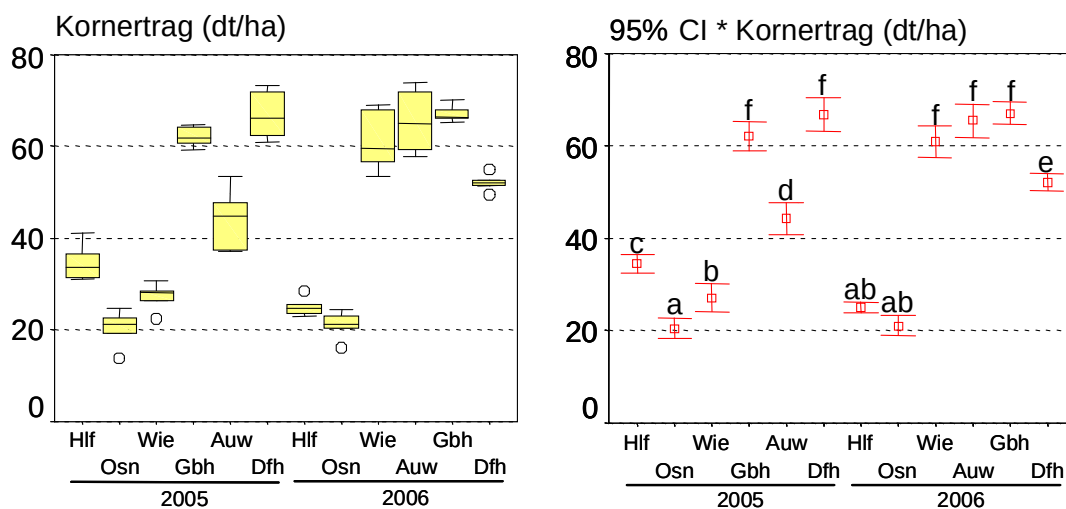


Abb. 16: Über alle Verrechnungsorten des Bundessortenamtes (mz und zz) gemittelte Kornerträge für die zweijährigen Standorte (vgl. S. 17) im Wintergerste-Sortenversuch (2005, 2006)

*) 95% CI = Vertrauensbereich für den Mittelwert ($\alpha=0,05$); a, b: Signifikanzen nach Tukey, $\alpha=0,05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; o: vgl. Anm. S. 31 oben

3.3.2.2 Kornerrträge 2005

Abbildung 17 zeigt die zusammengefassten Ertragsdaten des Jahres 2005.

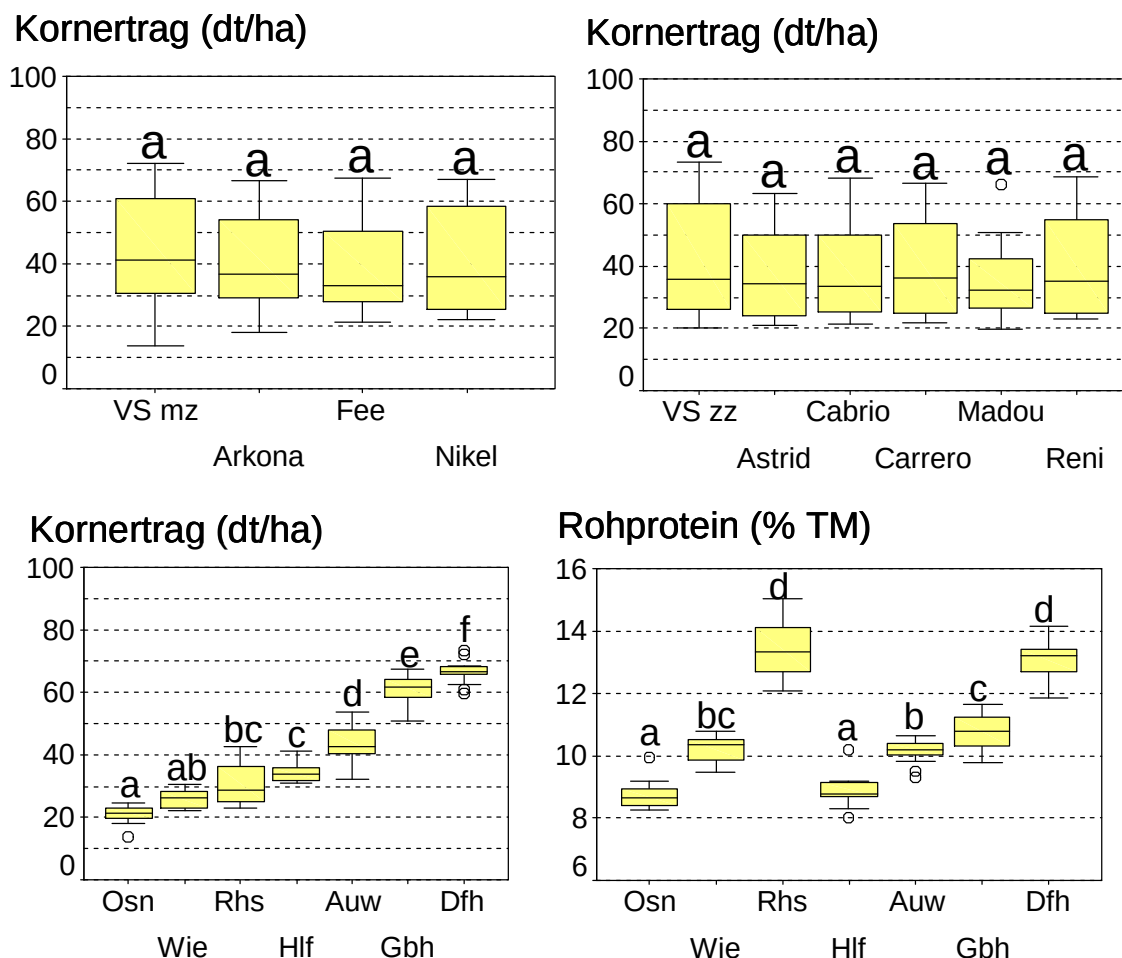


Abb. 17: Ertragsdaten im Wintergerste-Sortenversuch 2005: oben = über 7 Standorte gemittelte Kornerrträge der VS BSA und der Testsorten; unten = über alle Sorten gemittelter Kornerrtrag und Rohprotein-Gehalt (NIRS) für die Versuchsstandorte (a-f: Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$, Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; ○: vgl. Anm. S. 31 oben)

Im Kornerrtrag der Sorten (oben) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen dem gemittelten Ergebnis der Verrechnungssorten und den Testsorten (DUNNETT-Test, $\alpha=0.05$). Im Gegensatz dazu unterschied sich der über alle Sorten gemittelte Kornerrtrag zwischen den Standorten (unten) deutlich und signifikant, ebenso der gemittelte Rohproteingehalt in der Trockenmasse. Der Rohproteingehalt erhöhte sich überschlägig von Norden nach Süden (vgl. Abb. 6), was eine klimatische Hauptursache haben könnte. Der höchste Gehalt wurde für die Gerstenproben nahe dem warmen Rheingraben bei Karlsruhe gemessen (Rhs), allerdings auf einem niedrigen Ertragsniveau. In Tab. 12 sind die Relativerträge und die Signifikanzen innerhalb der einzelnen Standorte ebenso der gemittelte Rohproteingehalt in der Trockenmasse.

Tab. 12: Relative Kornenerträge (höchster Ertrag = 100) und Signifikanzen für die Einzelstandorte im Sortenversuch 2005 [in Klammern unter den Standorten ist der jeweilige Durchschnittsertrag (dt/ha) über alle Sorten angegeben, (T: Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)]

		Korneträge (relativ)																											
Standort:		Osn			Wie			Rhs			Hlf			Auw			Gbh			Dfh									
		(21,0)			(25,8)			(30,3)			(34,3)			(43,7)			(61,2)			(66,5)									
Zeil.	Sorte	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	
mz	Franziska	77,9	ab	77,9	92,7	a	92,7	89,7	ab	89,7	75,5	a	75,5	87,9	a	87,9	100	a	96,5	86,6	a	84,9							
	Lomerit	100	b	100	92,0	a	92,0	85,0	ab	85	100	b	100	100	a	100	95,1	a	91,7	100	a	98,0							
	Merlot	55,8	a	55,8	100	a	100	100	b	100	76,0	a	76,0	80,3	a	80,3	93,5	a	90,2	91,4	a	89,5							
	Arkona	73,3	ab	73,3	86,0	a	86,0	86,1	ab	86,1	76,4	a	76,4	92,3	a	92,3	90,4	a	87,2	92,1	a	90,3							
	Fee	86,1	ab	86,1	74,4	a	74,4	77,0	ab	77,0	79,3	a	79,3	82,2	a	82,2	87,8	a	84,7	93,4	a	91,5							
	Nikel	97,8	b	97,8	71,7	a	71,7	61,4	a	61,4	86,9	ab	86,9	97,6	a	97,6	99,5	a	95,9	92,8	a	91,0							
zz	Duet	97,3	a	92,1	92,6	a	86,4	78,4	a	60,5	100	a	88,4	77,6	ab	69,4	87,9	ab	87,9	82,9	a	82,9							
	Passion	96,2	a	91,1	78,2	a	73,0	100	a	77,2	87,6	a	77,5	78,3	ab	70,0	92,1	ab	92,1	100	b	100							
	Verticale	85,4	a	80,9	91,1	a	85,0	90,2	a	69,6	97,7	a	86,4	100	c	89,5	96,1	ab	96,1	90,6	ab	90,6							
	Astrid	89,5	a	84,7	82,5	a	77,1	75,1	a	57,9	94,0	a	83,1	84,5	abc	75,6	93,9	ab	93,9	81,1	a	81,1							
	Cabrio	90,9	a	86,1	80,2	a	74,8	83,8	a	64,6	91,7	a	81,1	88,8	bc	79,4	85,5	ab	85,5	92,7	ab	92,7							
	Carrero	92,8	a	87,8	91,3	a	85,3	69,5	a	53,7	99,3	a	87,9	89,2	bc	79,8	95,5	ab	95,5	90,6	ab	90,6							
	Madou	84,5	a	80,0	100	a	93,4	73,7	a	56,9	92,9	a	82,2	67,4	a	60,3	75,6	a	75,6	90,0	ab	90,0							
	Reni	100	a	94,7	93,3	a	87,1	69,8	a	53,8	96,2	a	85,1	88,5	bc	79,2	100	b	100	93,2	ab	93,2							

In Tab. 12 sind die Relativerträge und die Signifikanzen innerhalb der einzelnen Standorte zusammengefasst. Innerhalb der mehrzeiligen Gersten erbrachte die Sorte LOMERIT an vier Standorten die höchsten Erträge, was sich jedoch nur für zwei Standorte (Osn, Hlf) und nur gegenüber den ertragsschwächsten Sorten statistisch sichern ließ. MERLOT erzielte an zwei Standorten die höchsten Erträge. Statistisch sichern ließ sich dies jedoch nur für den Standort Rhs gegenüber NIKEL. Nur in Wie lagen alle Verrechnungssorten im Ertrag über den Testsorten, allerdings ohne statistische Absicherung. An allen anderen Orten zeigte sich mindestens eine der Testsorten gegenüber einem Teil der Verrechnungssorten als gleichrangig. Bei den zweizeiligen Gersten ergaben sich ebenfalls nur an drei Standorten (Auw, Gbh, Dfh) signifikante Ertragsunterschiede. Die statistische Absicherung gelang wiederum nur gegenüber den ertragsschwächsten Sorten. An zwei Standorten (Osn, Gbh) erzielte die Testsorte RENI den höchsten Ertrag, allerdings ohne eine statistische Absicherung gegenüber den Verrechnungssorten. Da das Ertragsniveau gut den Versorgungszustand des Standortes mit pflanzenverfügbarem Stickstoff im Frühjahr widerspiegelt (vgl. 3.3.1) ist in Tab. 12 unter der Standortangabe der gemittelte Ertrag über alle Sorten angegeben. Unter Berücksichtigung dieser Ertragsdaten lassen sich keine statistisch gesicherten Sortenempfehlungen dahingehend ableiten, welche Wintergersten sich hinsichtlich der Ertragsleistung für welche Standorte und Klimate eignen. Auffällig ist lediglich das ausgesprochen schlechte Ertragsniveau von MERLOT am ertragsschwächsten Standort Osn, das sich am ebenfalls ertragsschwachen Standort Wie jedoch nicht bestätigte.

3.3.2.3 Kornenerträge 2006

Abbildung 18 zeigt die zusammengefassten Ertragsdaten des Jahres 2006. Im Kornerntrag der Sorten (oben) zeigte sich auch in diesem Jahr kein signifikanter Unterschied zwischen dem gemittelten Ergebnis der Verrechnungssorten und den Testsorten (DUNNETT-Test, $\alpha=0,05$). Im Gegensatz dazu

unterschied sich der über alle Sorten gemittelte Kornertag zwischen den Standorten erneut deutlich und signifikant, ebenso der gemittelte Rohproteingehalt in der Trockenmasse.

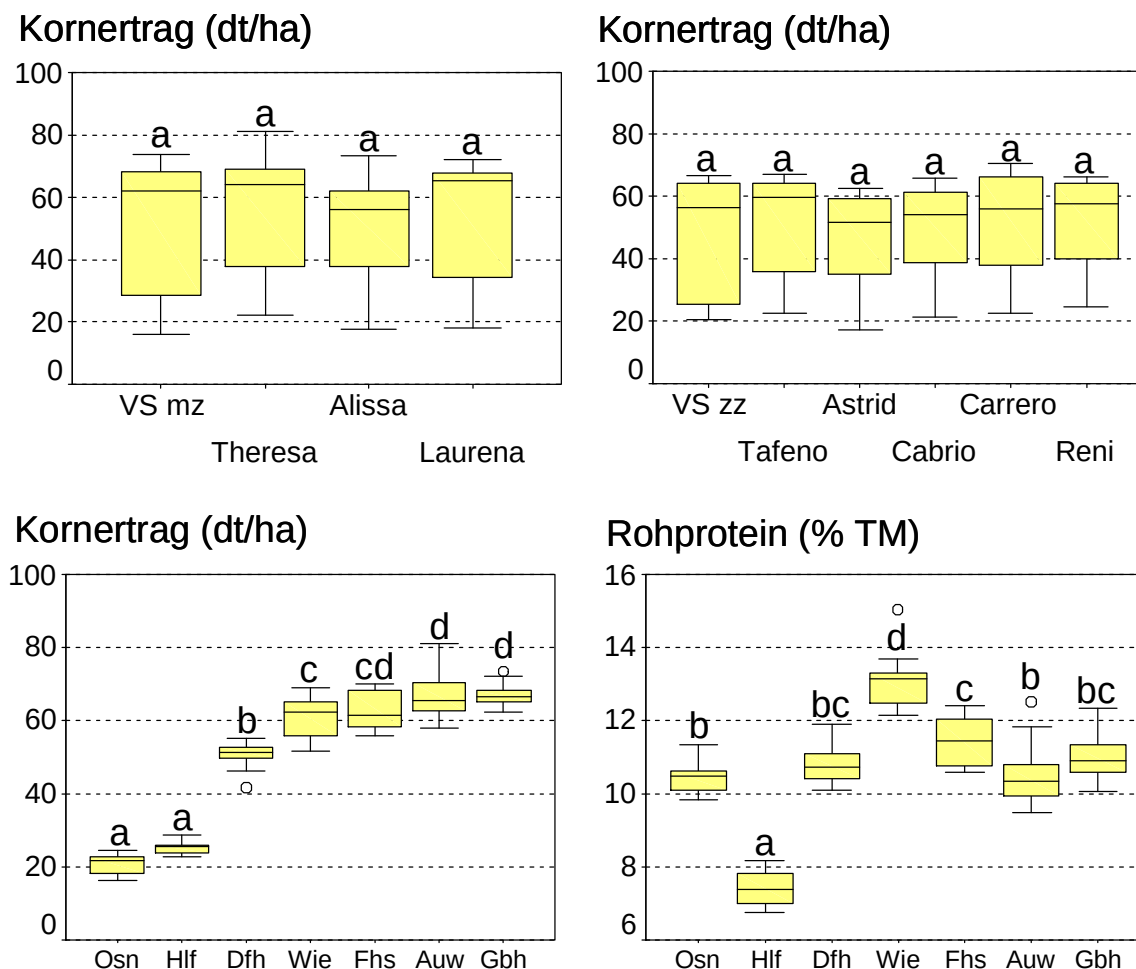


Abb. 18: Ertragsdaten im Wintergerste-Sortenversuch 2006: oben = über 7 Standorte gemittelte Kornertäge der Verrechnungssorten des Bundessortenamtes (VS) und der Testsorten (TS); unten = über alle Sorten gemittelter Kornertag und Rohprotein-Gehalt (NIRS) für die Versuchsstandorte

(a-d: Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; ○: vgl. Anm. S. 31 oben)

In Tabelle 13 sind Relativerträge und Signifikanzen innerhalb der einzelnen Standorte zusammengefasst. Auch in diesem Jahr zeigten sich unter den mehrzeiligen Gersten nur geringe, unter den zweizeiligen Gersten fast keine signifikanten Unterschiede in den Kornertägen. Die mehrzeilige LAURENA, die sich in der Evaluierung sowohl nach künstlicher als auch nach natürlicher Infektion mit Flugbrandsporen befallsfrei zeigte, war nur am Standort Dfh und auch nur gegenüber FRANZISKA signifikant schwächer im Kornertag. Die gegen Flugbrand unempfindliche Wintergerste CARRERO zeigte an vier Standorten unter den zweizeiligen Gersten den höchsten Ertrag, jedoch (außer gegenüber DUET in Auw) ohne statistische Absicherung. Erwähnt werden muss an dieser Stelle die zweizeilige MERCEDES, die am Standort Fhs auf Vorschlag des Versuchsbetreuers (Herrn Kölsch)

ebenfalls im Sortenversuch angebaut wurde (Tab. 14). MERCEDES zeigte sich in der Evaluierung unter einjähriger Testung befallsfrei gegenüber Hartbrand und befallsfrei gegenüber Flugbrand nach natürlicher Infektion. Mit einer Ertragsleistung von 66 dt/ha war sie am Standort Fhs die ertragsstärkste unter den zweizeiligen Gersten (1,9 dt über PASSION) und unterschied sich nicht signifikant von den im Ertrag knapp höher liegenden mehrzeiligen Wintergersten.

Tab. 13: Relative Kornerträge und Signifikanzen für die Einzelstandorte im Sortenversuch 2006 [in Klammern unter den Standorten ist der jeweilige Durchschnittsertrag (dt/ha) über alle Sorten angegeben; T: Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant]

		Kornerträge (relativ)																										
Standort:		Osn (21,0)			Hlf (25,2)			Dfh (50,5)			Wie (60,6)			Fhs (62,8)			Auw (66,4)			Gbh (67,2)								
Zeil.	Sorte	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel	rel	T	rel
mz	Franziska	72,5	a	66,0	89,1	a	89,1	100	b	95,8	89,7	ab	89,7	97,5	a	97,5	90,9	bc	90,9	92,6	a	92,6						
	Lomerit	100	a	91,0	100	b	100	97,7	ab	93,6	98,3	ab	98,3	100	a	100	88,5	bc	88,5	95,8	a	95,8						
	Merlot	91,4	a	83,2	85,0	a	85,0	94,0	ab	90,1	100	b	100	94,8	a	94,8	73,1	a	73,1	90,4	a	90,4						
	Theresa	99,7	a	90,7	89,8	ab	89,8	95,2	ab	91,2	92,8	ab	92,8	99,1	a	99,1	100	c	100	92,9	a	92,9						
	Alissa	79,3	a	72,2	82,7	a	82,7	98,1	ab	94,0	81,2	a	81,2	88,0	a	88,0	77,4	ab	77,4	100	a	100						
	Laurena	81,5	a	74,2	92,8	ab	92,8	79,1	a	75,8	95,7	ab	95,7	99,6	a	99,6	80,3	ab	80,3	98,2	a	98,2						
zz	Duet	93,8	a	93,8	90,0	a	82,4	93,6	a	93,6	88,2	a	83,3	95,5	a	87,4	82,0	a	71,2	99,4	a	90,4						
	Passion	100	a	100	87,4	a	80,0	100	a	100	82,1	a	77,5	100	a	91,6	93,6	ab	81,3	97,7	a	88,8						
	Verticale	82,9	a	82,9	97,0	a	88,8	95,3	a	95,3	86,8	a	82,0	90,9	a	83,2	90,9	ab	79,0	99,0	a	90,0						
	Tafeno	91,9	a	91,9	96,5	a	88,4	84,2	a	84,2	98,3	a	92,9	93,0	a	85,1	94,7	ab	82,2	95,7	a	87,0						
	Astrid	71,4	a	71,4	90,7	a	83,1	83,6	a	83,6	79,4	a	75,1	90,2	a	82,7	85,8	ab	74,5	93,5	a	85,1						
	Cabrio	87,1	a	87,1	95,3	a	87,3	98,0	a	98,0	79,9	a	75,5	93,5	a	85,7	89,4	ab	77,7	98,6	a	89,7						
	Carrero	92,3	a	92,3	100	a	91,6	90,2	a	90,2	100	a	94,5	87,2	a	79,9	100	b	86,9	100	a	90,9						
	Reni	99,5	a	99,5	98,6	a	90,3	98,5	a	98,5	96,3	a	91,0	90,2	a	82,6	93,8	ab	81,4	97,7	a	88,8						

Die Anbaueignung der Wintergersten lässt sich nicht über den Kornertrag alleine bewerten. Weitere Kriterien sind der Proteinерtrag und, in Hinblick auf die qualitative Eignung als Futtermittel, insbesondere auch der Proteingehalt. Eine den Korn- und Proteinерtrag berücksichtigende Gesamtbewertung erfolgt (in Ermangelung signifikanter Sortenunterschiede über alle Standorte) nach Bewertungspunkten, die anhand des Vergleichs der Standort-Einzeldaten zu den Standort-Mittelwerten vergeben werden (vgl. 3.3.4, Tab. 18). Tabelle 14 zeigt die Vergabe der Bewertungspunkte für die Kornerträge. Für jedes Ertragsergebnis einer einzelnen Sorte, das über dem Ertragsmittel aller Sorten für einen Standort lag, wurde ein **Positivpunkt (PP)** vergeben. Beispielsweise erbrachte die Sorte LOMERIT zur Ernte 2005 an allen sieben Standorten einen überdurchschnittlichen Ertrag, was sich insgesamt zu sieben Positivpunkten aufsummiert.

3.3.3 Labordaten zu den wertgebenden Inhaltsstoffen

3.3.3.1 Wertgebende Inhaltsstoffe nach Referenzanalyse

Die Ergebnisse der Referenzanalyse (nur für Dfh) finden sich im Anhang in Tabelle A3. Der Rohproteingehalt der Wintergersten streute zur Ernte 2005 (Ertragsniveau = 66,5 dt Korn pro Hektar über alle Sorten) von 11,8 bis 13,7 Prozent. Im Jahr 2006 lag der Rohproteingehalt bei einem niedrigeren Ertragsniveau (50,5 dt Korn pro Hektar) darunter und schwankte bei einem geringfügig veränderten Sortenspektrum zwischen 10,0 und 11,5 Prozent. Beim relativ höheren Ertragsniveau zeig-

Tab. 14: Kornerträge für die Einzelstandorte in den Sortenversuchen und resultierende Positivepunkte (PP), Erklärung siehe Text

Ernte 2005									Ernte 2006									
Zeil.	Sorte	Standort							Summe	Sorte	Standort							Summe
		Osn	Wie	Rhs	Hlf	Auw	Gbh	Dfh			Osn	Hlf	Dfh	Wie	Fhs	Auw	Gbh	
		dt/ha							PP		dt/ha							PP
mz	Franziska	19,3	28,4	38,4	31,1	47,0	64,9	62,4	4	Franziska	16,2	25,5	52,8	61,9	68,3	73,8	68,0	6
	Lomerit	24,8	28,2	36,3	41,2	53,5	61,7	72,0	7	Lomerit	22,3	28,6	51,6	67,8	70,0	71,9	70,4	7
	Merlot	13,8	30,7	42,7	31,3	42,9	60,7	65,8	2	Merlot	20,4	24,3	49,6	69,0	66,4	59,3	66,4	2
	Arkona	18,2	26,4	36,8	31,5	49,4	58,6	66,4	3	Theresa	22,3	25,7	50,2	64,0	69,4	81,2	68,2	6
	Fee	21,4	22,8	32,9	32,7	44,0	56,9	67,3	4	Alissa	17,7	23,7	51,8	56,0	61,6	62,8	73,5	2
	Nikel	24,2	22,0	26,2	35,8	52,2	64,5	66,9	5	Laurena	18,2	26,5	41,8	66,0	69,7	65,2	72,1	4
zz	Duet	22,8	26,5	25,9	36,4	37,1	59,1	61,0	3	Duet	23,0	23,6	51,5	57,5	61,2	57,8	66,4	2
	Passion	22,6	22,4	33,0	31,9	37,4	61,9	73,5	4	Passion	24,5	22,9	55,1	53,5	64,1	66,0	65,2	3
	Verticale	20,0	-	29,8	35,6	47,8	64,3	66,6	4	Verticale	20,4	25,4	52,5	56,6	58,3	64,1	66,1	2
	Astrid	21,0	23,6	24,8	34,2	40,4	63,1	59,6	1	Tafeno	22,5	25,3	46,4	64,1	59,6	66,8	63,9	4
	Cabrio	21,3	23,0	27,6	33,4	42,5	57,5	68,2	1	Astrid	17,5	23,8	46,1	51,8	57,9	60,5	62,5	0
	Carrero	21,8	26,2	23,9	36,2	42,7	64,2	66,6	5	Cabrio	21,4	25,0	54,0	52,1	59,9	63,0	65,9	2
	Madou	19,8	28,6	24,3	33,8	32,2	50,8	66,2	1	Carrero	22,7	26,2	49,7	65,2	55,9	70,5	66,8	4
	Reni	23,5	26,7	23,0	35,0	42,3	67,3	68,5	5	Reni	24,4	25,8	54,2	62,8	57,8	66,1	65,2	4
	Mittel:	21,0	25,8	30,4	34,3	43,7	61,1	66,5	3,5	Mittel:	21,0	25,1	50,5	60,6	62,8	66,4	67,2	3,4
									(Mercedes 66,0)									

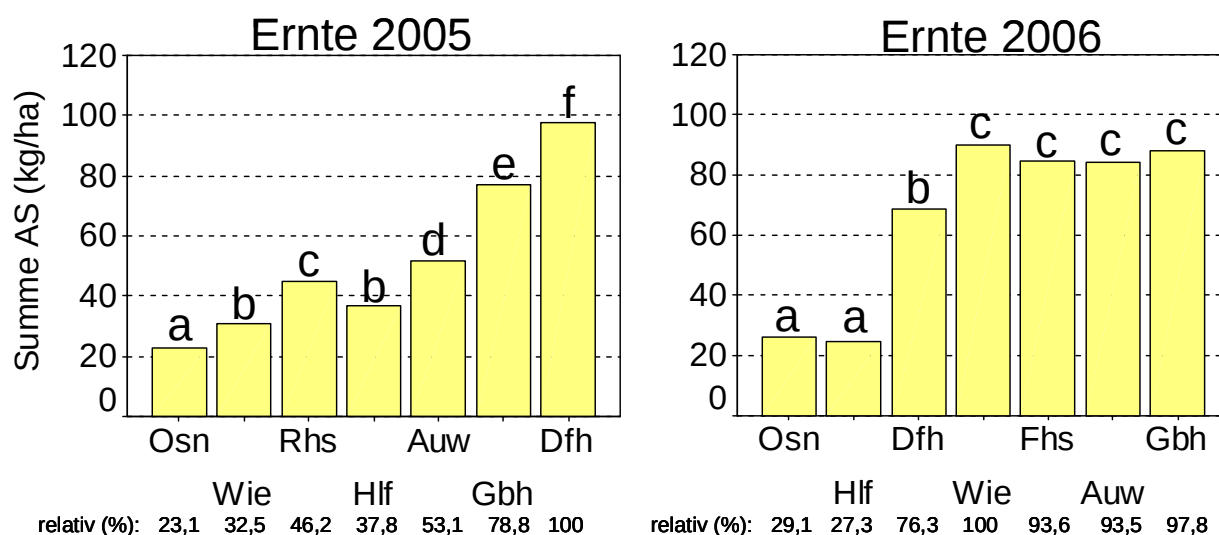
ten alle zweizeiligen Gersten mit guten Resistenzwerten gegenüber Flugbrand einen überdurchschnittlichen Gehalt an Rohprotein und (außer CARRERO) an Lysin. Bei den mehrzeiligen Gersten erreichten nur MERLOT und FEE einen überdurchschnittlichen Gehalt. Beim niedrigeren Ertragsniveau im zweiten Untersuchungsjahr erreichten die hochresistenten LAURENA und ASTRID einen überdurchschnittlichen Rohprotein- und Aminosäuregehalt und CARRERO verfehlte ihn nur knapp.

Die Referenzanalyse an nur einem Standort mit einer Mischprobe von 3 Parzellen je Sorte kann keine Grundlage für eine Sortenempfehlung über viele Anbauregionen sein. Sie diene in erster Linie zur Beurteilung der Genauigkeit der Analysedaten mittels NIRS (Nahinfrarotspektroskopie), die als das preisgünstigere Verfahren für alle Sorten und Standorte des Sortenversuches Verwendung fand. Hierzu sind in Tabelle 15 die prozentualen Abweichungen zur Referenzanalyse aufgeführt. Der Vergleich erfolgte mit Proben aus der Ernte 2006 (Dfh).

Die durchschnittliche Abweichung der Werte liegt zwischen + 3,4 (Threonin) und – 10,0 Prozent (Cystin/Methionin). Für einzelne Messwerte liegen die Abweichungen teils deutlich höher. Die größte Abweichung findet sich für die Summe Cystin/Methionin, dessen Messwert für die Sorte CABRIO um 19,1 % unter demjenigen der Referenzanalyse liegt. Die durchgehende Übereinstimmung für Tryptophan mag verwundern, entspricht aber den von Labor mitgeteilten Daten. In Abb. 19 sind zur Bewertung des Streuungsausmaßes der NIRS-Werte die aufsummierten Erträge (kg/ha) der gemessenen essentiellen Aminosäuren im Vergleich der Standorte dargestellt. Die prozentualen Abweichungen dieser Werte untereinander liegen prozentual betrachtet deutlich höher als die durchschnittlichen prozentualen Abweichungen der NIRS-Werte von der Referenzanalyse in Tabelle 15. So bewertet sind NIRS-Messungen (bei Heranziehung von Durchschnittswerten eines Gerstensoriments) für einen Vergleich der Standorte hinreichend genau. Die Genauigkeit genügt ebenfalls für den Vergleich des Rohprotein- oder Stärkegehalts individueller Gerstensorten. Will man die Varietäten für einen Einzelstandort bzgl. ihrer Inhaltsstoffe, insbesondere bzgl. ihres Gehaltes an Aminosäuren, sicher vergleichen, sollte dies besser referenzanalytisch erfolgen.

Tab. 15: Prozentuale Abweichung der Laboranalysen mittels NIRS vom Ergebnis der Referenzanalyse

		Abweichung der NIRS-Werte von den Werten der Referenzanalyse (%)							
Zeil.	Sorte	Asche	Rohfaser	Stärke	Rohprotein	Lysin	Cystin/Methionin	Threonin	Tryptophan
mz	Franziska	0,0	3,2	0,4	-0,7	1,3	-6,3	3,4	0
	Lomerit	-2,0	4,7	0,2	1,3	4,0	-5,2	6,7	0
	Merlot	0,0	2,9	-1,1	-1,5	-2,3	-11,3	0,8	0
	Theresa	1,1	-1,4	-1,3	-0,7	-2,2	-17,6	0,6	0
	Alissa	0,0	-1,8	0,4	1,9	0,5	-4,2	4,7	0
	Laurena	0,0	0,0	-1,1	3,2	0,1	-5,1	2,6	0
zz	Duet	-0,3	5,4	0,3	0,4	-5,0	-18,0	3,5	0
	Passion	1,3	-2,7	-0,1	-0,7	-5,4	-14,5	0,6	0
	Verticale	0,0	3,7	0,7	1,0	-2,1	-8,1	2,7	0
	Tafeno	0,0	4,6	-0,6	1,7	-5,2	-16,8	3,0	0
	Astrid	0,0	-0,2	-0,9	3,1	2,0	-9,0	6,2	0
	Cabrio	0,1	5,0	-0,3	-1,6	-2,9	-19,1	1,3	0
	Carrero	0,0	(-21,1)	-2,9	3,7	3,1	1,1	6,8	0
	Reni	1,7	0,9	0,9	2,6	0,6	-5,4	4,3	0
Ø:		0,1	1,9	-0,4	1,0	-1,0	-10,0	3,4	0
Min:		-2,0	-2,7	-2,9	-1,6	-5,4	-19,1	0,6	0
Max:		1,7	5,4	0,9	3,7	4,0	1,1	6,8	0
Δ (%)		3,7	8,1	3,9	5,3	9,4	20,2	6,2	0

**Abb. 19:** Aufsummierter Aminosäureertrag (Lysin, Cystin/Methionin, Threonin und Tryptophan) der Wintergersten an den Standorten des Sortenversuchs (nach NIRS) [a-f = Signifikanzen nach TUKEY innerhalb des linken bzw. rechten Graphs ($\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)]

3.3.3.2 Wertgebende Inhaltsstoffe nach NIRS (Proteinerträge, -gehalte)

Neben den Kornerträgen waren die Rohprotein- und Aminosäure-Erträge an den einzelnen Standorten von Interesse. Eine Zusammenstellung der Daten findet sich im Anhang in Tabelle A4 (a, b). Die Ertragsdaten wurden aus den ebenfalls im Anhang zu findenden NIRS-Werten (Tab. A6 a, b) für eine Trockenmasse von 86 % berechnet. Wie auch schon bei den Kornerträgen zeigten sich für die Sorten im Durchschnitt über alle Standorte für den Rohproteinерtrag keine statistisch gesicher-

ten signifikanten Unterschiede. Der Unterschied zwischen den Standorten war jedoch beträchtlich. Dies traf für beide Versuchsjahre und für alle untersuchten essentiellen Aminosäuren zu und ist in Abbildung 20 exemplarisch für die Erntedaten des Versuchsjahres 2006 dargestellt.

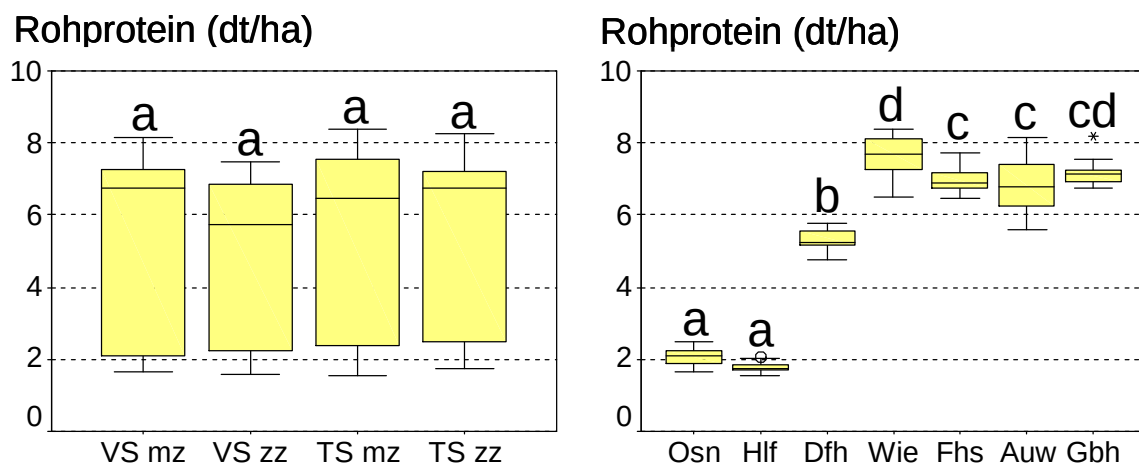


Abb. 20: Ertragsdaten im Wintergerste-Sortenversuch 2006: links = über 7 Standorte gemittelte Rohproteinträge der Verrechnungssorten des Bundessortenamtes (VS) und der Testsorten (TS); rechts = über alle Sorten gemittelter Rohproteinträge für die Versuchsstandorte

(a-d: Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; *, o: vgl. Anm. S. 31 oben)

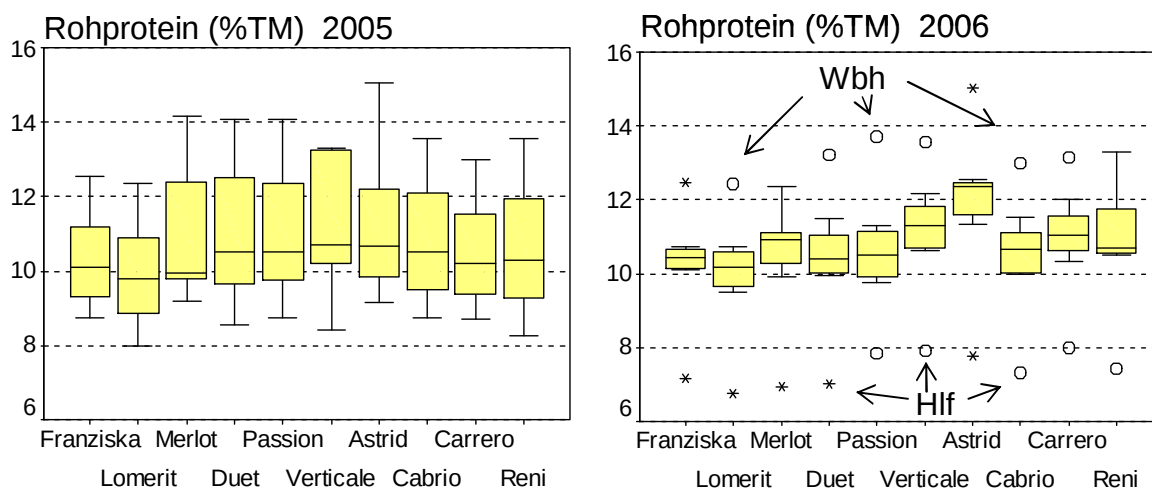
Um in Ermangelung statistischer Signifikanzen dennoch zu einer Differenzierung zwischen den Sorten zu gelangen, wurden analog zu den Kornträgen Positivpunkte für die Protein-Ertragsleistung an den einzelnen Standorten vergeben. Für jedes Ertragsergebnis der einzelnen Sorten, das über dem Ertragsmittel aller Sorten für einen Standort liegt, wird ein Positivpunkt vergeben. Die Wertung für beide Untersuchungsjahre ist in Tabelle 16 wiedergegeben.

Gemessen an den Kornträgen zeigte das Erntejahr 2005 bezogen auf die Verrechnungssorten ein um 5,6 dt geringeres Ertragsniveau als 2006 (43,1/ha und 48,7 dt/ha). In diesem ertragsschwächeren Jahr erbrachten alle Verrechnungssorten einen überdurchschnittlichen Rohproteintrag, auch MERLOT, die im Korntrag an fünf von sieben Standorten nicht das Sortenmittel erreichte. Unter den aufgrund ihrer guten Resistenzeigenschaften gegen Flugbrand ausgewählten Wintergersten zeigten nur NIKEL und RENI überdurchschnittliche Rohproteinträge. Im ertragsstärkeren Erntejahr 2006 lag unter den Verrechnungssorten LOMERIT über dem Durchschnitt, wie auch die Öko-Verrechnungssorte THERESA und die Testsorten LAURENA und RENI. Die im Korntrag starke FRANZISKA zeigte dies nicht im Rohproteintrag. Für die Bewertung derjenigen Gersten, die über zwei Jahren im Sortenversuch standen (Tab. 16, rechte Spalte), wurden die Positivpunkte beider Jahre gemittelt. Unter den Verrechnungssorten präsentierten sich bei zweijähriger Beurteilung nur PASSION und VERTICALE als überdurchschnittlich ertragsstark, wie auch die Testsorten CARRERO und RENI.

Tab. 16: Positivpunkte (PP) für die **Proteinertträge** in den Sortenversuchen, Erklärung s. Text

Ernte 2005						Ernte 2006						Ø PP RP 05+06	
Zeil.	Sorte	Positivpunkte					Sorte	Positivpunkte					
		RP	Lys	Cys/Met	Thr	Try		RP	Lys	Cys/Met	Thr	Try	
mz	Franziska	4	4	4	4	3	Franziska	3	3	2	3	3	3,5
	Lomerit	5	6	6	6	6	Lomerit	4	5	4	4	5	4,5
	Merlot	4	4	4	4	4	Merlot	3	3	3	3	3	3,5
	Arkona	3	3	3	3	3	Theresa	5	6	5	5	6	
	Fee	2	2	3	2	2	Alissa	1	5	1	1	2	
	Nikel	4	4	4	4	5	Laurena	5	5	5	5	5	
zz	Duet	4	4	4	3	4	Duet	1	2	3	2	2	5,0
	Passion	4	4	4	4	4	Passion	3	3	2	3	3	7,0
	Verticale	4	4	4	4	3	Verticale	3	3	3	3	3	7,0
	Astrid	3	3	3	3	3	Astrid	2	2	2	2	2	5,0
	Cabrio	3	2	3	3	2	Cabrio	1	1	1	1	2	4,0
	Carrero	3	3	4	4	3	Carrero	3	4	4	4	5	6,0
	Reni	4	5	5	5	5	Reni	6	4	4	4	5	10,0
	Madou	2	2	2	2	1	Tafeno	3	3	4	3	3	
Mittel:	3,5	3,6	3,8	3,6	3,4	Mittel:	3,1	3,5	3,1	3,1	3,5	5,6	

Neben dem Korn- und dem Proteinerttrag ist vor allem auch der Gehalt an essentiellen Aminosäuren für die Nutzung der Wintergerste als Futtergetreide bedeutsam, da diese in der ökologischen Tierfütterung zum minimierenden Faktor werden können. Eine Zusammenstellung der Daten zu den Rohprotein- und Aminosäuregehalten findet sich im Anhang in Tabelle A6 (a, b), eine grafische Darstellung der über alle Standorte gemittelten Rohproteingehalte in Abbildung 21.

**Abb. 21:** Rohproteingehalt der Wintergersten an den Standorten des Sortenversuchs (nach NIRS)
[* , ○: vgl. Anm. S. 31 oben]

Bei der Darstellung mittels boxplots fällt auf, dass die Rohprotein-Gehalte in 2006 stärker streuten, als in 2005, was sich durch die vielen Ausreißer und Extremwerte besonders verdeutlicht. Alle Ausreißer und Extremwerte mit hohem Proteingehalt in 2006 sind dem Standort Wiebrechtshausen zuzuordnen, diejenigen mit niedrigem Proteingehalt dem Standort Holtorfsloh. Die Sorte ASTRID zeigte am besseren dieser beiden Standorte einen um 2,2-fach höheren Rohproteingehalt als die Sor-

Ernte 2005 gibt Tabelle 18. Ergänzend zu den Positivpunkten und deren Aufsummierung sind die Evaluierungsergebnisse der Flug- und Hartbrandresistenz angegeben.

Die Ernte 2005 war im gemittelten Kornertrag der Verrechnungssorten (43,1 dt/ha) das ertragschwächere der beiden Versuchsjahre des Sortenversuches. Die mehrzeiligen Verrechnungssorten LOMERIT und MERLOT und alle zweizeiligen Verrechnungssorten erreichten in der Aufsummierung der Wertungen eine überdurchschnittliche Punktezahl. Unter den Testssorten konnten NIKEL, ASTRID und RENI eine überdurchschnittliche Bewertung erreichen.

Eine entsprechende Zusammenstellung für das zweite Jahr des Sortenversuches findet sich in Tabelle 19. In der Aufsummierung der Positivpunkte zeigten unter den Verrechnungssorten LOMERIT und VERTICALE eine überdurchschnittlich gute Bewertung, ebenso THERESA als Verrechnungssorte der 'AG Versuchsansteller im Ökologischen Landbau'. Letztere erwies sich allerdings in der Evaluierung als relativ anfällig für Flugbrand (vgl. Abb. 27). Unter den Testssorten mit besseren Resistenzeigenschaften konnten LAURENA, CARRERO und RENI überdurchschnittlich punkten.

Zehn der getesteten Sorten standen zweijährig im Sortenversuch. Eine Zusammenstellung zeigt Tabelle 20. Hierbei wurden die Positivpunkte über beide Jahre gemittelt. Unter den Verrechnungssorten erlangten nur LOMERIT und VERTICALE eine überdurchschnittliche Bewertung in den Positivpunkten. CARRERO und RENI mit sehr guten bzw. guten Resistenz-Eigenschaften gegenüber Flugbrand, erreichten überdurchschnittliche Sortenleistungen.

Tab. 18: Bewertung des Sortenvergleiches im Sortenversuch 2004-05

[Un = *Ustilago nuda*, Uh = *Ustilago hordei*; k = nach künstlicher Infektion, n = nach natürlicher Infektion]

Ernte 2005 (gemittelter Kornertrag* = 43,1 dt/ha)

Zeiligkeit	Sorte	Korn- ertrag	Positivpunkte			Maximalbefall (%)		
			RP- ertrag	RP- gehalt	Summe PP	nach Evaluierung		
						Un k	Un n	Uh k
mz	Franziska	4	4	1	9	39,7	1,60	0,94
	Lomerit	7	5	0	12	62,6	0,30	1,14
	Merlot	2	4	5	11	76,8	34,6	0,71
	Arkona	3	3	2	8	37,7	1,1	0,03
	Fee	4	2	3	9	71,0	1,1	0,21
	Nikel	5	4	5	14	13,4	4,3	0,75
zz	Duet	3	4	5	12	0	0,4	0
	Passion	4	4	6	14	50,0	7,6	0,75
	Verticale	4	4	3	11	85,1	>1-5	>0-1
	Astrid	1	3	7	11	0	0	2,38
	Cabrio	1	3	4	8	5,4	0,2	0,19
	Carrero	5	3	1	9	0	0	0,11
	Reni	5	4	3	12	21,4	0,3	0,06
	Madou	1	2	3	6	25,2	1,9	1,96
Mittel:		3,5	3,5	3,4	10,4			

*) Mittel der mehr- und zweizeiligen Verrechnungssorten (BSA)
der zweijährigen Standorte Auw, Dfh, Gbh, Hlf, Osn und Wie

Tab. 19: Bewertung des Sortenvergleiches im Sortenversuch 2005-06[Un = *Ustilago nuda*, Uh = *Ustilago hordei*; k = nach künstlicher Infektion, n = nach natürlicher Infektion]**Ernte 2006 (gemittelter Kornertrag* = 48,7 dt/ha)**

Zeiligkeit	Sorte	Positivpunkte			Summe PP	Maximalbefall (%) nach Evaluierung		
		Korn- ertrag	RP- ertrag	RP- gehalt		Un k	Un n	Uh k
mz	Franziska	6	3	0	9	39,7	1,60	0,94
	Lomerit	7	4	0	11	62,6	0,30	1,14
	Merlot	2	3	2	7	76,8	34,6	0,71
	Theresa	6	5	1	12	64,7	7,1	0,06
	Alissa	2	1	1	4	15,6	1,1	0
	Laurena	4	5	6	15	0	0	0,35**
zz	Duet	2	1	2	5	0	0,4	0
	Passion	3	3	3	9	50	7,6	0,75
	Verticale	2	3	7	12	85,1	>1-5	>0-1
	Astrid	0	2	7	9	70,4	1,3	2,38
	Cabrio	2	1	2	5	0	0	0,19
	Carrero	4	3	6	13	>10	0,2	0,11
	Reni	4	6	5	15	0	0	0,06
	Tafeno	4	3	2	9	25,2	1,9	9,44
	Mittel:	3,4	3,1	3,1	9,6			

*) Mittel der mehr- und zweizeiligen Verrechnungssorten (BSA)
der zweijährigen Standorte Auw, Dfh, Gbh, Hlf, Osn und Wie

**) Auswertung 2006

Tab. 20: Bewertung des Sortenvergleiches für zweijährig getestete Wintergersten[Un = *Ustilago nuda*, Uh = *Ustilago hordei*; k = nach künstlicher Infektion, n = nach natürlicher Infektion]

Status	Zeiligkeit	Sorte	Positivpunkte Ø 2005-2006			Summe PP	Maximalbefall (%) nach Evaluierung		
			Korn- ertrag	RP- ertrag	RP- gehalt		Un k	Un n	Uh k
VS	mz	Franziska	5	4	1	9,0	39,7	1,60	0,94
		Lomerit	7	5	0	11,5	62,6	0,30	1,14
		Merlot	2	4	4	9,0	76,8	34,6	0,71
	zz	Duet	3	4	2	8,0	0	0,4	0
		Passion	4	2	2	7,0	50,0	7,6	0,75
		Verticale	3	5	6	13,0	85,1	>1-5	>0-1
TS	zz	Astrid	1	3	4	6,5	0	0	2,38
		Cabrio	2	4	5	9,5	5,4	0,2	0,19
		Carrero	5	4	5	13,0	0	0	0,11
		Reni	5	3	7	14,0	21,4	0,3	0,06
		Mittel:	3,4	2,0	3,0	10,1			

3.3.5 Messung von Blattflächen und Halmlängen

Als wichtige Anzeiger zur Bewertung der Konkurrenzkraft der Einzelpflanzen gegenüber Beikräutern wurden am Standort Dottenfelderhof die Pflanzenhöhen und die Fahnenblattflächen der Wintergersten im Sortenversuch vermessen. Die Ergebnisse für diejenigen Gersten, die zweijährig getestet wurden, sind in Tabelle 21 dargestellt. Die gemessenen Blattflächen reichten von 5,6 bis 18 cm².

Tab. 21: Durchschnittliche Fahnenblattflächen und Halmlängen für Wintergersten mit zweijähriger Testung in den Sortenversuchen (T = Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

Blattfläche						06-05
		2005		2006		
Nmin (kg/ha):		116		87		
Zeil.	Sorte	cm ²	T	cm ²	T	Δ %
	Franziska	11,6	cd	10,0	f	17,0
mz	Lomerit	11,7	cd	8,9	ef	31,5
	Merlot	18,0	f	12,0	g	49,9
	Duet	11,5	cd	7,6	cd	51,5
	Passion	13,6	e	8,6	de	58,0
	Verticale	12,1	de	7,7	cd	58,4
zz	Astrid	8,3	a	5,8	ab	43,5
	Cabrio	11,5	cd	7,9	cde	45,6
	Carrero	9,6	ab	5,6	a	72,5
	Reni	10,4	bc	6,8	bc	53,2
	Ø	<u>11,8</u>		<u>8,1</u>		48,1
	Max	18,0		12,0		
	Min	<u>8,3</u>		<u>5,6</u>		
	Δ %	53,9		53,6		

Halmlänge						06-05
		2005		2006		
Nmin (kg/ha):		116		87		
	Sorte	cm	T	cm	T	Δ %
	Franziska	130,2	de	91,7	e	41,9
	Lomerit	132,9	e	91,9	e	44,6
	Merlot	137,1	f	102,0	f	34,4
	Duet	124,0	abc	84,9	cd	46,1
	Passion	121,6	a	83,4	cd	45,7
	Verticale	128,7	d	88,9	e	44,7
	Astrid	122,1	ab	79,2	ab	54,1
	Cabrio	125,0	bc	76,9	a	62,4
	Carrero	125,2	c	81,8	bc	53,0
	Reni	130,0	de	85,3	d	52,3
	Ø	<u>127,7</u>		<u>86,6</u>		47,9
	Max	137,1		102,0		
	Min	<u>121,6</u>		<u>76,9</u>		
	Δ %	11,3		24,5		

Die durchschnittliche Blattfläche über alle Sorten lag im Jahresvergleich in 2005 um 48,1 % über derjenigen von 2006. Auch die Halmlänge war im Durchschnitt über alle Sorten im Jahr 2005 um 47,9 % größer als im Jahr 2006. Dies verdeutlicht den großen Einfluss des verfügbaren Bodennickstoffs auf das Pflanzenwachstum, der auf den Versuchsflächen des Sortenversuches im Frühjahr 2005 nach Nmin-Untersuchung 116 kg N/ha und im Frühjahr 2006 87 kg N/ha betrug. Bei den Blattflächen reagierte CARRERO auf ein reichlicheres Stickstoffniveau mit einer erhöhten Blattfläche um 72,5 % am deutlichsten. MERLOT war in beiden Jahren die Varietät mit den größten Blättern und den längsten Halmen, also diejenige Sorte mit dem größten Schattenwurf der Einzelpflanzen. ASTRID und CARRERO, beide mit besten Resistenzeigenschaften gegen Flugbrand, zeigten in beiden Jahren unterdurchschnittliche Blattflächen und Halmlängen, was zu einer schlechten Beschattung von Beikräutern führen kann, wenn dies nicht über die Bestandesdichte ausgeglichen wird. In Abb. 22 und Abb. 23 sind die Mittelwerte der Blattflächen und der Halmlängen für die zweijährig getesteten Sorten dargestellt. Die Relationen der Messgrößen zwischen den Sorten blieben, wenn auch auf einem anderen Niveau, in etwa erhalten. Auffällig ist lediglich MERLOT, die sich beim höheren Stickstoffniveau bezüglich der Blattfläche noch deutlicher von den anderen Sorten unterschied.

In Abbildung 24 sind die Wuchshöhen und die Tausendkorngewichte der Wintergersten ausgewählter Standorte im Sortenversuch 2005-06 dargestellt. Zur Visualisierung der Verhältnisse der Werte zueinander sind die Messdaten verbunden.

Die große Streuung der Durchschnittserträge über alle Sorten belegte differierende Wachstumsbedingungen an diesen Standorten, die hauptsächlich auf die Menge an verfügbarem Stickstoff zurückzuführen waren (vgl. Abb. 13). Die Verbundlinien für die Wuchshöhen und die Tausendkorngewichte verlaufen (mit Ausnahme des Tausendkorngewichtes von THERESA) fast parallel. Die Relationen der Messgrößen untereinander bleiben an den verschiedenen Standorten auch hier in etwa erhalten. Schlechte Wachstumsbedingungen durch ein geringes Stickstoffangebot führten also gewissermaßen zu einer 'Miniaturisierung' der Pflanzen, wobei die Größenverhältnisse der Halmlän-

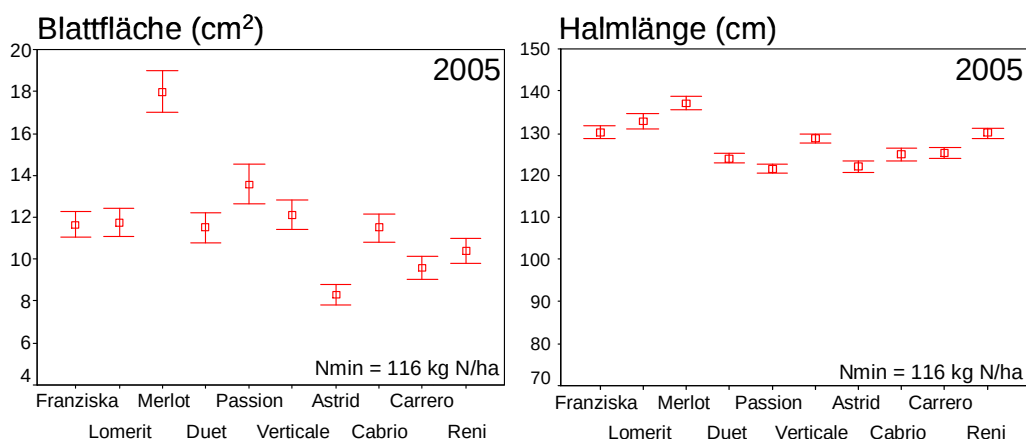


Abb. 22: Mittelwerte und Vertrauensbereich der Fahnenblattflächen und Halmlängen für diejenigen Gersten mit zweijähriger Testung im Sortenversuch 2005

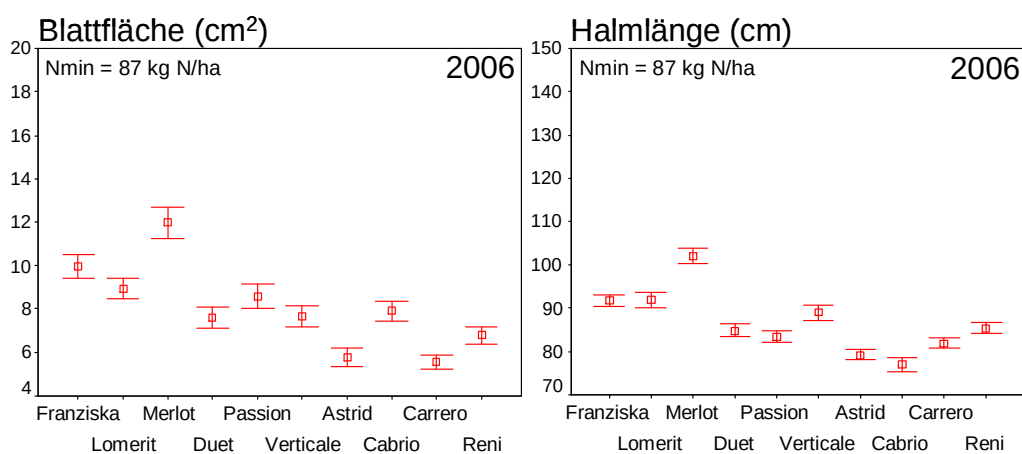


Abb. 23: Mittelwerte und Vertrauensbereich der Fahnenblattflächen und Halmlängen für diejenigen Gersten mit zweijähriger Testung im Sortenversuch 2006

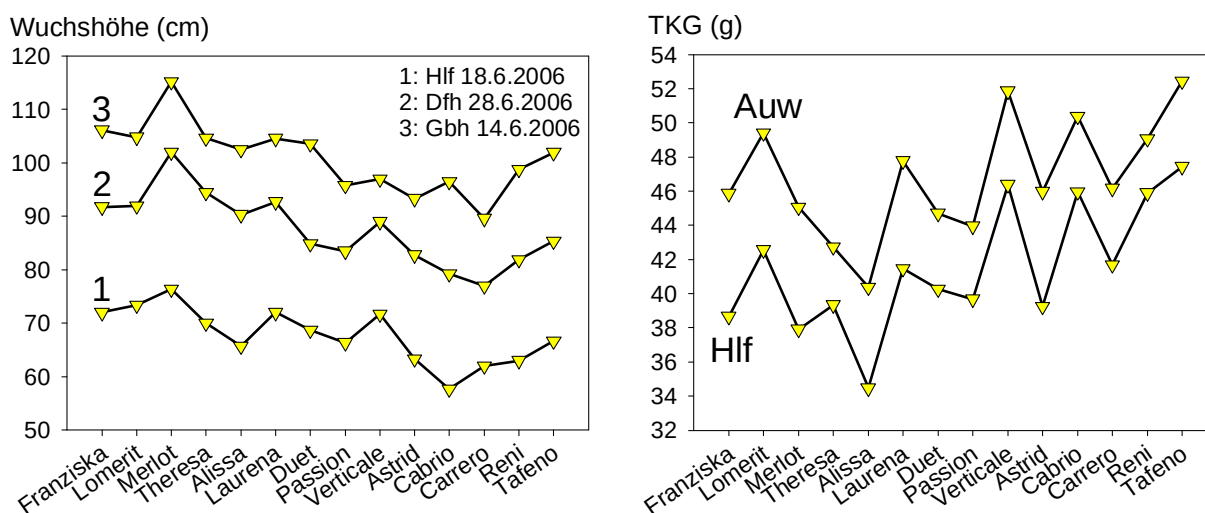


Abb. 24: Wuchshöhe und Tausendkorngewicht der Wintergersten im Sortenversuch 2005-06 (Ertragsmittel über alle Sorten: Hlf = 25.2, Dfh = 50.5, Auw = 66.4 dt/ha)

Tab. 22: Durchschnittliche Fahnenblattflächen und Halmlängen der Wintergersten in den Sortenversuchen (T = Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

2005 (Nmin = 116 kg/ha)							2006 (Nmin = 87 kg/ha)						
Zeil.	Sorte	Blatt-Fläche		Ø	Halm-länge		Sorte	Blatt-Fläche		Ø	Halm-länge		Ø
		cm ²	T		cm	T		cm ²	T		cm	T	
mz	Franziska	11,6	cd		130,2	de	Franziska	10,0	gh		91,7	def	
	Lomerit	11,7	cd	13,8	132,9	ef	Lomerit	8,9	efg	10,3	91,9	def	95,2
	Merlot	18,0	g		137,1	g	Merlot	12,0	j		102,0	g	
	Arkona	14,2	f		134,1	fg	Theresa	9,5	fgh		94,4	f	
	Fee	12,4	de	12,3	128,0	cd	Alissa	10,7	hi	10,7	90,3	de	92,5
	Nikel	10,3	bc		120,9	a	Laurena	11,8	ij		92,7	ef	
	Duet	11,5	cd		124,0	ab	Duet	7,6	cd		84,9	c	
zz	Passion	13,6	ef	12,4	121,6	a	Passion	8,6	def	7,9	83,4	c	85,8
	Verticale	12,1	de		128,7	d	Verticale	7,7	cd		88,9	d	
	Astrid	8,3	a		122,1	ab	Tafeno	8,6	def		82,8	bc	
	Cabrio	11,5	cd		125,0	bc	Astrid	5,8	ab		79,2	ab	
	Carrero	9,6	ab	9,8	125,2	bc	Cabrio	7,9	cde	6,9	76,9	a	81,2
	Madou	9,0	ab		128,6	d	Carrero	5,6	a		81,8	bc	
	Reni	10,4	bc		130,0	de	Reni	6,8	bc		85,3	c	
Ø		11,7			127,7		Ø		8,7		87,6		
Max		18,0			137,1		Max		12,0		102,0		
Min		8,3			120,9		Min		5,6		76,9		
Δ %		53,9			11,8		Δ %		53,6		24,5		

gen, Blattflächen und Tausendkorngewicht der Sorten untereinander unverändert blieben. Zur Beurteilung derjenigen Sorten, die in nur einem Jahr im Sortenversuch standen, sind in Tabelle 22 die Messergebnisse der Blattflächen und Halmlängen beider Versuchsjahre aufgeführt.

In 2005 zeigten die Testsorten ARKONA und FEE (neben drei Verrechnungssorten) bezogen auf die Blattflächen das Potenzial für eine gute Beschattung. In 2006 reichte die einjährig als flugbrandresistent getestete LAURENA in der Blattfläche an MERLOT heran und blieb in der Halmlänge nur knapp zurück, hat also mit MERLOT das höchste Potenzial bzgl. der Beschattung von Beikräutern. Die prozentuale Streuung der Blattflächen über alle Sorten betrug in beiden Jahren rund 54 %.

Die Streuung der Halmlängen betrug 11,8 % in 2005 und 24,5 % in 2006. Dies entspricht in der Größenordnung denjenigen Werten, die sich für die zweijährig getesteten Wintergersten errechneten (Tab. 21).

Die Beschattungsleistung der Fahnenblattfläche potenziert sich durch die weiteren Blattetagen. Im Verhältnis zu der gesamten Blattfläche trägt der einzelne Stängel aufgrund seines geringen Durchmessers nur wenig zur Beschattungsleistung bei. Die prozentualen Abweichungen der Blattflächen zwischen den Sorten unterliegen einer viel größeren Streuung als die Halmlängen und sind insgesamt der Hauptfaktor im Vergleich der Beschattungsleistung der Einzelpflanzen.

In der Beurteilung der Konkurrenzkraft eines Pflanzenbestandes durch Beschattung muss neben dem Potential der Einzelpflanzen auch die Bestandesdichte berücksichtigt werden. Hierzu sind in Tabelle 23 neben den Fahnenblattflächen als Vergleichsmaßstab für die Bestandesdichte die durchschnittlichen Anzahlen ährentragender Halme pro Quadratmeter angegeben. Beide Werte multipli-

zieren sich zur Fahnenblattfläche pro m². Als übersichtliche Vergleichsgröße für das Beschattungspotential der Sorten im Bestand sei hier der Fahnenblattflächenindex (FBI) eingeführt, der zwecks kleinerer Zahlen als ein Tausendstel der Fahnenblattfläche pro m² definiert ist:

$$\text{FBI} = (\text{Fahnenblattfläche [cm}^2\text{]} \times \text{Anzahl ährentragender Halme pro m}^2) / 1000$$

Bei Betrachtung des Fahnenblattindex (Tab. 23) ergibt sich eine andere Beurteilung in der Beschattungsleistung der Sorten, als bei alleiniger Betrachtung der Fahnenblattflächen (Tab. 22). Alle Sorten waren mit 450 Körnern pro Quadratmeter ausgesät worden. In der letztlich auf dem Feld erreichten Bestandesdichte lagen die zweizeiligen Wintergersten überschlägig über den mehrzeiligen (Tab. 23).

Die höhere Bestandesdichte der zweizeiligen Gersten konnte die im Trend geringere Beschattungsleistung der Einzelpflanzen bei Beurteilung der Beschattungsleistung des Bestandes bei einigen Sorten kompensieren (CABRIO 2005/06, DUET 2005, PASSION 2006, TAFENO 2006). Abbildung 25 (oben) zeigt den Fahnenblattindex der zweijährig getesteten Wintergersten für beide Versuchsjahre. LAURENA zeigte trotz unterdurchschnittlicher Bestandesdichte einen überdurchschnittlichen FBI.

Tab. 23: Durchschnittliche Fahnenblattflächen (FB), Anzahl ährentragender Halme und resultierender Fahnenblattindex (FBI*) der Wintergersten in den Sortenversuchen

T = Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; FBI in 2005 ohne Varianzhomogenität (Levene-Test); Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; *) FBI = (Fahnenblattfläche [cm²] x Anzahl ährentragender Halme pro m²) / 1000

2005 (Nmin = 116 kg/ha)				2006 (Nmin = 87 kg/ha)					
		FB	ährentragende	FBI		FB	ährentragende	FBI	T
Zeil.		cm ²	Halme pro m ²			cm ²	Halme pro m ²		
mz	Franziska	11,6	422,1	4,9	Franziska	10,0	450,2	4,5	a
	Lomerit	11,7	503,2	5,9	Lomerit	8,9	518,4	4,6	a
	Merlot	18,0	504,7	9,1	Merlot	12,0	479,4	5,8	ab
	Arkona	14,2	495,7	7,1	Theresa	9,5	528,1	5,0	a
	Fee	12,4	657,3	8,1	Alissa	10,7	550,9	5,9	ab
	Nikel	10,3	585,5	6,1	Laurena	11,8	580,1	6,9	bc
zz	Duet	11,5	682,9	7,9	Duet	7,6	730,5	5,5	ab
	Passion	13,6	822,5	11,2	Passion	8,6	794,4	6,8	bc
	Verticale	12,1	669,9	8,1	Verticale	7,7	706,7	5,4	ab
	Astrid	8,3	719,3	6,0	Tafeno	8,6	904,7	7,7	c
	Cabrio	11,5	711,4	8,2	Astrid	5,8	922,1	5,3	ab
	Carrero	9,6	653,7	6,3	Cabrio	7,9	845,3	6,7	bc
	Madou	9,0	722,9	6,5	Carrero	5,6	839,8	4,7	a
	Reni	10,4	541,1	5,6	Reni	6,8	694,8	4,7	a
	Ø	11,7	620,9	7,2		Ø	8,7	681,8	5,7

Gemessen an den Signifikanzen des FBI sind die zweizeiligen Gersten den mehrzeiligen in der Beschattungsleistung des Bestandes nicht unterlegen. Bei weniger verfügbarem Stickstoff in 2006 verringerte sich die Streuung des Fahnenblattindex zwischen den Sorten und die Beschattungsleistung zeigte sich ausgeglichener.

Der Wettbewerb um Licht ist nur ein Teilaspekt in der Beurteilung der Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern. Die Gersten stehen gegenüber den Beikräutern ebenfalls in Wettbewerb um das verfügbare Wasser und die verfügbaren Nährstoffe. Bodenressourcen, die von der Gerste gebunden werden, stehen den Beikräutern nicht zur Verfügung. Hierzu sind in Abbildung 25 (unten) die oberirdischen Biomasseerträge am Standort Dottenfelderhof für das Jahr 2005 dargestellt.

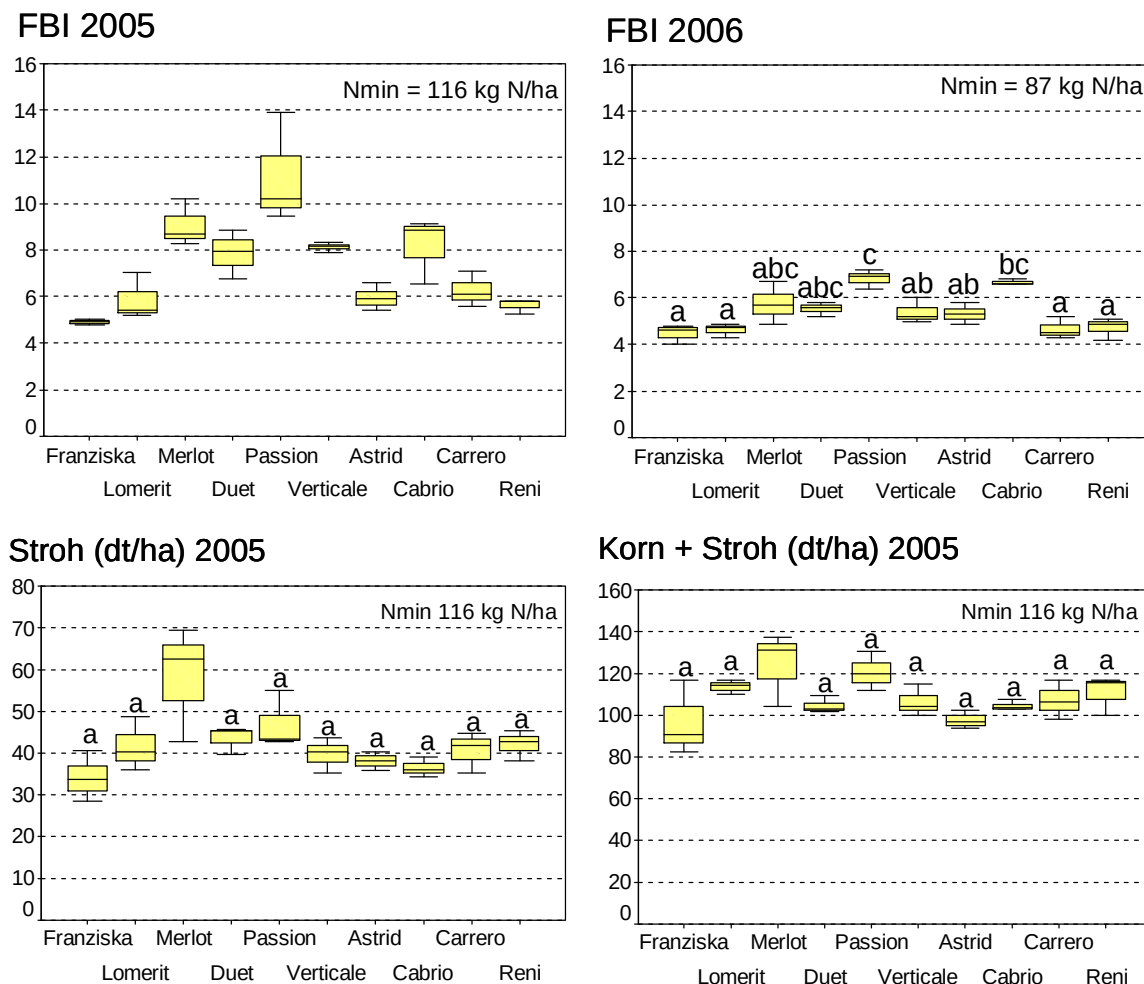


Abb. 25: oben: Fahrenblattindex 2005 und 2006 (Standort Dfh, Erklärung siehe Text);

unten: Strohertrag 2005, Summe aus Korn- und Strohertrag 2005 (Standort Dfh)

a-c = Signifikanzen nach Tukey, $\alpha=0.05$; FBI in 2005 ohne Varianzhomogenität, Stroh 2005 nur ohne MERLOT mit homogenen Varianzen (Levene-Test); Werte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

Während des Sammelns und Wiegens des Strohs zog eine Windhose über einige Parzellen des Versuchsfeldes hinweg. Dies könnte eine Ursache für die große Streuung der Werte für Passion und insbesondere für Merlot gewesen sein. Die unter Vorbehalt durchgeführte statistische Bewertung nach Tukey (vgl. Anm. in Abb. 25) deutet darauf hin, dass sich die Wintergersten des Sortenversuches bezüglich ihrer Konkurrenzkraft gegen Beikräuter - gemessen an der Biomasse - kaum unterscheiden. Aufgrund der oben beschriebenen, im Sortenvergleich gleichmäßigen, Wachstumsdepression bei vermindertem Stickstoffangebot ist zu schließen, dass die durch die Biomasse bedingte

Konkurrenzkraft gegen Beikräuter auf stickstoffarmen Standorten stark vermindert ist und hierbei nur geringe Sortenunterschiede erwarten lässt.

Sorteneigenschaften wie Winterfestigkeit, Abefe, Halm- und Ährenknicken sowie Krankheitsanfälligkeit der Gersten können prinzipiell der beschreibenden Sortenliste bzw. den Landessortenversuchen entnommen werden. In dieser Untersuchung wurden bei Betrachtung über alle Standorte für die genannten Kriterien keine signifikanten Sortenunterschiede oder auffällige Abweichungen zu den Listenwerten beobachtet, weshalb hier auf eine ausführliche Darstellung verzichtet wird. Für die Tausendkorngewichte konnte belegt werden, dass im Rahmen der großen Standortunterschiede die Relation der Tausendkorngewichte zwischen den Sorten gewahrt blieb (Abb. 22). Also können für einen Sortenvergleich auch hierfür die offiziellen Listenwerte herangezogen werden, wobei entsprechende Abschlüsse für ein - durch ein vermindertes Stickstoffniveau im Ökologischen Landbau - niedrigeres Ertragsniveau erfolgen müssen.

4. Diskussion

4.1 Evaluierung der Brandresistenzen

Für beide Brandkrankheiten zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den getesteten **Varietäten**. Die prozentualen Befallsgrade von mehrjährig getesteten Varietäten zeigten hierbei eine große Streuung zwischen den Jahren. Eine Ursache hierfür waren die mitunter stark streuenden **Umweltbedingungen** für die Infektion, die im Gegensatz zu einer Evaluierung im Labor oder im Gewächshaus naturgegeben nicht konstant zu halten waren. Ein weiterer Einflussfaktor, jedoch nur beim Hartbrand, resultierte aus der variierenden **Pathogenität** der Sporen unterschiedlicher geographischer Herkunft. EMARA & FREAKE (1981b) bestimmten bei einer Untersuchung mit 16 Sporenherkünften (*U. hordei*) und fünf Wintergersten varianzanalytisch den Anteil mehrerer Parameter an der **Gesamtstreuung** des Infektionsgrades. 34 % der Streuung erklärten sich über die Wintergerstevarietäten, 27 % über das Mikroklima bei der Infektion im Boden und 39 % über die Sporenherkunft. All dies verdeutlicht prinzipiell die Schwierigkeit einer Klassifizierung der Resistenzen über mehrere Versuchsstandorte und Untersuchungsjahre hinweg.

Die ermittelten Resistenzgrade an einem Standort sind für die Brandkrankheiten nicht ohne weiteres auf andere Standorte übertragbar (S. 26 ff). Die Pathogenität der Sporenherkünfte verschiedener Anbauregionen sollte somit bei der Ermittlung der Resistenzgrade mitgetestet und bei Vergleichen verschiedener Versuchsstandorte berücksichtigt werden. Eine Evaluierung kann prinzipiell an verschiedenen, für die Sporenrasen repräsentativen, Standorten durchgeführt werden. Oder das Infektionsmaterial muss in repräsentativen Anbauregionen gesammelt, zum Ort der Evaluierung überführt und dort inokuliert werden. Letzteres birgt immer die Gefahr, dass sich die eingeführten Sporenrasen in der Test-Region etablieren und Resistenzen regional widerstandsfähiger Wintergersten durchbrochen werden. Weiterhin ist denkbar, dass sich beispielsweise Sporen aus einer klimatisch kühlen Anbauregion an einem wärmeren Testort begünstigt wären und sich aggressiver verhielten, als am Herkunftsort, was zu einer Missdeutung der Ergebnisse für die Region der Sporenherkunft führen könnte. Ein Hinweis hierauf ergibt sich aus dem Ergebnis des Hartbrandversuches der ersten

Evaluierung 2002-03 (MÜLLER & SPIEB 2003). Im Mittel über 90 getestete Handelssorten bedingten die Hartbrand-Sporen am wärmeren Testort Bad Vilbel einen um den Faktor 2,1 erhöhten Befall gegenüber der Testung im kühleren Darzau. Es bleibt hierbei ungeklärt, wie hoch der Anteil einer höheren Auswinterung erkrankter Pflanzen am kühleren Standort Darzau zu bemessen war.

4.1.1 Evaluierung der Flugbrandresistenz

Hinsichtlich der Methodik bewährte sich in dieser Evaluierung beim Flugbrand die Inokulation mittels Injizieren einer Sporensuspension in die blühenden Ährchen (nach POEHLMAN 1945). Dieses Verfahren weicht von der empfohlenen Prüfmethode der BBA (2000) ab, nach welcher die Brandsporen auf blühende Ähren der zu prüfenden Gerstensorten gestäubt werden sollen, um so auf die Narben der Gerstenblüten zu gelangen. Mit dieser Methode lassen sich stark kleistogam abblühende Gersten nicht sicher infizieren und Resistenzgene evaluieren.

Die Infektionsraten nach künstlicher Inokulation lagen wie auch in früheren Evaluierungen anderer Versuchsansteller (z. B. BUIVIDS & RASHAL 1987) deutlich über denjenigen nach natürlicher Infektion. Nur bei 15 (3,3 %) der 453 Sortentestungen (incl. mehrjährig getesteter) von 2000 - 2006 war der Prozentsatz befallener Ähren im Parzellenmittel aus zwei Wiederholungen nach künstlicher Infektion niedriger als derjenige nach natürlicher Infektion (für die Sorten vgl. Tab. A1 a-d: 8, 58, 63, 92, 95, 99, 111, 134, 138, 159, 167, 208, 247, 253, 267). Bei 11 dieser Testungen (2,4 %) zeigten hierbei die künstlich infizierten Varietäten einen Befall von 0 %. Für vier dieser Gersten relativierte sich dieses Ergebnis aufgrund mehrjähriger Testung (FRANZISKA, HOR 11832 = DZE, KRIMHILD, RENI). Es ist unwahrscheinlich, dass sich im getesteten Sortenspektrum Varietäten vom hypersensitiven Resistenztyp befanden, zumindest ist keine entsprechende Symptomatik beobachtet worden (vgl. S. 6). Somit sind die verbleibenden 7 Fälle (1,5 %) wahrscheinlich einer missglückten künstlichen Infektion zuzurechnen. Es lässt sich nicht sicher ausschließen, dass diese Varietäten nicht deutlich zu spät infiziert worden sein könnten. Der insgesamt geringe Fehler spricht für eine ausreichende Genauigkeit der Methode.

Wichtig für die Zuverlässigkeit der Testung ist ein infektiöses Inokulum. PIERCE & WILCOXSON (1985) empfehlen, immer mit frisch angesetzter Sporensuspension zu arbeiten, was in dieser Untersuchung berücksichtigt wurde. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die hierbei verwendeten Sporen nicht auch aus frisch geschobenen Flugbrandähren stammen müssen. Die beiden beim Vergleich der Sporenherkünfte aggressivsten Sporen aus Neu Darchau und Hadmersleben (Tab. 9, Abb. 10) stammten aus dem Vorjahr und waren bis zur Inokulation bei Raumtemperatur trocken und dunkel gelagert worden. Dies gestaltete sich unkomplizierter als eine Lagerung bei + 2 °C im Exsikkator über Kieselgel (NOVER & LEHMANN 1969). Die Verwendung von im Vorjahr gesammelten Sporen ermöglicht es evtl. überhaupt erst, bei einer Evaluierung unter Einbeziehung von Genbankmustern mit mehreren Sporenherkünften an verschiedenen Standorten, auch am frühesten Standort für die am frühesten blühenden Gersten frisch angesetztes Inokulum zur Verfügung zu haben.

Ein Nachteil der künstlichen Inokulation nach POEHLMAN (1945) ist der hohe Zeitaufwand für die Infektionen. In dieser Untersuchung war es kaum möglich, mehr als sechs bis acht Ähren pro Sorte zu infizieren, da das optimale Stadium der Blütchen für eine Infektion nicht verpasst werden darf und deshalb viele Infektionen in einem kurzen Zeitraum durchzuführen waren. Nach OERTEL (1955) liegt der optimale Zeitraum nur vom ersten Tag des Pollenstäubens einer Ähre bis zum dritten Tag. Vom fünften Tag an nimmt der Infektionserfolg sehr stark ab. Bezüglich des optimalen Infektionszeitpunkts konnten TYULINA & KRASHENINNIKOVA (1973) differenzieren, dass manche Varietäten auf eine Infektion besser in Stadium grüner Antheren ansprachen, andere im Stadium gelber Antheren, weshalb sie eine Infektion zu zwei Terminen empfahlen. Dies würde eine Verdopplung des Zeitaufwandes bedeuten. Da von den vielen Handelssorten und Genbankmustern dieser Untersuchung über die Empfindlichkeit verschiedener Antheren-Stadien keine Daten bekannt waren, konnte dies ohnehin nicht berücksichtigt werden. Durch die Tatsache, dass mehrere Ähren infiziert wurden, die naturgegeben ungleich abreifen und somit mehrere Antheren-Stadien beherbergten, ist es als sicher anzusehen, dass mit Ausnahme der oben erwogenen Fehlinfektionen keine der Gersten zu einem gänzlich falschen Zeitpunkt infiziert wurde. Um kleistogam abblühende Varietäten sicher zu erfassen, begann die visuelle Kontrolle des optimalen Infektionszeitpunkt (vgl. Abb. 1c) bereits bei beginnendem Ährenschieben. Da methodenbedingt nicht alle Infektionen in einem identischen biologischen Stadium infiziert werden konnten, sind Ungenauigkeiten im prozentualen Vergleich der Befallsgrade zwischen den Sorten anzunehmen und bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Fließende Befallsklassen sind prozentgenauen Bewertungen vorzuziehen.

Der zeitliche Mehraufwand bei einer vergleichenden Testung verschiedener geographischer Sporenherkünfte ließe sich durch die Inokulation von Sporenmischungen umgehen (THOMAS 1976, WICKE 1986). Ob hierbei in Deutschland (wie bei WICKE 1986 und MÜLLER 2005) ausländische Sporenherkünfte in die Testung, gerade unter ökologischen Produktionsbedingungen, überhaupt einbezogen werden sollten, bleibt im Hinblick auf die Gefahr einer Einbürgerung in einem Anbaugebiet noch nicht vorkommender Sporenrasen abzuwägen. Aus epidemiologischer Sicht sollte es jedoch unterbleiben.

Die mit Flugbrandsporen infizierten Ähren stammten in dieser Untersuchung nicht immer von verschiedenen Pflanzen. Dies ergab sich aufgrund teils lückiger Bestände in den Versuchspartzellen und durch die Notwendigkeit, die Halme der infizierten (mit einem durch die Suspension in den Blütchen erhöhten Ährengewicht) zur Vorbeugung eines Halmbruches an Tonking-Stäben zu fixieren. Die Aussage über den Resistenzgrad der Wintergersten beruht somit in dieser Auswertung auf einer verhältnismäßig kleinen Stichprobe der umweltbedingten Variabilität innerhalb der getesteten Varietäten. Dies bedingt statistische Unschärfe bei der Klassifizierung in Befallsgruppen, die bei der Interpretation der Befallswerte zu berücksichtigen ist. Bei mehrjähriger Testung ergibt sich ein Sicherheitsfaktor gegenüber einer Fehleinschätzung, indem man die Werte nicht mittelt, sondern den Maximalbefall heranzieht, da so Fehlinfektionen und eventuelle klimatische Ausnahmesituationen unberücksichtigt bleiben.

Insbesondere für eine sichere Überprüfung von Vollresistenz in einem Züchtungsprogramm für bereits vorselektierte Linien in der Vermehrung wäre es empfehlenswert, eine größere Anzahl Ähren

pro Varietät zu infizieren (PANDEY & GAUTAM 1989). Hierzu sind in der Literatur Beschreibungen für, allerdings technisch aufwändigere, Inokulationen mittels Vakuumpumpen zu finden (MOORE 1936, CHEREWICK & POPP 1950: NIELSEN 1983, SHIROKOV et al. 1985, PIERCE & WILCOXSON 1985). Mit der Vakuum-Technik ließen sich in 8-10 Tagen 25.000 -30.000 Pflanzen inokulieren (SHIROKOV et al. 1985). Im Vergleich hierzu wurden in dieser fünfjährigen Evaluierung insgesamt in 906 Parzellen nur rund 6300 Ähren mit der Flugbrandrasse des Dottenfelderhofes infiziert (453 Infektionsparzellen $\times$ 2 Wdh. $\times$ $\approx$ 7 Ähren = 6342).

Eine alternative Methode zur Auswertung des Flugbrandbefalls im Feld wäre die mikroskopische Auswertung des Embryobefalls nach MORTON (1961) im Labor gewesen (eine praktikablere Aufbereitung der Embryos für die mikroskopische Untersuchung beschreibt FEODOROVA 1997). Bei alleiniger Auswertung im Labor ist es jedoch nicht möglich, Resistenzen vom 'escape-type' (Ausbreitungsresistenz, vgl. S. 6) aufzudecken. Da es in dieser Untersuchung darum ging, möglichst alle widerstandsfähigen Varietäten zunächst unabhängig vom Resistenztyp zu finden, war die Auszählung der erkrankten Ähren im Feld ein angemessenes Verfahren. So war sichergestellt, auch Gersten mit einer Ausbreitungsresistenz zu erkennen. Ob sich unter den überprüften Varietäten überhaupt solche mit diesem Resistenztyp befanden, lässt sich aus den Ergebnissen im Feld alleine nicht schließen. Nach einem Methodenvergleich besteht nach HEWETT (1980) prinzipiell eine gute Übereinstimmung zwischen der Ermittlung des Resistenzgrades im Labor und im Feld. Der Vollständigkeit halber sei hier eine inzwischen mögliche Frühdiagnose mittels DAS-ELISA (double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay) mit biotinylierten Detektionsantikörpern erwähnt (EIBEL 2002, EIBEL et al. 2005). Diese Methode war in dieser Untersuchung nicht vorgesehen und ist für Routine-Untersuchungen zum Saatgutbefall aufgrund eines um ca. 50 % erhöhten Zeitaufwandes gegenüber der mikroskopischen Untersuchung der Embryonen derzeit noch nicht möglich bzw. zu empfehlen.

Eine wichtige Erweiterung zu den Evaluierungen von NOVER & LEHMANN (1969) sowie von NOVER et al. (1972) war in den Evaluierungen seit 2000 (KLAUSE & SPIEB 2003, MÜLLER & SPIEB 2003, diese Untersuchung) die Bestimmung des Resistenzgrades auch unter den Bedingungen der natürlichen Infektion. Die damaligen Evaluierungen nur unter künstlicher Infektion zielten auf das Auffinden von Varietäten mit Un-Resistenzgenen (vgl. S.6) für die Züchtung. Untersucht wurden ältere Zuchtsorten aus allen Ländern, in denen Wintergerste regelmäßig angebaut wird sowie Landsorten aus Anatolien und dem Balkan. Varietäten mit einem langjährigen Maximalbefall unter 10 % wurden als resistent angesehen. In den Testungen 1956 bis 1969 fanden sich unter 335 Wintergersten 15 (4,8 %) Varietäten, die in vier bis sechs Prüffahren nicht über 10 % Befall aufwiesen. Vier dieser Gersten wurden auch in dieser Untersuchung geprüft (Tab. A1b, HOR: ALTSCHLAGE, BREISGAUER, JANETZKI RULA, SELECTA). Nur ALTSCHLAGE blieb unter 10 % Befall nach künstlicher Infektion (3,8 %). Alle vier zeigten Befall nach natürlicher Infektion. Unter den getesteten Varietäten dieser Untersuchung befanden sich durchweg möglichst alle zum jeweiligen Untersuchungsjahr zugelassenen deutschen Handelssorten, falls sie nicht schon als anfällig getestet wurden. Insgesamt blieben in dieser Untersuchung 49 (16,5 %) Varietäten der Gersten (n=297) nach künstlicher Inokulation unter einem Maximalbefall von 10 Prozent (vgl. Abb.8, Seite 22).

Für Anbauempfehlungen sind neben vollresistenten Sorten auch Varietäten von Interesse, die nach natürlicher Infektion, wie sie in der Anbaupraxis auftritt, keine Symptome zeigen. Diese morphologische Widerstandsfähigkeit (Kleistogamie, vgl. S. 6) als Sorteneigenschaft ließe sich ebenfalls züchterisch nutzen. Im Gegensatz zur Einkreuzung einer Embryo-Resistenz (Un8, vgl. S. 6) ist man in der Beurteilung des Einkreuzungserfolges morphologischer Resistenz auf eine Überprüfung unter Freilandbedingungen angewiesen, da man den Infektionsmechanismus der Sporenverwehung durch den Wind nur unbefriedigend in Labor oder Gewächshaus simulieren kann. Kleistogamie zeigte sich in dieser Untersuchung bei 33 (11,9 %) aller getesteten Varietäten, wobei Genbankmuster berücksichtigt sind.

Um das ungefähre Resistenzniveau der Wintergerste-Handelssorten zu beschreiben, sind in Abb. 26 für alle seit 2000 evaluierten Handelssorten die klassifizierten Befallsgrade nach künstlicher und natürlicher Infektion dargestellt. Die 297 evaluierten Varietäten (seit 2000) umfassten 223 Handelssorten und 74 Genbankmuster oder von den Züchtern zur Verfügung gestellte (nicht zugelassene) Stämme zur Vorprüfung. Für alle Handelssorten ist durch das Bestehen des Zulassungsverfahrens belegt, dass ihre agronomischen Qualitäten den heutigen Standards entsprochen haben, was zumindest für die Genbankmuster nicht zutreffen muss. 12 Handelssorten blieben nach künstlicher Infektion mit der Bad Vilbeler Flugbrandrasse ohne Befall, weitere 12 blieben unter 10 % Befall. Zusammen ergibt dies knapp 11 % aller getesteten Handelssorten. Nach natürlicher Infektion mit einem erhöhten Befallsdruck aus Infektionsparzellen blieben 47 Handelssorten (21,1 %) befallsfrei, weitere 124 (55,6 %) blieben unter 5% Befall und 35 (15,7 %) unter 10 %. Von den befallsfrei gebliebenen Handelssorten sind aktuell (Stand April 2007) nur noch sechs Sorten in Deutschland zugelassen. Die Ergebnisse von fünf dieser aktuellen Sorten sind bislang einjährig (eine Sorte zweijährig), und bedürfen einer Überprüfung.

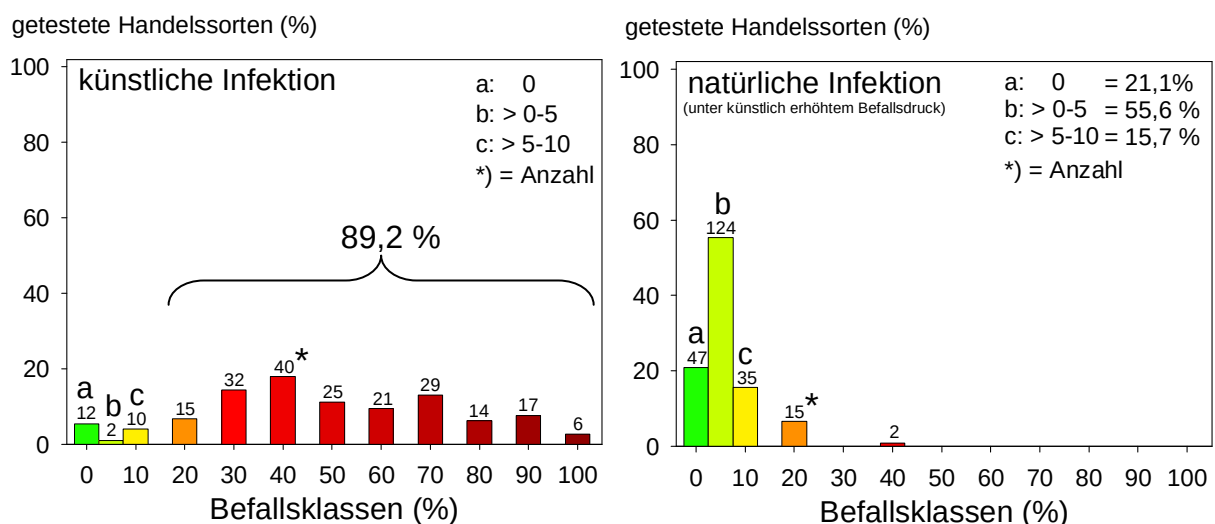


Abb. 26: Einteilung des Prozentsatzes mit Flugbrand (*Ustilago nuda*) befallener Ähren nach natürlicher und künstlicher Infektion in Befallsklassen (*) Anzahl der geprüften Handelssorten 2000-2006]

Es ist anzunehmen, dass sich unter den inzwischen neu zugelassenen und nicht getesteten Wintergersten weitere befinden, die Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand aufweisen. Die Evaluierung unter den Bedingungen der natürlichen Infektion durch Verwehung der Sporen erfolgte unter stark erhöhtem Infektionsdruck. In der Praxis ist mit weitaus geringerem Befallsdruck und daher mit geringeren Befallsgraden zu rechnen. Somit ist durchaus davon auszugehen, dass unter den zugelassenen Handelssorten eine genügend große Anzahl für eine den Anforderungen des Ökologischen Landbaus entsprechende Sortenwahl potentiell verfügbar ist. Allerdings müssen diese Sorten dann auch aus ökologischer Saatgutvermehrung erhältlich sein. Die Saatgutvermehrung zwecks Vermarktung nimmt aufgrund der strengen Restriktionen durch das Gesetz (s. S. 4, Abs. 1) und dem damit verbundenen finanziellen Risiko der Aberkennung der Bestände eine Sonderstellung ein. Das Ergebnis einer variierenden Pathogenität von Flugbrandrassen verschiedener geografischer Herkunft deutet auf die Notwendigkeit, die Flugbrandanfälligkeit von favorisierten Sorten in den verschiedenen deutschen Anbauregionen differenziert zu erfassen. Es bleibt weiterhin zu beobachten, inwieweit Befallsergebnisse einer Evaluierung unter künstlich stark erhöhten Infektionsdruck mit den Befallswerten in der Anbaupraxis korrelieren.

4.1.2 Evaluierung der Hartbrandresistenz

Beim Hartbrand bewährte sich in dieser Untersuchung für die Evaluierung einer großen Anzahl von Handelssorten die trockene Inokulation mit entsprechend einem Gramm Sporen pro Kilogramm Saatgut. Dadurch, dass gut durchmisches Erntegut in der Aussaatmenge für 36 Quadratmeter ($3 \times 12 \text{ m}^2$) infiziert wurde, ergab sich hinsichtlich der Fehleinschätzungen durch die phänotypische Variabilität der Sorten eine repräsentativere Stichprobe, als bei der Infektion von sechs bis acht Ähren beim Flugbrand. Dennoch bleibt eine auf das Prozent genaue klassifizierende Einteilung der Resistenzeigenschaften problematisch, da sich auch beim Hartbrand die Infektionsbedingungen zwischen den Jahren stark unterscheiden (S. 30). Auch hier wären fließende Klassengrenzen vorzuziehen.

Für eine sichere Überprüfung der Hartbrand-Resistenz ist zu empfehlen, die aufgrund der notwendigen Rücktrocknung des Saatgutes aufwändigere 'nasse Inokulation' anzuwenden (S. 15), da sich so deutlichere Unterschiede zwischen den Sorten ergeben (S. 29). Beim Vergleich trockener und nasser Inokulation an entspelzten Gersten konnten SAYDAM & COPCU (1975) beim Hartbrand keinen Unterschied in der Infektionsrate feststellen, so dass anzunehmen ist, dass sich höhere Infektionsraten bei nasser Inokulation durch die Einspülung der Sporen in den schützenden Spalt zwischen Korn und Spelze erklären. Hierfür sprechen indirekt auch Ergebnisse von NIELSEN (1976), der bei Inokulation von Sporensuspension (100-200 mg Sporen pro Liter Wasser) nach vorausgehender Vakuumbehandlung des Saatgutes maximale Infektionsraten mit einer viel kleineren Sporenmenge erzielte als LERCH (2003) bei trockener Kontaminierung. Bei einem Vergleich prozentualer Befallsgrade der in verschiedenen Untersuchungen ermittelten Hartbrand-Resistenzen von Genbankmustern oder Handelssorten ist unbedingt zu beachten, mit welcher Methode bei der Evaluierung gearbeitet wurde, da sich die ermittelten Befallsgrade sehr stark unterscheiden können.

Über eine unterschiedliche Virulenz verschiedener Sporenherkünfte liegen beim Hartbrand für Deutschland keine aktuellen Erfahrungen vor. Die hier dargestellten Ergebnisse deuten zwar auf mögliche Unterschiede hin (S. 31), beruhen aber auf Ergebnissen verschiedener Untersuchungsjahre. Über eine eventuelle Verwendung von Sporenmischungen bei der Testung verschiedener Sporenherkünfte konnten in der Literatur für den Hartbrand keine Angaben gefunden werden. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass dies, wie auch beim Flugbrand, ein mögliches Verfahren zur Testung von Vollresistenz darstellen könnte. Hierbei wäre es einfach, bei der Testung an einem Standort frisches Inokulum aller Sporenherkünfte zu verwenden, da zwischen dem Auftreten der hartbrandkranken Ähren und dem Infizieren des Saatgutes zur Neuaussaat genügend Zeit verbliebe, Sporenmaterial verschiedener Regionen zum Versuchsstandort zu senden. Auf Grund der eingekapselten Sporen an den kranken Ähren wäre es beim Hartbrand mit weniger Risiko verbunden, verschiedene Sporenherkünfte an einem Versuchsort zu testen. Die erkrankten Ähren könnten bei den Bonituren selbst in mehrtägigem Abstand aus den Versuchspartzellen entfernt und vernichtet werden.

Gesamteinschätzung

Es wurde erwartungsgemäß deutlich, dass Flug- und Hartbrandresistenz voneinander unabhängige Sorteneigenschaften darstellen. In Tab. 24 sind diejenigen vom BSA aktuell zugelassenen Wintergersten aufgelistet (Stand: April 2007), für die Ergebnisse für beide Brandkrankheiten vorliegen.

Tab. 24: Befallsklassen der 46 vom Bundessortenamt aktuell zugelassenen Wintergersten (Stand 4/2007), auf Basis der Evaluierungsergebnisse von Flugbrand ($Un = Ustilago nuda$) und Hartbrand ($Uh = U. hordei$). Summe zugelassener Sorten = 66.
[Klassifizierung bezogen auf *U. nuda*; (k)=nach künstlicher Infektion, (n)= nach natürlicher Infektion]

Befall (%)	Sorte	Un (k)	Un (n)	Uh (k)	Befall (%)	Sorte	Un (k)	Un (n)	Uh (k)
0	Campanile	24,7	0	0	>3 - 5	Hanna	73,4	3,8	5,08
	Carrero	0	0	0,11		Cinderella	87,7	4,0	0,21
	Jessica	ca. 70	0	2,91		Stephanie	58,3	4,5	0,38
	Maximiliane	> 10	0	0		Clara	44,7	4,7	0,68
	Mercedes	31,8	0	0		Advance	86,0	4,7	2,02
	Merilyn	> 10	0	0,01		Allegra	31,6	4,9	0,30
>0 - 1	Elbany	43,6	0,1	0,18	(1-5)	Angora	64,3	4,9	4,00
	Lomerit	62,6	0,3	1,14		Verticale	85,1	1-5	> 0,1
	Carat	42,4	0,9	0,44		Anastasia	40,2	5,4	1,06
>1 - 2	Alissa	15,6	1,1	0	>5 - 10	Vanessa	25,4	5,5	0,39
	Fee	71,0	1,1	0,21		Camera	60,9	5,9	0,02
	Finita	67,2	1,2	0,04		Nelly	19,4	7,0	1,36
	Kamoto	54,9	1,2	1,57		Theresa	64,7	7,1	0,06
	Tafeno	70,4	1,3	9,44		Bombay	43,9	7,5	0,18
	Franziska	39,7	1,6	0,94		Passion	50,0	7,6	0,75
	Caprima	68,4	1,6	0,99		Malwinta	ca. 90	5-10	0,94
	Reni	25,2	1,9	0,06		Spectrum	> 10	5-10	0
	Tilia	21,8	1,9	0,45		Antalya	47,0	5-10	0,31
	Ludmilla	34,8	1,9	0,86		Jasmin	56,3	10,1	2,82
>2 - 3	Traminer	33,7	2,6	1,90	>10	Carola	69,5	10,9	3,00
	Naomie	41,7	2,8	0,23		Cornelia	53,7	11,7	8,05
	Mombasa	84,2	2,9	5,95		Tiffany	35,2	18,1	2,34
	Candesse	61,9	3,0	1,00		Merlot	76,8	34,6	0,71

Die Einteilung in Befallsklassen erfolgte aufgrund der Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand, da Hartbrand unter den gegebenen Rahmenbedingungen für den Ökologischen Landbau am ehesten zu kontrollieren ist. In der Einzeldarstellung der Ergebnisse wurde deutlich, dass eine Interpretation der Befallsdaten, insbesondere bei nur gering abweichenden Prozentzahlen, schwierig ist. Dies begründet sich dadurch, dass die Daten teilweise in unterschiedlichen Untersuchungsjahren erhoben wurden. Für den Flugbrand kann eine geringe Abweichung der Ergebnisse auch dadurch bedingt sein, dass die Sorten einen unterschiedlichen Abstand zu den Infektionsparzellen hatten.

CARRERO ist (von den getesteten Sorten) derzeit die einzige in Deutschland zugelassene Sorte, die nach künstlicher und natürlicher Inokulation von Flugbrand-Sporen (auch verschiedener geographischer Herkunft) befallsfrei blieb. ASTRID und LAURENA zeigten sich ebenso resistent (Tab. 7) und sind in Österreich gelistet. Für einen auf den Flugbrand bezogenen risikominimierten Anbau sind weitere Sorten zu nennen. Unter dem künstlich erhöhten Befallsdruck bei natürlicher Infektion blieben auch CAMPANILE, JESSICA, MAXIMILIANE, MERCEDES und MERILYN ohne sichtbare Befallssymptome. Für JESSICA liegt der Befallswert durch Hartbrand mit 2,91 % allerdings auf einem relativ hohen Niveau. Die anderen genannten Sorten zeigten auch gegenüber Hartbrand gute Resistenzeigenschaften. Wo eine Grenze des Befalls für eine Anbauempfehlung zu ziehen ist, kann hier nicht sicher entschieden werden. Hierzu sind zukünftige Erfahrungen in der Erzeugung von Saatgut, dem Anbau sowie dem Nachbau der Wintergersten unter ökologischen Bedingungen abzuwarten und in eine Diskussion der Ergebnisse einzubeziehen. Einen Vorschlag für eine weniger an Komma-genauen Prozentzahlen orientierte Darstellung der Befallsklassen (Tab. 24) gibt Abb. 27.

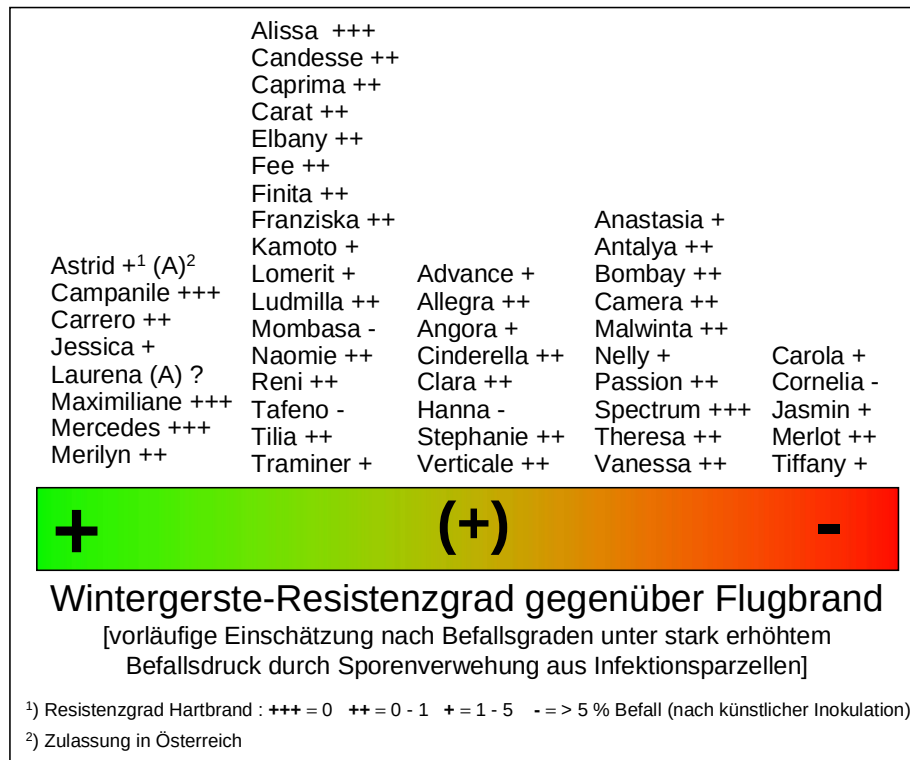


Abb. 27: Überschlägige Einteilung für den Handel zugelassener Wintergersten nach ihrem Resistenzgrad gegenüber Flugbrand und Hartbrand (Stand April 2007)

Der für die Saatgutenerkennung in Deutschland und Österreich geforderte Maximalbefall von drei Ähren auf 150 m² für Basissaatgut (RUTZ 1998) entspricht einem Befall von weniger als 0,008 % und wurde nur von den acht in der linken Spalte aufgeführten Wintergersten eingehalten. Für CAM-PANILE, LAURENA, MAXIMILIANE, MERCEDES und MERILYN erfolgte die Testung erst in einem Jahr und sollte überprüft werden.

Sowohl für Flugbrand, als auch für Hartbrand ist bei einer langfristigen Evaluierung des Resistenz-Niveaus vieler, auch neu zu testender Sorten, anzuraten, mindestens eine mitinfizierte (auf Flugbrand bezogene) 'Flugbrand-Verrechnungssorte' über die Jahre beizubehalten. Nur so ließen sich die Daten langfristig vergleichen und Fehleinschätzungen neu getesteter Sorten vermeiden. Diese Varietäten(n) sollte(n) winterhart sein und eine mittlere bis hohe Empfänglichkeit gegenüber den Krankheiten aufweisen. Eine Testung neuer Sorten sollte mindestens zweijährig erfolgen.

4.2 Sortenversuch

4.2.1 Ertragsleistung

In der züchterischen Nutzung von Flugbrand-Resistenzgenen bei der Gerste ist man mit der Schwierigkeit konfrontiert, dass die Resistenzgene einen unvorteilhaften Einfluss auf wünschenswerte agronomische Anbaueigenschaften der flugbrandresistenten Zuchtlinien haben können (GARKAVYI et al. 1983). Die bekannten genetischen Ressourcen sind von dem heute erforderlichen Ertragsniveau oft weit entfernt, was auch für ökologische Anbaubedingungen zutrifft (MÜLLER 2002). Eine Testung der in der Evaluierung gefundenen flugbrandresistenten Genbankmuster schied aus, da von diesen Varietäten nicht genügend Saatgut vorhanden war. Zudem sollten Sorten mit guten Resistenzeigenschaften für den kommerziellen Anbau verfügbar sein, was für Genbankmuster nicht zutrifft. Ertrag und Ertragsstabilität sind jedoch die ersten und wichtigsten Kriterien der Sortenwahl, wobei die mehrjährigen und mehrortigen, nach Anbaubereichen zusammengefassten Ergebnisse der Landessortenversuche der 'Konventionellen Landwirtschaft' hierfür sichere Entscheidungsgrundlagen liefern (Hartmann 2006). Da sich nur wenige Versuchsansteller mit der Wintergerste unter ökologischer Bewirtschaftung beschäftigen, ist eine Leistungseinstufung der Sorten für diese Produktionsform erschwert (VÖLKELE 2007). Die Ergebnisse der Landessortenversuche sind für den ökologischen Landbau nur teilweise übertragbar, da aus dem Verzicht auf Stickstoffdünger und chemisch-synthetische Agrochemikalien (Beizmittel, Herbizide, Fungizide) erheblich abweichende Anbaubedingungen (KEMPF 2002) resultieren.

Bei den in den Sortenversuchen angebauten Testsorten mit guten Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand handelte es sich um zugelassene oder ehemalige Handelssorten. Hieraus geht schon hervor, dass die Testsorten in der Vergangenheit bereits eine Überprüfung ihrer agronomischen Qualitäten durch das Bundessortenamt als Voraussetzung für eine Zulassung bestanden hatten.

Von den überprüften Handelssorten blieben in der vieljährigen Evaluierung der Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand die Sorten ASTRID (in sechs Jahren), CARRERO (in drei Jahren) und LAURENA (in einem Jahr) nach natürlicher und besonders nach künstlicher Inokulation mit der Bad Vilbeler Flugbrand-Rasse befallsfrei (Tab. 7, für LAURENA sollte das Ergebnis in mindestens einem

weiteren Jahr verifiziert werden). **ASTRID** und **CARRERO** zeigten sich darüber hinaus einjährig gegenüber drei weiteren geographischen Flugbrand-Herkünften ohne Befall (Abb. 10).

Da insgesamt die Standortleistungen in Abhängigkeit von der Bodenart und der Vorfrucht bzw. organischen Düngung abhängig sind, müssen die Standortbedingungen bei der Leistungsbeurteilung berücksichtigt werden. Eine Schlüsselposition für die Standortleistung der Sorten nimmt die Menge an verfügbarem Stickstoff ein. Diese wird im Ökologischen Landbau wesentlich durch Fruchtfolgegestaltung und Vorfruchtwirkung beeinflusst (KÖPKE 2002). Nach VÖLKE (2007) setzen die Hochertragssorten den verfügbaren Stickstoff direkt in Ertrag um, während die ertraglich schwächeren Sorten den Stickstoff in Rohprotein umwandeln. Hierbei weisen die zweizeiligen Sorten in der Tendenz immer höhere Rohproteingehalte auf. Bei der Sortenauswahl ist daher zu entscheiden, ob die Gerste gezielt als Aminosäurenlieferant eingesetzt werden soll, oder aber eher als Mengen- und Energielieferant (VÖLKE 2007).

In Folge des unterschiedlichen Stickstoffversorgungsgrades der Versuchsflächen dieser Untersuchung zeigten sich große Unterschiede in den Korn- und Proteinerträgen zwischen den Standorten, die sich deutlich statistisch signifikant absichern ließen. Die Unterschiede zwischen den Sorten hingegen waren viel geringer. Bei der Verrechnung über alle Standorte hinweg ergaben sich weder bzgl. des Korn- und Proteinertrages noch für die mittels NIRS gemessenen Inhaltsstoffe statistisch belegbare Sortenunterschiede. Hieraus ist nicht zu schließen, dass alle Sorten gleich zu bewerten sind. Vielmehr belegt dies die Schwierigkeit eines Sortenvergleiches unter den Gegebenheiten des Ökologischen Landbaus. Große Streuungen innerhalb der Wiederholungen erschwerten eine biometrische Absicherung. Die Parzellenunterschiede seien hier nur exemplarisch beschrieben. Der größte Ertragsunterschied ohne signifikante statistische Absicherung zeigte sich zur Ernte 2006 am Standort Wiebrechtshausen für die zweizeiligen Gersten. Bei einem Ertragsmittel von 57,95 dt über alle Sorten betrug die gemittelte Ertragsdifferenz der ertragsschwächsten Sorte (**ASTRID** = 51,8 dt) zur ertragsstärksten Sorte (**CARRERO** = 65,2 dt) 13,4 dt (Tab. A2). Die Abweichungen zwischen der jeweils ertragsschwächsten und der ertragsstärksten Parzelle der vier Wiederholungen für jede Sorte streuten zwischen 9,6 und 20 dt und lagen in sechs Fällen über 13,4 dt. Auch an weiteren Standorten streuten die Ertragsdaten zwischen den Wiederholungen beträchtlich, so dass sich in Folge die Ertragseigenschaften der Sorten nicht signifikant differenzieren ließen.

Da keine statistisch gesicherten Unterschiede auftraten, wurden die Sortenleistungen alternativ mittels eines Punktesystems gegenübergestellt (vgl. S. 38). Da es bei den sehr teuer gewordenen Eiweißfuttermitteln im Ökologischen Landbau zukünftig nicht zu umgehen sein wird, das Futtergetreide (entsprechend dem Backgetreide) nach Qualität und somit auch nach Rohproteingehalt zu bezahlen (VÖLKE 2002), wurden in der Gesamtbewertung neben den Korn- und Proteinerträgen auch die Rohproteingehalte der Sorten berücksichtigt. Die Bewertung der drei Kriterien erfolgte in Ermangelung von Vorgaben aus der Praxis mit gleichwertiger Gewichtung. In Tab. 25 sind diejenigen Handelsorten aufgelistet, die in der Gesamtbewertung überdurchschnittliche Ergebnisse erzielten (vgl. Tab. 18 u. 19).

Tab. 25: Sorten mit überdurchschnittlicher Benotung bei gleichwertiger Gewichtung von Korn-, Proteinertrag und Rohproteingehalt im Anbauvergleich unter ökologischer Bewirtschaftung

Status	Sorte	Anzahl Standorte	Versuchsjahre	Positivpunkte ¹				Befall in % (teils mehrere Testjahre)		
				Korn-ertrag	RP-ertrag	RP-gehalt	Summe PP	Flugbrand		Hartbrand künstliche Infektion
								künstliche Infektion	natürliche Infektion	
Testsorte ²	Carrero	14	2	4,5	3,5	5	13	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0* / 0 / 0,11
Testsorte	Laurena (A)	7	1	4	5	6	15	0	0	>0-0,1
Testsorte	Reni	14	2	4,5	2,5	7	14	0 / 0,7 / 25,2	0 / 0 / 1,9	0* / 0 / 0,6
VS BSA ³	Lomerit	14	2	7	4,5	0	11,5	>10 / 36,8 / 62,6	0 / 0,2 / 0,3	1,14* / 0,01 / 0,71
VS BSA	Verticale	14	2	3	4,5	5,5	13	85,1	>1-5	0 / >0-0,1
VS Öko ⁴	Theresa	7	1	6	5	1	12	64,7	7,1	0* / 0 / 0,06
[Testsorte	Mercedes	1	1					31,8	0	0

Vergleichssorten (Testjahre): Alissa² (1), Arkona² (1), Astrid² (2), Cabrio² (2), Duet³ (2), Fee² (1), Franziska³ (2), Madou³ (1), Merlot³ (2), Nickel² (1), Passion³ (2), Tafeno⁴ (1)

¹) Erklärungen siehe Seite 38; ²) nach guten Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand ausgewählte Sorten; ³) Verrechnungssorten des Bundessortenamtes; ⁴) Verrechnungssorte der 'AG Versuchsansteller Ökologischer Landbau'; *) MÜLLER & SPIEL (2003)

Von den nach guten Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand ausgewählten Testsorten erzielten bei der kombinierten Bewertung von Ertrag und Qualität CARRERO, LAURENA und RENI überdurchschnittliche Ergebnisse, auch die nur an einem Standort einjährig geprüfte MERCEDES. Unter den Verrechnungssorten des Bundessortenamtes erreichten LOMERIT und VERTICALE überdurchschnittliche Bewertungen. VERTICALE zeigte allerdings in der Evaluierung eine höhere Anfälligkeit gegenüber Flugbrand als die besseren Testsorten. Von den Verrechnungssorten der 'AG Versuchsansteller ökologischer Landbau' konnte sich nur THERESA gegen die Vergleichssorten behaupten. Allerdings zeigte auch diese Sorte in der Evaluierung eine relativ hohe Anfälligkeit gegenüber Flugbrand.

Der für die Saatgutankennung in Deutschland und Österreich geforderte Maximalbefall von drei Ähren auf 150 m² für Basissaatgut (RUTZ 1998) entspricht einem Befall von weniger als 0,01 % (MÜLLER 2005) und wurde nur von CARRERO und LAURENA eingehalten, wobei letztere bislang erst einjährig gegenüber Flugbrand geprüft wurde.

Lohnenswert scheint eine weitere Prüfung von MERCEDES. Einjährig am Standort Frankenhausen in den Sortenversuch aufgenommen, zeigte diese Sorte bei knapp unterdurchschnittlichem Rohprotein- und Aminosäuregehalt überdurchschnittliche Korn- und Proteinerträge. Bei bislang einjähriger Überprüfung der Resistenzen zeigte sich MERCEDES nach künstlicher und natürlicher Infektion mit Flugbrand sowie nach künstlicher Infektion mit Hartbrand befallsfrei, was ebenfalls einer Verifizierung bedarf.

Der Vollständigkeit halber seien hier die Ergebnisse der hessischen Öko-Landessortenversuche am Standort Liederbach ergänzt. Die Versuche wurden mit einem von hier dargestellten Sortenversuchen teils abweichenden Sortenspektrum durchgeführt. Im Tabellenanhang sind in Tabelle A7 die Kornerträge und in Tabelle A8 die Proteingehalte dargestellt (S. 88). Die Versuchsergebnisse wurden mit den in dieser Evaluierung ermittelten Befallsgraden durch Flug- und Hartbrand ergänzt. Bei den Kornerträgen wurde die Sorte CARRERO von VÖLKE (2007) als 'weniger erfolgreiche' Sorte nicht

mit aufgeführt. Den höchsten Ertrag erbrachte die neue Sorte FRIDERICUS, für die noch keine Daten über die Empfindlichkeit gegenüber Brandkrankheiten vorliegen, ebenso für die ertragsstarke Sorte QUEEN.

Das hohe Ertragsniveau von LOMERIT und MERCEDES entspricht den Ertragsergebnissen dieser Untersuchung. MERILYN, die sich in der Evaluierung nach natürlicher Infektion als befallsfrei gegenüber Flugbrand erwies, zeigte sich ebenfalls ertragsstark und sollte weiterhin beachtet werden. LAVERDA war zwar ertragsstark, scheint jedoch nach den Ergebnissen der Evaluierung gefährdet durch Flugbrand. Im Rohproteintrag (Tab. A8) entsprechen die hohen Gehalte von CARRERO, RENI und VERTICALE den eigenen Ergebnissen.

4.2.2 Qualitätsparameter Proteingehalt

Hinsichtlich der für die Qualität als Futtermittel äußerst wichtigen Proteingehalte wird in der Literatur fast durchweg pauschal darauf verwiesen, dass ökologisch erzeugte Gerste gegenüber konventioneller Erzeugung niedrigere Gehalte an Rohprotein aufweise (M.E.L.U. 1977, DLOUHY 1981, PETERSON 1982, KUMPULAINEN 2001, ABEL 2004). Die Literaturangaben zum prozentualen Mindergehalt an Rohprotein von Gerste aus ökologischem Anbau zu konventioneller Ware streuen zwischen 2 % (PIERINGER 2004) bis über 10 % (ANDERSSON 2003b, WLCEK & ZOLLITSCH 2003). Die Kenntnis über den tatsächlichen Aminosäuregehalt der Sorten spielt somit eine wichtige Größe für eine gezielte Rationsgestaltung in der ökologischen Tierfütterung bzw. könnte auch als Preisrechnungsbasis für den Futterwert herangezogen werden.

Im Gegensatz zu den pauschalisierten Protein-Mindergehalten von Öko-Gerste zeigten bereits frühere Untersuchungen in Hessen, dass beispielsweise der Anteil von Methionin mit 1,8 % am Rohprotein in Öko-Gerste 6 % über der Angabe von 1,7 % der DLG- Tabelle lag (VÖLKELE 2002). In Tabelle 26 sind die Angaben von ANDERSSON aus Niedersachsen (2003b) zur DEGUSSA-Futterwerttabelle und den Laborergebnissen des Sortenversuches dieser Untersuchung gegenübergestellt.

Tab. 26: Gemittelte Rohprotein- und Aminosäuregehalte von Wintergersten (bezogen auf 88 % TM) aus konventioneller Produktion (Futterwerttabelle, DEGUSSA 2000) und Vergleichsdaten von Ernteproben aus ökologischem Anbau (ANDERSSON 2003b¹, eigene Ergebnisse²)

Inhaltsstoff	1	2			3			4	
	Futterwerttabelle DEGUSSA (2000)	Gehalte unter ökologischen Produktionsbedingungen ANDERSSON (2003b) n = 32			Werte dieser Untersuchung Ernte 2005 und 2006 (14 Umwelten) n = 195			Abweichungen von DEGUSSA (2000)	
	g / kg Ø	g / kg Ø	g / kg Min.	g / kg Max.	g / kg Ø	g / kg Min.	g / kg Max.	2 in % von 1	3 in % von 1
Rohprotein	106	91,3	75	106	105,6	66,8	147,9	86,1	99,6
Lysin	3,8	3,3	2,9	3,7	3,82	2,88	4,83	86,8	100,5
Cystin + Methionin	4,2	3,6	3,1	4,1	4,20	3,0	5,46	85,7	100,0
Threonin	3,6	3,1	2,7	3,5	3,62	2,58	4,73	86,1	100,6
Tryptophan	1,2	1,2	1,0	1,3	1,35	0,98	1,76	100,0	112,5

¹) alle Proben stammten aus Niedersachsen; ²) verrechnet wurden die Gehalte aller Sorten (vgl. Tab. 3, Seite 17) und aller Standorte für die Ernten 2004 und 2005 (vgl. Abb. 4, Seite 17), Gehaltsermittlung der Aminosäuren mittels NIRS (Landesbetrieb Hessisches Landeslabor)

Tab. 27: Rohprotein- und Aminosäuregehalte (g/kg) der Wintergerste-Sortenversuche¹ und prozentuale Abweichungen ($\Delta\%$) zu einem fiktiven Datensatz der Futterwerttabellen (nach DEGUSSA 2000) entsprechenden Mittelwerten bezogen auf 88 % TM

Standort	Rohprotein			Lysin			Cyst./Meth.			Threonin			Tryptophan		
	g/kg	$\Delta\%$	T ²	g/kg	$\Delta\%$	T	g/kg	$\Delta\%$	T	g/kg	$\Delta\%$	T	g/kg	$\Delta\%$	T
1 Auw 2006	71,66	-32,4 a		3,01	-20,9 a		3,22	-23,3 a		2,75	-23,7 a		1,039	-13,4 a	
2 Osn 2005	86,59	-18,3 b		3,32	-12,6 b		3,57	-14,9 ab		3,07	-14,8 b		1,139	-5,1 ab	
3 Hlf 2005	89,24	-15,8 bc		3,38	-11,0 bc		3,67	-12,7 bc		3,14	-12,9 bc		1,179	-1,8 bc	
4 Wie 2005	97,71	-7,8 bcd		3,59	-5,6 bcd		3,93	-6,4 cd		3,36	-6,5 bcd		1,258	4,8 cde	
5 Auw 2005	98,84	-6,8 cd		3,63	-4,4 cd		3,96	-5,7 cde		3,39	-5,9 cde		1,276	6,4 cdef	
6 Hlf 2006	100,33	-5,4 cd		3,71	-2,5 de		4,04	-3,8 def		3,48	-3,3 def		1,311	9,3 def	
7 Gbh 2006	101,25	-4,5 de		3,73	-1,9 de		4,09	-2,5 defg		3,51	-2,5 defg		1,311	9,3 def	
DEGUSSA	106,00	de		3,80	def		4,20	defg		3,60	defg		1,200	0,0 bcd	
8 Gbh 2005	106,06	0,1 de		3,81	0,4 def		4,18	-0,4 defg		3,60	0,0 defg		1,362	13,5 efg	
9 Fhs 2006	107,83	1,7 de		3,91	2,9 ef		4,29	2,0 efg		3,69	2,5 fg		1,381	15,1 fg	
10 Osn 2006	108,03	1,9 de		3,93	3,4 ef		4,31	2,7 fg		3,71	3,0 fg		1,390	15,8 fg	
11 Wie 2006	111,70	5,4 e		4,00	5,3 f		4,42	5,3 g		3,80	5,5 g		1,432	19,3 g	
12 Dfh 2006	127,38	20,2 f		4,39	15,5 g		4,89	16,5 g		4,23	17,4 h		1,581	31,8 h	
13 Dfh 2005	127,77	20,5 f		4,36	14,7 g		4,88	16,2 g		4,23	17,4 h		1,561	30,1 h	
14 Rhs 2005	130,64	23,2 f		4,43	16,7 g		4,95	17,8 g		4,29	19,1 h		1,603	33,5 h	
LfL 2005 ³	91,03			3,64			3,84			3,14			1,011		

¹⁾ verrechnet wurden die zwei- und mehrzeiligen Verrechnungssorten des Bundessortenamtes aller Standorte für die Ernten 2004 und 2005, Gehaltsermittlung mittels NIRS

²⁾ a-h: Signifikanzen nach TUKEY, $\alpha=0.05$; Spaltenwerte mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant

³⁾ LfL, 2005: auf 88 % TM umgerechnete Tabellenwerte aus der 'Fütterungsfibel ökologische Schweinehaltung'

In Spalte 4 sind die prozentualen Abweichungen der Ergebnisse von den Werten der Futterwerttabelle gelistet. Die Werte von ANDERSSON liegen bis auf Tryptophan mit durchschnittlich 13,8 % unter den Werten der Futterwerttabelle. Die gemittelten Werte dieser Untersuchung hingegen entsprechen den Werten der Futterwerttabelle und liegen für Tryptophan sogar 12 % darüber.

In Tabelle 27 sind die Analysenergebnisse des Sortenversuches nach Standorten differenziert aufgeführt. Zur übersichtlichen Beurteilung des Ausmaßes der Abweichungen vom DEGUSSA-Tabellenwert wurde ein fiktiver Datensatz (DEGUSSA), dessen Werte genau denen der Futterwerttabelle entsprechen, in die statistische Bewertung einbezogen.

Für alle Werte außer Tryptophan zeigen acht der Standorte (4-11) keine signifikanten Abweichungen zum 'DEGUSSA-Wert', drei (1-3) zeigen signifikante Mindergehalte, drei (12-14) liegen in den Gehalten signifikant darüber. Für Tryptophan liegt sogar nur ein Standort (1) unter dem 'DEGUSSA-Wert', sieben liegen darüber. Dies belegt, dass sich die Qualität von Futtergerste, die unter den Produktionsbedingungen des Ökologischen Landbaus produzierte wurde, nicht pauschalisieren lässt und durchaus Gehalte wie in der konventionellen Landwirtschaft erzielen lassen. In der letzten Zeile von Tabelle 27 sind die Werte aus der 'Fütterungsfibel ökologische Schweinehaltung' (LfL 2005) angeführt, wobei in der Broschüre nicht zwischen Winter- und Sommergerste unterschieden wurde. An den meisten Standorten lagen die Protein- und Aminosäuregehalte über diesen Angaben.

Insgesamt erscheinen die Angaben zum erzielbaren Rohprotein- und Aminosäuregehalt der Wintergerste aus Ökologischem Landbau in der Literatur unterbewertet. Für eine gezielte Rationsgestaltung in der ökologischen Tierfütterung ist daher für die Wintergerste eine Analyse auf den Gehalt an Rohprotein und Aminosäuren mit dem preiswerten NIRS-Verfahren dringend zu empfehlen, um eine optimale Eiweißversorgung sicherzustellen.

4.2.3 Konkurrenzkraft gegen Beikräuter

Die Kontrolle von Beikräutern ist neben guten Krankheitsresistenzen, hohen Erträgen und guten Qualitäten ein Hauptanliegen im Ökologischen Landbau. Diese erfolgt hauptsächlich mechanisch. Da hierbei die erreichbaren Wirkungsgrade generell unter denen einer chemischen Kontrolle liegen (TERSBOL & PETERSEN 1999), ist die Konkurrenzwirkung der angebauten Sorten von erheblich größerer Bedeutung als in der konventionellen Landwirtschaft. Ein geringer Unkrautbesatz lässt sich mechanisch nicht gänzlich vermeiden und kann prinzipiell sogar positive Effekte auf das Wachstum der Gerste haben. SOUZA et al. (1997) konnten belegen, dass unter extrem trockenen Anbaubedingungen in Gerstebeständen eine moderate Beikrautflora durch die zusätzliche Beschattung das Bestandesklima positiv beeinflusste und sich die Wasserverfügbarkeit für die Gerste erhöhte. Dies trifft dann auch für eine höhere Eigenbeschattung durch großblättrige Gerstensorten zu und ist geeignet einem erhöhten Unkrautbesatz vorzubeugen. Als effektivste Beikrautregulierer im Ökologischen Landbau gelten allgemein die klassischen Populationsroggen, da sie unter den Getreiden als erste und ausgeprägteste am stärksten zu einer Beschattung der Ackerwildkräuter beitragen (MÜLLER 2002). Die Beschattungsleistung der Wintergerste ist grundsätzlich als sehr hoch einzuschätzen, wenn sie entsprechend günstige Anbaubedingungen vorfindet. In vergleichenden Untersuchungen war die Beikrautkonkurrenz der Sommergerste geringer als die von Hafer, aber höher als diejenige von Weizen (LANNING et al. 1997; SEAVERS & WRIGHT 1995, 1997, 1999). Die Gerste ließ ca. 43 % weniger Licht in den Bestand, als Weizen (LANNING et al. 1997). Diese Angaben lassen sich nicht pauschalisieren und müssen an aktuellen deutschen Sorten überprüft werden. Die letzte vergleichende Untersuchung zur Beikrautunterdrückung von in Deutschland zugelassenen Wintergersten stammt von NIEMANN (1992). Bei 43 untersuchten Wintergersten zeigten sich erhebliche Sortenunterschiede in der Beschattungsleistung. Von den damals überprüften Sorten ist aktuell keine mehr für den Handel zugelassen. Um das Konkurrenzpotential aktueller Sorten zu beschreiben und zu vergleichen, wurden die im Sortenversuch stehenden Wintergersten am Standort Dottenfelderhof (Bad Vilbel) dahingehend verglichen.

Die Konkurrenzkraft der Wintergerste gegen Beikräuter durch Beschattung ergibt sich aus der Leistung der Einzelpflanzen bzw. des Pflanzenbestandes, also der Verminderung der photosynthetisch aktiven Bestrahlung in Bodennähe, sowie aus der ober- und unterirdischen Konkurrenzkraft um Nährstoffe und Wasser.

Hierzu sind in Tabelle 28 die Beschattungsparameter derjenigen Gersten aufgeführt und verrechnet, die im Sortenversuch überdurchschnittliche Bewertungen hinsichtlich Korn- und Proteinertrag sowie Rohproteingehalt erzielten (vgl. dazu Tab. 25).

Tab. 28: Beschattungspotential der Sorten mit überdurchschnittlicher Benotung bei gleichwertiger Gewichtung von Korn-, Proteinertrag und Rohproteingehalt im Anbauvergleich unter ökologischer Bewirtschaftung (Dottenfelderhof 2006)

Status	Sorte*	Flugbrand- resistenz	Halmlänge cm T**	Fahnenblatt- fläche	ährentragende Halme pro m ²		FBI***
				cm ² T	n	T	T
Testsorte ¹	Carrero	+++	81,8 a	5,6 a	839,8 c		4,7 a
Testsorte	Laurena (A)	+++	92,7 d	11,8 d	580,1 ab		6,9 b
Testsorte	Reni	++	85,3 b	6,8 b	694,8 abc		4,7 a
VS BSA ²	Lomerit	+	91,9 cd	8,9 c	518,4 a		4,6 a
VS BSA	Verticale	+	88,9 c	7,7 b	706,7 bc		5,4 ab
VS Öko ³	Theresa	-	94,4 d	9,5 c	528,1 ab		5,0 b

*) Vergleichssorten: Alissa¹, Arkona¹, Astrid¹, Cabrio¹, Duet², Fee¹, Franziska², Madou², Merlot², Nickel¹, Passion², Tafeno³; **) Signifikanzen nach TUKEY; ***) FBI = Fahnenblatt-Index = (Fahnenblattfläche [cm²] x Anzahl ährentragender Halme pro m²) / 1000

¹) nach guten Resistenzeigenschaften gegenüber Flugbrand ausgewählte Sorten; ²) Verrechnungssorten des Bundessortenamtes;

³) Verrechnungssorte der 'AG Versuchsansteller Ökologischer Landbau'

Frühere Untersuchungen an Sommerspeisergersten zeigten, dass Bestände, die zum Ende der Bestockung durchschnittlich 10 cm höher waren, eine um ca. 10 % höhere Beschattung aufwiesen (MÜLLER 1995). In dieser Größenordnung lagen auch die Abweichungen der Halmlängen im Sortenversuch. Von den beiden Sorten mit der besten Flugbrandresistenz hatte LAURENA um 13,3 % längere Halme als CARRERO.

Die Besonderheit dieser Untersuchung war ein genaues computergestütztes Vermessen der Fahnenblattflächen, die aufgrund ihrer hohen Korrelation mit den Flächen der anderen Blattetagen (MÜLLER 1998) einen guten Maßstab für die Gesamtbeschattungsleistung der Einzelpflanzen darstellen. LAURENA hatte mehr als doppelt so große Fahnenblätter als CARRERO. Aufgrund der beträchtlich größeren Bandbreite der Blattflächen im Vergleich der Sorten stellt unter den Bedingungen einer ökologischen Bewirtschaftung die Blattfläche den Hauptfaktor der Konkurrenzkraft gegen Beikräuter dar und sollte bei der Züchtung neuer Sorten Berücksichtigung finden.

Die Beschattungsleistung im Bestand ergibt sich aus der Anzahl ährentragender Halme und dem resultierenden Fahnenblattindex (FBI, vgl. S. 50). Über die Bestandesdichte konnten die kleinblättrigen Sorten bei gleicher Aussaatstärke die mangelnde Beschattungsleistung der Einzelpflanzen bis zu einem gewissen Grade kompensieren. Dennoch hatte LAURENA im Bestand eine um 46,9 % höhere Beschattungsleistung als CARRERO. LOMERIT und THERESA reichten an LAURENA heran, zeigen sich aber anfälliger gegenüber Flugbrand (vgl. Tab. 25).

Neben dem Wettbewerb um Licht stehen die Pflanzen auch in Wettbewerb um das verfügbare Wasser und die verfügbaren Nährstoffe. In einer vergleichenden Untersuchung von ANDERSSON (1983) zeigten diejenigen Wintergersten mit relativ höherem Strohertrag eine bessere Konkurrenzkraft. Die Hauptfaktoren waren das Gewicht der Halme in Kombination mit der Bestandesdichte. Mit zunehmender Biomasse der Wintergersten nahm diejenige der Beikräuter ab. Hinsichtlich der oberirdischen Biomasse ergaben sich für die hier untersuchten Handelssorten keine signifikanten Unterschiede.

5. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse, insbesondere Ableitung von Vorschlägen für Maßnahmen, die durch das BMVEL weiter verwendet werden können.

Bei fortgesetzter Vermehrung von Wintergerste unter ökologischen Anbaubedingungen ist bei Anbau von anfälligen Sorten gegenüber Flug- und Hartbrand mit zunehmendem Befall zu rechnen. Insbesondere trifft dies für den durch weiträumige Sporenverwehung übertragenen Flugbrand zu. Einen Ausweg böte der Anbau von resistenten oder teilresistenten Sorten.

In der Evaluierung bzgl. der Resistenzen stellten die Flug- bzw. Hartbrandresistenz erwartungsgemäß voneinander unabhängige Sorteneigenschaften dar. Es zeigte sich, dass für eine verlässliche Überprüfung der Resistenzen gegenüber Flug- und Hartbrand mindestens zwei Prüfzyklen erforderlich sind. Die für beide Brandkrankheiten aufgefundenen Sortenunterschiede können dazu herangezogen werden, bei einem regionalen Infektionsrisiko in Anbau und Saatguterzeugung auf resistente oder teilresistente Sorten auszuweichen.

Hinsichtlich der Inokulationstechnik beim Flugbrand hat sich die künstliche Inokulation mit der verbesserten Methode nach POEHLMAN (1945) als optimal erwiesen. Es konnte eine unterschiedliche Virulenz der für die gesamte Evaluierung genutzten Flugbrand-Prüfasse (D-6118 Bad Vilbel) und drei weiterer Flugbrandrassen anderer geographischer Herkunft (D-29490 Neu Darchau, D-39398 Hadmersleben und D-52351 Düren) nachgewiesen werden, was in zukünftigen Evaluierungen und regionalen Sortenempfehlungen berücksichtigt werden sollte.

Die 297 seit 2000 geprüften Wintergersten umfassten 223 Handelssorten und 74 Genbankmuster oder von den Züchtern zur Verfügung gestellte (nicht zugelassene) Stämme zur Vorprüfung. Unter den aktuell zugelassenen Handelssorten konnten nur ASTRID und CARRERO mehrjährig getestet werden und blieben dauerhaft befallsfrei, CARRERO mit Zulassung in Deutschland, ASTRID in Österreich. Beide blieben einjährig auch nach Inokulation mit Sporen der anderen Herkünfte befallsfrei. Nur einjährig mit der Prüfasse getestet blieb die in Österreich zugelassene LAURENA befallsfrei. Sechs Genbankmuster blieben nach künstlicher Inokulation zweijährig befallsfrei (CIHO 11652, CIHO 13444, CIHO 15695, HOR 4908 [= MILTON], OGALITSU, DM 86). Die zuletzt genannten drei Muster waren einjährig auch gegenüber den anderen Flugbrandherkünften resistent. Weitere fünf Genbankmuster blieben bei einjähriger Testung mit der Prüfasse befallsfrei (BYDV 15, BYDV 17, CIHO 15692, PI 502972, PI 561204). Diese Varietäten könnten in der Züchtung zur Einkreuzung ihrer Resistenzgene genutzt werden, wobei die nur einjährigen Ergebnisse zuvor bestätigt werden sollten.

Da derzeit nur sehr eingeschränkt eine effektive Saatgutbehandlung gegen Flugbrand zur Verfügung steht (SPIEB et al. 2007), sind weitere Sorten, die aufgrund morphologischer Resistenz befallsfrei blieben (geschlossene Blüten zur Zeit der Flugbrandinfektion), als gute Alternative in Betracht zu ziehen. Diese Eigenschaft zeigten unter den zugelassenen Sorten gegenüber der Prüfasse nach zweijähriger Testung JESSICA, einjährig geprüft ANNICKA, CAMPANILE, MAXIMILIANE, MERCEDES und MERILYN.

111 Handelssorten wurden auf Hartbrandresistenz geprüft. Es bewährte sich die in einer Begleituntersuchung zum Projekt 02OE129 von LERCH (2003) als optimal ermittelte Sporenmenge von ei-

nem Gramm Sporen pro Kilogramm Saatgut. Das Saatgut wurde trocken kontaminiert. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Genauigkeit der Überprüfung von nur minimal anfälligen Sorten durch nasse oder wenigstens feuchte Inokulation (Sporen + Wasser) bei gleicher Sporenmenge verbessert, bzw. eine Anfälligkeit sicherer nachgewiesen werden kann. Ohne Befall blieben unter den zugelassen Sorten ALISSA in zwei Versuchsjahren, einjährig CAMPANILE, MAXIMILIANE, MERCEDES, SPECTRUM und VERTICALE. Einen nur geringen Hartbrandbefall wiesen 25 zugelassene Sorten auf. Da Hartbrandsporen dem Samenkorn nur äußerlich anhaften, wäre für die gering anfälligen Sorten die Entwicklung oder Anpassung eines geeigneten, an ökologische Richtlinien angepassten Saatgutbehandlungsmittels wie LEBERMOOSER, Ethanol oder Behandlungsverfahren wie Warm- bzw. Heißwasserbehandlung, 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 (SPIEB et al. 2007).

Für beide Brandkrankheiten bleibt zu beobachten, wie die unter stark erhöhtem Befallsdruck ermittelten Befallsgrade mit denen in der landwirtschaftlichen Praxis korrelieren und ab welchem Befallsgrad unter Prüfbedingungen ein erhöhtes Risiko für einen Brandbefall im ökologischen Anbau besteht.

Neben der Evaluierung guter Brandresitenzeigenschaften wurde in Anbauversuchen unter ökologischer Bewirtschaftung geprüft, ob diese Sorten auch weiteren, im Ökologischen Landbau wünschenswerten Anforderungen genügen. Hierzu gehören ausreichende Eiweißgehalte der Gerste zur Verwendung in der Verfütterung und gute Konkurrenzkraft gegen Beikräuter. Die Beurteilung der Leistung der Sorten erfolgte unter gleich gewichteter Berücksichtigung der Kornerträge, Proteinerträge und -gehalte. Die Ergebnisse belegen, dass flugbrandresistente Wintergersten unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus den modernen, hauptsächlich am Ertrag orientierten Verrechnungssorten der üblichen Landwirtschaft nicht generell unterlegen sind. Klimatische und pflanzenbauliche Standortunterschiede dominierten gegenüber Sortenunterschieden auf höchstem Ertragsniveau. Eine sinnvolle Standortwahl und eine gute Stellung in der Fruchtfolge zusammen mit der Düngung scheinen daher für den ökologischen Anbau eine größere Rolle als die Sortenunterschiede zu spielen.

Auf besseren Standorten ließen sich dem konventionellen Anbau vergleichbare Proteingehalte erreichen. Unter Berücksichtigung guter oder noch guter Flugbrandresistenz erreichten CARRERO, LAURENA und die Verrechnungssorte LOMERIT, gemessen am Mittel über alle Sorten, überdurchschnittliche Bewertung. Hinsichtlich der Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern durch Beschattung waren LAURENA und die allerdings flugbrandanfällige Verrechnungssorte MERLOT aufgrund der größeren Blattflächen und Halmlängen überlegen.

Die Kombination der Resistenz gegen beide Brände, gutem Korn- und Proteinertrag bei guter Futterqualität und überdurchschnittlicher Beikrautkonkurrenz war von keiner Sorte verwirklicht. Mit dem Abschlag geringer Hartbrandanfälligkeit sind LAURENA und CARRERO für den ökologischen Anbau dennoch gut geeignete Sorten. Letztere zeigte zwar geringere Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern, was aber vermutlich nur auf schlechteren Standorten Bedeutung erlangt. Da nur wenige

resistente Sorten im Handel erhältlich sind, deren Resistenzen vom Erreger zudem durchbrochen werden können, bleibt zu beobachten, ob die ergänzende Selektion geschlossener blühender Sorten bereits als Strategie für den Umgang mit Flugbrand im Ökologischen Landbau hinreicht oder ob eine Resistenzzüchtung mit Nachdruck forciert werden sollte.

6. Zusammenfassung

Bei mehrjähriger Vermehrung von Wintergerste nach ökologischen Richtlinien muss beim Anbau von anfälligen Sorten mit einem Auftreten von zunehmendem Brandbefall gerechnet werden. Einen Ausweg böte der Anbau von resistenten oder teilresistenten Sorten. Eine verlässliche Testung der Resistenzen gegen Brandkrankheiten benötigt mindestens zwei Prüfzyklen, weshalb bei der Vielzahl neu zugelassener und wegfallender Sorten Kenntnislücken nicht zu vermeiden sind.

Beim Flugbrand zeigten sich die künstlich inokulierte Flugbrand-Prüfasse und drei weitere Flugbrandherkünfte unterschiedlich virulent. Von 223 Handelssorten und 74 Genbankmustern waren sieben Handelssorten und zwölf Genbankmuster gegenüber der Prüfasse genetisch resistent. Nur die aktuell zugelassene CARRERO und ASTRID (Österreich) zeigten sich gegenüber der Prüfasse mehrjährig resistent und einjährig getestet gegen alle Flugbrandherkünfte. Einjährig befallsfrei gegenüber der Prüfasse blieb LAURENA (Österreich). Morphologisch resistent (geschlossene Blüten zur Zeit der natürlichen Flugbrandinfektion) waren unter den zugelassenen Sorten eine nach zweijähriger Testung, fünf nach einjähriger Prüfung.

111 Handelssorten wurden auf Hartbrandresistenz geprüft. Ohne Befall blieben aktuell zugelassen und zweijährig geprüft ALISSA, einjährig CAMPANILE, MAXIMILIANE, MERCEDES, SPECTRUM und VERTICALE. Einen nur geringen Hartbrandbefall wiesen 25 zugelassene Sorten auf. Da Hartbrand dem Saatgut von außen anhaftet, böte sich die Perspektive der Saatgutbehandlung mit einem an ökologische Richtlinien angepassten Saatgutbehandlungsmittel oder Warm- bzw. Heißwasserbehandlung.

In Anbauversuchen unter ökologischer Bewirtschaftung waren nach guter Flugbrandresistenz ausgewählte Sorten bei kombinierter Bewertung der Erträge und Proteingehalte den Verrechnungssorten des Bundessortenamtes nicht grundsätzlich unterlegen. Auf besseren Standorten ließen sich dem konventionellen Anbau vergleichbare Proteingehalte erreichen. Unter Berücksichtigung guter Flugbrandresistenz zeigten CARRERO, LAURENA und die Verrechnungssorte LOMERIT, gemessen am Mittel über alle Sorten, überdurchschnittliche Wertung.

Hinsichtlich der Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern durch Beschattung waren LAURENA und die allerdings flugbrandanfällige Verrechnungssorte MERLOT aufgrund der größeren Blattflächen und Halmlängen überlegen.

Die Kombination der Resistenz gegen beide Brände, gutem Korn- und Proteinertrag bei guter Futterqualität und Beikrautkonkurrenz war von keiner Sorte verwirklicht. Bei geringer Hartbrandanfälligkeit waren LAURENA und CARRERO die besten Sorten. Letztere zeigte geringere Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern, was vermutlich nur auf schlechteren Standorten Bedeutung erlangt.

7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen

Die Untersuchungen wurden vollständig im beantragten Umfang durchgeführt. Bei der Evaluierung der Wintergersten auf Flug- und Hartbrandanfälligkeit ergaben sich, insbesondere auch durch die Einbeziehung der Ergebnisse der 2000 begonnenen Vorarbeiten und des Vorprojektes (BLE 02OE129), gut differenzierende Resultate. Hinsichtlich rassenspezifischer Resistenzen beim Flugbrand wurden in einem Differentialsortiment befallsfrei gebliebene Sorten und Genbankmuster geprüft. Die regional unterschiedliche Pathogenität unterstreicht die Notwendigkeit bei Resistenzuntersuchungen Sporenrasen zu berücksichtigen.

Eine prinzipielle Schwierigkeit bei der Krankheitsevaluierung ist die Schnellegeitigkeit des Saatgutmarktes. Aufgrund des sich über zwei Vegetationsperioden erstreckenden Prüfungsanbaus und der Notwendigkeit einer Testung über mindestens zwei Prüfzyklen lassen sich für die Vielzahl neu zugelassener oder wegfallender Sorten Kenntnislücken nicht vermeiden. Dies betrifft auch zukünftige Evaluierungen. Wenn nicht ein Sortiment von Gersten mit guten Resistenzeigenschaften langjährig verfügbar bleibt, müssen auch weiterhin, dem schnellen Sortenwechsel des Marktes folgend, immer wieder aufwendige Resistenzprüfungen vorgenommen werden, um den Kenntnisstand zu aktualisieren.

Die vom Bundessortenamt herausgegebene 'Beschreibende Sortenliste' für Getreide sollte um die Informationen bzgl. der Anfälligkeit gegenüber Flug- und 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 zunächst nur einfache Kennzeichnung der widerstandsfähigen Sorten könnte bei einer Ausweitung des ökologischen Anbaus bereits zu einem Anreiz für die Züchtung entsprechender Sorten werden.

Die Sorten, die sich als gegen Brandkrankheiten resistent oder gering anfällig erwiesen haben, sollten bei Sortenprüfungen unter ökologischen Anbaubedingungen mit eingeschränktem Sortenspektrum berücksichtigt werden.

Da bei Sortenversuchen unter ökologischer Bewirtschaftung Stickstoff nicht auf ein einheitliches Niveau aufgedüngt wird, ergaben sich große Unterschiede zwischen den Versuchsstandorten. Hieraus resultierte eine erschwerte statistische Absicherung der Sortenunterschiede. Eine Differenzierung wurde zwar durch ein alternatives Bewertungssystem erreicht, dennoch sollten die untersuchten zugelassenen Sorten mit guten Resistenzeigenschaften nachgeprüft werden, um die Ergebnisse abzusichern. Standortunterschiede im ökologischen Anbau sind eine wichtige und in der Beratung zu berücksichtigende Beurteilungsgröße für Sortenempfehlungen. Umso mehr stellt gerade unter ökologischen Prüfbedingungen die Auswahl homogener Versuchsflächen an den Prüforten eine wichtige Anforderung als Voraussetzung für eine differenzierende statistisch gesicherte Beurteilung dar, wobei vier Wiederholungen der Prüfglieder angeraten sind.

Die beobachteten großen Sortenunterschiede in der Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern durch Beschattung legen nahe, auch diese Eigenschaft bei Sortenversuchen weiterhin zu erfassen und bei Neuzüchtungen nicht zu vernachlässigen.

8. Literatur

- ABEL H., E. PAWELZIK, G. BREVES, 2004: Ernährungsphysiologische Bewertung von Öko-Futtermitteln für Schweine. BLE 02OE209, Abschlußbericht. [<http://www.orgprints.org/6008>]
- AHMED S.M., R.R. SINGH, R.P. CHANDOLA, 1974: Resistance of barley varieties to loose and covered smut in Western Rajasthan. *Science and Culture* **40**, 360-361.
- ANDERSSON B. (1983) Competition between cereal varieties and weeds. *Nordisk Jordbrugsforskning* **65** (2), 268.
- ANDERSSON R., 2003a: Futterrationen auf dem Prüfstand. *Bioland* **2**, 23.
- ANDERSSON R., 2003b: Proteinträger in der Fütterung des Ökologischen Landbaus - Prüfung der Proteingehalte und der Proteinqualität in ökologisch erzeugten Futterkomponenten. In: Landwirtschaftskammer Hannover, Referat Ökologischer Landbau, Untersuchungsvorhaben in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung in Niedersachsen 2002 - 2003, 107-117.
- BATTS C.C.V., 1955: Observations on the infection of wheat by loose smut. *Trans. Brit. mycol. Soc.* **38**, 465-475.
- BBA, 2000: Resistenzprüfungen von Kulturpflanzen im Acker- und Gartenbau, Teil 2: Die Prüfung von Pflanzen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen in der Biologischen Bundesanstalt gegen Pilze, Bakterien und Viren. Zusammengestellt von BARTELS G. & G. F. BACKHAUS, *Mitt. d. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtschaft* **373**, 38.
- BSA (Bundessortenamt), 2004: Blatt für Sortenwesen. *Amtsblatt des Bundessortenamtes* **37** (12), 394.
- BUIVIDS K., 1979: Barley mutants resistant to loose smut *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. *Barley. Genetics Newsletter* **2**, 15-16.
- BUIVIDS K.R., I.D. RASHAL, 1987: Breeding evaluation of barley forms for grain quality and resistance to fungal diseases. *Genetika i selektsiya v Latviiskoi SSR*, 47-55.
- CHEREWICK W.J., W. POPP, 1950: A modification of Moore's method of inoculating wheat and barley with loose smut. *Phytopathology* **40**, 1054-1056.
- CHOCHLOVA A.P., 1985: The characteristics of loose smut resistance in new spring barley forms. *Sbornik Nauchnykh Trudov po Prikladnoi Botanike, Genetike i Seleksii* **92**, 28-33.
- COCKERELL V., W.J. RENNIE, 1996: Survey of seed-borne pathogens in certified and farm-saved cereal seed in Britain between 1992 and 1994. *HGCA Project Report* **124**, 40 pp.
- DEAN W.M., 1969: The effect of temperature on loose smut of wheat (*Ustilago nuda*). *Ann. appl. Biol.* **64**, 75-83.
- DEGUSSA, 2000: Aminosäuregehalte in Rohstoffen. Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen mit Aminosäuren. Degussa, Hanau, Eigenverlag.
- DLOUHY J., 1981: Alternativa odlingsformer-växtproduktens kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institut för växtodling, Rapport **91**, Uppsala.
- EIBEL P. (2002) Entwicklung und Erprobung immunologischer und molekulargenetischer Methoden zur Frühdiagnose von *Ustilago nuda* (Jens.) Rostrup und *Tilletia caries* (D. C.) Tul. & C. Tul. in Gerste und Weizen. Dissertation, Fachbereiche Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität zu Göttingen. [http://www.apel-software.de/p_eibel]
- EIBEL P., G.A. WOLF, E. KOCH E. (2005): Development and evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of loose smut of barley (*Ustilago nuda*). *European Journal of Plant Pathology* **111** (2), 113-124.
- EMARA Y.A., G.W. FREAKER, 1981a: Effect of environment and genotype and their interaction on pathogenicity of *Ustilago hordei*. 1. Parasite-environment effects. *Journal of Heredity* **72**, 261-263.
- EMARA Y.A., G.W. FREAKER, 1981b: Quantitative inheritance of host-parasite relationships in the barley - *Ustilago hordei* system. *Genetics* **97** (1), Supplement, 34.

- FARIS J.A., 1924: Factors Influencing infection of *Hordeum sativum* by *Ustilago hordei*. American Journal of Botany 11, 189-214.
- FEODOROVA R.N., 1997: New and improved methods of detecting smuts in wheat and barley seed. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin 201, 253-256.
- FRIEDT W., W. KÖHLER, 2006: Standort- und Genotypabhängigkeit von Ertrag und Ertragsstabilität ausgewählter Kulturarten unter besonderer Berücksichtigung der Wintergerste. Universität Gießen: DFG-Sonderforschungsbereich 299, Landnutzungskonzepte für periphere Regionen, Teilprojekt C 2.3. [http://www.sfb299.de/fileadmin/documents/antragsberichte/phase3/C2_3.pdf]
- FRÖIER K., W. HOFFMANN, E. SANDGREN, 1959: In: ROEMER-RUDOLF, Handbuch der Pflanzenzüchtung 2, Getreide, 2. Auflage, Berlin: Parey, 276-379.
- GABOR B.K., P.L. THOMAS, 1987: Un8 allele for loose smut resistance associated with necrosis in embryos of infected barley. Phytopathology 77 (4), 533-538.
- GARKAVYI P.F., E.K. KIRDOGLO, O.P. GARKAVYI, 1983: Problems and methods of breeding barley for multiple disease resistance. Seleksiya i Semenovodstvo 12, 2-5.
- 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.
- HARTMANN G., 2006: Landessortenversuche Wintergetreide 2006 – Ergebnisse, Empfehlungen, Schlussfolgerungen. Landesanstalt f. Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt.
- HEWETT P.D., 1980: Loose smut in winter barley: comparisons between embryo infection and the production of diseased ears in the field. Journal of the National Institute of Agricultural Botany 15, 231-235.
- HOFFMANN G.M., H. SCHMUTTERER, 1999: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. erweiterte und ergänzte Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- JAIN A.K., S.K. JAIN, H.S. YADAVA, 1997: Morphological characters as affected by covered smut of barley. Advances in Plant Sciences 10 (1), 237-239.
- JØRGENSEN H. et al., 1997: The nutritional value of high-lysine barley determined in rats, young pigs and growing pigs. Journal of the science of food and agriculture 73, 287 -295.
- KEMPF H., 2002: Weizenzüchtung für den 'Ökologischen' Landbau. Tagungsband zum workshop 'Züchtung für den Ökolandbau', Hrsg. Bundessortenamt, 26-27. [<http://www.orgprints.org/00001737>]
- KLAUSE S., H. SPIEB, 2003: Evaluierung der Anfälligkeit von Wintergersten gegenüber Flugbrand (*Ustilago nuda*) als Kriterium für die Sortenwahl bei ökologischem Anbau. 7. Wiss. Tagung Ökol. Landbau, Wien.
- KOBYLYANSKII V.D., M.V. LUK'-YANOVA, N.A. RODIONOVA, 1983: Problems of breeding grain fodder crops and source material. Trudy po Prikladnoi Botanike, Genetike i Seleksii 80, 22-28.
- KÖPKE U., 2002: Acker- und pflanzenbauliche Voraussetzungen. Tagungsband zum workshop 'Züchtung für den Ökolandbau', Hrsg. Bundessortenamt, 15-17. [<http://www.orgprints.org/00001737>]
- KOVALEV N.G., Y.I. MITROFANOV, G.N. MITROFANOVA, 1995: Biologized systems of agriculture on drained soils. Russian Agricultural Sciences 10, 1-3.
- KOZERA W., A. ROSZKO, 1975: The relation between percentage infection of plants and of ears as criteria for assessing the susceptibility of barley to *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.. Hodowla Roslin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo 19 (3), 281-286.
- KUMPULAINEN J., 2001. Nutritional and toxicological quality comparisons between organically and conventionally grown foodstuffs. Proceedings / International Fertilizer Society, 472.
- LANNING S.P., L.E. TALBERT, J.M. MARTIN, T.K. BLAKE, P.L. BRUCKNER, 1997: Genotype of wheat and barley affects light penetration and wild oat growth. Agronomy Journal. 89 (1), 100-103.

- LEISEN E., 2000: Ökologischer Landbau. Sortenversuche in Deutschland. Verband der Landwirtschaftskammern e.V., Bonn.
- LERCH F., 2003: Untersuchungen zum Gerstenhartbrand (*Ustilago hordei*). Diplomarbeit im Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz an der Universität Kassel.
- LfL, 2005: Fütterungsfibel ökologische Schweinehaltung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/datenerfassung/informationen_url_1_43.pdf]
- LfL, 2006: Abstammungskatalog der Gerstensorten. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. [<http://www.lfl.bayern.de/ipz/gerste/09740/gerstenstamm.php>]
- LORIA R., M.V. WIESE, A.L. JONES, 1982: Effects of free moisture, head development and embryo accessibility on infection of wheat by *Ustilago tritici*. Phytopath. 72, 1270-1272.
- LUKYANOVA M.V., N.I. TISHKOV, 1985: Basic trends in barley breeding in the steppe zone of the southern Urals. Sbornik Nauchnykh Trudov po Prikladnoi Botanike, Genetike i Seleksii 95, 23-28.
- LWKN, 2006: Ergebnisse der Landessortenversuche Öko-Wintergerste, Wintertriticale und - Winterroggen 2006 der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. [<http://basis.zadi.de/vipdocvollpflanzen/ddd/4c69a.pdf>]
- MARTINEZ-ESPINOZA A.D., 1996: *Ustilago hordei* (Covered Smut of Barley): Biology, Genetics, Current Research and Perspectives. Revista Mexicana de Fitopatologia 14 (1), 1-8.
- MATHRE D.E., 1997: Compendium of barley diseases. Second Edition, American Phytopathology Society.
- M.E.L.U., 1977: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg, Auswertung dreijähriger Erhebungen in neun biologisch-dynamisch wirtschaftenden Betrieben, Stuttgart.
- METCALFE D.R., 1966: Inheritance of loose smut resistance. III. Relationships between the 'Russian' and 'Jet' genes for resistance and genes in 10 barley varieties of diverse origin. Can. J. Plant Science 46, 487-495.
- METCALFE D.R., 1969: Genetics of host resistance to loose smut of barley. Barley Genetics II. Proc. 2nd Intern. Barley Genetics Symp., Pullman. Washington 1971, 508-512.
- MOORE M.B., 1936: A method for inoculating wheat and barley with loose smut. Phytopathology 26, 397-400.
- MORTON D. J., 1961: Trypan Blue and Boiling Lactophenol for Staining and Clearing Barley Tissues infected with *Ustilago nuda*. Phytopathology 51, 27-29.
- MÜLLER K.-J., 1995: Morphologische Aspekte zur Beikrautregulierung durch Beschattung bei Sommerspeisegerste. In: DEWES, T.; L. SCHMITT [Hrsg.]: Beiträge zur 3. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau vom 21.-23. Februar 1995 an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 69-72.
- MÜLLER K.-J., 1998: Erweiternde Kriterien für die Züchtung von Sommerspeisegerste im Organischen Landbau. [Dissertation, Institut für Organischen Landbau, Bonn] Berlin: Köster, ISBN 3-89574-303-8.
- MÜLLER K.-J., 2002: Züchtungspraxis bei Getreide. Tagungsband zum workshop 'Züchtung für den Ökolandbau', Hrsg. Bundessortenamt, 23-25. [<http://www.orgprints.org/00001737>]
- MÜLLER K.-J., H. SPIEB, 2003: Sortenevaluierung hinsichtlich Flugbrand (*Ustilago nuda*) und Hartbrand (*Ustilago hordei*) zur Entwicklung einer Strategie für die Regulierung von saatgutübertragbaren Krankheiten bei der Erzeugung von Wintergerstensaatgut im Ökologischen Landbau. BLE 02OE129, Abschlußbericht. [<http://www.orgprints.org/5229>]
- MÜLLER K.-J. 2005: Wird die Bedeutung von Flugbrand an Sommergerste überschätzt? In: Bericht über die 55. Arbeitstagung 2004 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, BAL Gumpenstein, 23.-25. Nov. 2004, 81-86.

- NIELSEN J., 1976: A method for artificial inoculation of oats and barley for seed treatment trials on seedling-infecting smuts. Canadian Plant Disease Survey 56 (4), 114-116.
- NIELSEN J., 1983: Spring wheats immune or highly resistant to *Ustilago tritici*. Plant Disease 67 (8), 860-863.
- NIELSEN B.J., S. CHRISTIANSEN, J.O. BAGGE, 1999: New resistance against seed borne diseases in cereals. 16th Danish Plant Protection Conference. Crop protection in organic farming. Pests and diseases. DJF-Rapport, Markbrug 10, 149-160.
- NIEMANN E., 1960: Zur physiologischen Spezialisierung des Gerstenflugbrandes. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 55, 37-44.
- NIEMANN E., 1961: Flugbrandresistente Gerstensorten. Z. Pflanzenzüchtung 45, 8-16.
- NIEMANN E., 1961: Die *Ustilago*-Brände der Gerste und ihre Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 13, 17-22.
- NIEMANN P., 1992: Unkrautunterdrückendes Potential von Wintergerstensorten. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft 13, 149-159.
- NOVER I., C.O. LEHMANN, 1969: Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment Gatersleben. II. Prüfung von Wintergersten auf ihr Verhalten gegen Flugbrand, *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.. Berichte und Mitteilungen aus dem Inst. f. Kulturpflanzenforschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in Gatersleben und Aschersleben, Band 17, 233-240.
- NOVER I., C.O. LEHMANN, 1972: Resistenzeigenschaften im Gersten und Weizensortiment Gatersleben. 15. Prüfung des Verhaltens von Sommergerste gegen Flugbrand, *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.. Kulturpflanze 19, 299-304.
- NOVER I., C.O. LEHMANN, A. SEIDENFADEN, 1976: Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment Gatersleben. Kulturpflanze 24, 237-247.
- OBST A., 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Gelsenkirchen: Mann.
- OERTEL C., 1955: Untersuchungen zur Biologie des Gerstenflugbrandes (*Ustilago nuda* (Jens.) Kellerm. et Sw.). Kühn-Archiv 69, 552-602.
- PANDEY D.K., P.L. GAUTAM, 1989: Comparison of inoculation techniques for loose smut of wheat. Plant Disease Research 4 (2), 167-169.
- PEDERSEN P.N., 1960: Methods of testing the pseudo-resistance of barley to infection by loose smut, *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. Acta Agricultura Scandinavica 10, 312-332.
- PETTERSON B.D., 1982: Konventionell und biologisch dynamisch erzeugte pflanzliche Nahrungstoffe im Vergleich. Angewandte Wissenschaften 263, 218-228.
- PIERCE A.R., R.D. WILCOXSON, 1985: Evaluation of seedling infection of barley with *Ustilago nuda*. Phytopathology 75 (8), 965.
- PIERINGER E., 2004: Ferkelfütterung und Fleischqualität. Begleitunterlagen zur Tagung 'Die Zukunft der ökologischen Schweinehaltung', 16. und 17. Februar 2004, Haus Düsse, 38-39.
[<http://www.orgprints.org/2947/01/2947-weissmann-f-2004schweinetagung.pdf>]
- POEHLMAN J.M., 1945: A simple method of inoculating barley with loose smut. Phytopathology 35, 640-644.
- POEHLMAN J.M., 1947: Sources of resistance to loose smut, *Ustilago nuda*, in winter barleys. J. Amer. Soc. Agron. 39, 430-437.
- ROBERTSON D.W., G.A. WIEBE, F.R. IMMER, 1941: A Summary of linkage studies in barley. J. Amer. Soc. Agron. 33, 47-64.
- RUTZ H.W., 1998: Sorten- und Saatgut-Recht. 8. Aufl., Agrimedia Verlag Bergen, 1.
- SCHAFER J.F., J.G. DICKSON, H.L. SHANDS, 1962: Effects of temperature on covered smut expression in two barley varieties. Phytopathology 52, 1161-1163.

- SEAVERS G.P., K.J. WRIGHT, 1995: Potential for weed control by suppressive cereal cultivars. Brighton crop protection conference: weeds. Proceedings of an international conference, Brighton, UK, Vol. 2, 737-742.
- SEAVERS G.P., K.J. WRIGHT, 1997: Influence of crop growth habit and canopy development on weed suppression. *Aspects of Applied Biology* 50, 361-366.
- SEAVERS G.P., K.J. WRIGHT, 1999: Crop canopy development and structure influence weed suppression. *Weed Research Oxford* 39 (4), 319-328.
- SHANDS R.G., 1956: Inheritance of covered smut resistance in two barley crosses. *Agron. J.* 48, 81-86.
- SHCHELKO L.G., V.I. KRIVCHENKO, 1975: Methods of studying the resistance of barley to loose smut. *Byulleten'Vsesoyuznogo Nauchno Issledovatel'skogo Instituta Rastenievodstva imeni N.I. Vavilova* 50, 20-25.
- SHIRIVASTAVA S.N., D.P. SRIVASTAVA, 1978: Inheritance of resistance to covered smut [*Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh] of barley, *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* [ISSN 0019-5200] 37, 321-327.
- SHIROKOV A.I., V.A. DOMRACHEV, V.K. ZABLUDOVSKII, 1980: Mechanization of vacuum formation during artificial infection of plants with loose smut. *Selektsiya i Semenovodstvo* 4, 21-22.
- SOUZA J.R.P. DE, E.D. VELINI, D.A.S. MARCONDES, 1997: Effects of weeds on water consumption and microclimate in a field of barley. *Planta Daninha* 15 (2), 89-96.
- SPIEB H., M. JAHN, E. KOCH, N. LORENZ, K.-J. MÜLLER, W. VOGT-KAUTE, F. WALDOW, R. WÄCHTER, K.-P. WILBOIS, 2007: Stand der Bekämpfung von Brandkrankheiten im ökologischen Getreidebau. In: ZIKELI et al. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Beitr. 9. Wiss.tagung Ökol. Landbau, Hohenheim, Bd. 1, 369-372.
- STEFANOV T., S. ZAPRYANOV, L. SECHNYAK, 1983: Achievements and problems in breeding winter fodder and malting barley in Bulgaria. *Voprosy selektsii i genetiki zernovykh kultur*, 386-394.
- SURIN N.A., N.E. LYAKHOVA, 1987: Spring barley Krasnoyarskii 80. *Selektsiya i Semenovodstvo*, Moscow 3, 30-32.
- TAPKE V.F., 1929: The role of humidity in the life cycle, distribution and control of the loose-smut fungus of wheat. *Phytopath.* 19, 103.
- TAPKE V.F., 1931: Influence of humidity on floral infection of wheat and barley by loose smut. *J. agric. Res.* 43, 503-516.
- TAPKE V.F., 1945: New physiologic races of *Ustilago hordei*. *Phytopathology* 35, 970-976.
- TAPKE V.F., 1948: Environment and the cereal smuts. *Bot. Rev.* 14, 359-412.
- TERENTIEVA I., A. KHOHLOVA, O. KOVALEVA, 2000: Australian spring barleys in North-West Russia: Sources of Earliness, Resistance to Loose Smut, Drought Tolerance. LOGUE S. (editor): *Barley Genetics VIII, Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium*, 22.-27.Oct. 2000, Adelaide, ISBN 0-086396-680-2, Vol. 3, 295-296.
- TERSBOL M., P.H. PETERSEN, 1999: Field trials and experiences with mechanical weed control. 16th Danish Plant Protection Conference. Crop protection in organic farming. Pests and diseases. DJF-Rapport, Markbrug 10, 71-83.
- THERRIEN M.C., P.L. THOMAS, C.A. SONNTAG, 1994: In search of the elusive Runx gene for loose smut resistance in barley. *Barley Genetics Newsletter* 24, 10-11.
- THOMAS P.L., 1976: Inoculation of barley with mixtures of buff and brown teliospores as an aid to screening for resistance to *Ustilago nuda*. *Plant Disease Reporter* 60 (5), 368-371.
- THOMAS P.L., D.R. METCALFE, 1984: Loose smut resistance in two introductions of barley from Ethiopia. *Can. J. Plant Sci.* 64, 255-260.
- THOMAS P.L., J.G. MENZIES, 1997: Cereal smuts in Manitoba and Saskatchewan, 1989-95. *Can. J. Plant Path.* 19 (2), 161-165.

- TIEMANN A., 1925: Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für *Ustilago tritici* und den Einfluss der äußeren Bedingungen dieser Krankheit. Kühn-Archiv 2, 405-475.
- TYULINA L.R., V.I. KRASHENINNIKOVA, 1973: Methods of evaluating barley for resistance to *Ustilago nuda*. Materialy Nauch. konf. Kirov. s. kh. in t, 1972. Rasteniyevodstvo, 84-91.
- VELIBEKOVA E.I., L.N. BONDAREVA, 1987: Immunological principles of producing breeding material of barley resistant to diseases and pests. Novoe v selektsii i semenovodstve sel'skokhozyaistvennykh kul'tur 25, 100.
- VÖLKEL G., 2002: Sortenversuche 2002 im Ökologischen Landbau in Deutschland: Wintergerste. Bundesweite Auswertung der Ergebnisse der verschiedenen Versuchsansteller, zusammengestellt für die AG Versuchsansteller Ökologischer Landbau, Verband der Landwirtschaftskammern. [<http://orgprints.org/00001397>]
- VÖLKEL G., 2007: Ergebnisse des Wintergerstenversuch 2007 unter ökologischer Bewirtschaftung in Hessen. Hessenbauer 35, 30-32.
- WELLS S.A., 1958: Inheritance of reaction to *Ustilago hordei* in cultivated barley. Can. J. Plant Sci. 38, 45-60.
- WICKE H., 1986: Vergleichende Untersuchungen zur Resistenz von Sommergerstensorten gegen den Flugbranderreger *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- WINTER W., H. KREBS, I. BAENZIGER, 1992: Anfälligkeit von Getreidesorten für einige Brandkrankheiten. Landwirtschaft Schweiz 5, 293-297.
- WINTER W., H. KREBS, I. BANZIGER, 1995: Brandpilze und Streifenkrankheit: Sortenanfälligkeit. Agrarforschung (Switzerland) 2, 325-328.
- WINTER W., I. BANZIGER, H. KREBS, A. RÜGGER, P. FREI, D. GINRAD, 1996: Warm and hot water treatment of barley seed. Agrarforschung 3 (1), 25-28.
- WLCEK S., ZOLLITSCH, W. (2003): Bio-Futtergetreide - bisherige Futterwerttabellen stimmen oft nicht! Ernte Zeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie 3, 20-21.
- ZOLLITSCH W. et al., 2000: Aspekte der Schweine und Geflügelfütterung im biologisch bewirtschafteten Betrieb. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein.

9. Tabellenanhang

Tab. A1 (a-d) a: Zusammenstellung der ermittelten Befallsgrade (%) aller in den Projekten BLE 02OE129 und 03OE657 gegen Flugbrand getesteten Wintergestevarietäten

Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹		Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹	
			künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %				künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %
1	Action	2004-05	60,6	2,4	45	BYDV 19	2004-05	46,2	1
2	Adlon	2003-04	30,5	1,1	46	Cabrio	2000-01	5,4	0,2
3	Advance	2003-04	86,0	4,7			2005-06	> 10	0
4	Affair	2003-04	48,4	2,3	47	Camera	2000-01	23,2	5,9
5	Akropolis	2003-04	28,4	3,0			2002-03	34,9	1,6
6	Alissa	2001-02	15,6	1,1			2004-05	60,9	1,6
7	Allegra	2001-02	31,6	4,9	48	Camilla	2000-01	36,5	2,8
8	Alpaca	2000-01	0	1,8	49	Campanile	2005-06	24,7	0
9	Anastasia	2003-04	40,2	5,4	50	Candesse	2001-02	48,3	3,0
10	Angela	2000-01	34,1	2,1			2004-05	61,9	1,8
		2003-04	56,3	4,3	51	Cannock	2004-05	56,9	0,1
		2004-05	58,1	1,5	52	Caprima	2003-04	68,4	1,6
11	Angora	2000-01	64,3	4,9	53	Carat	2003-04	27,4	0,6
12	Annicka	2004-05	62,4	0			2004-05	42,4	0,9
13	Anoa	2000-01	12,2	6,0	54	Carola	2000-01	69,5	10,9
14	Antalya	2005-06	47,0	> 5			2002-03	37,8	3,9
15	Antelope	2004-05	33,1	2,1			2004-05	53,8	3,0
16	Antonia	2003-04	79,4	5,9	55	Carrero	2002-03	0	0
		2004-05	83,3	1,7			2004-05	0	0
17	Aquarelle	2003-04	32,5	0,7			2005-06	0	0
18	Archipel	2004-05	95,0	1,6	56	Cascaya	2005-06	> 10	0,0
19	Arkona	2000-01	37,7	0	57	Catania	2000-01	33,7	6,3
		2005-06	18,4	0	58	Cebu	2004-05	0	0,3
20	Artist	2002-03	64,1	2,0	59	Celine	2005-06	82,2	0
		2003-04	56,0	5,0	60	Chess	2005-06	100,0	0
21	Astrid	2000-01	0	0	61	Cinderella	2004-05	87,7	4,0
		2002-03	0	0			2005-06	63,5	> 1
		2003-04	0	0	62	Cita	2000-01	15,9	8,9
		2001-02	0	0	63	Clara	2002-03	18,9	1,3
		2004-05	0	-			2004-05	1,4	0,9
		2005-06	0 (3) ^a	0	64	Cleopatra	2001-02	84,3	6,0
22	Aureval	2004-05	70,1	0,1	65	Clho 10659	2004-05	41,6	0,2
23	Aviron	2000-01	6,8	2,2	66	Clho 10667	2004-05	33,3	0,3
24	Babylone	2000-01	14,2	11,4	67	Clho 10890	2004-05	0	5,7
25	Bahamas	2003-04	26,3	7,2			2005-06	-	> 0
26	Barcelona	2002-03	83,3	0,8	68	Clho 11170	2004-05	43,9	0,2
27	Bayava	2003-04	48,1	1,6	69	Clho 11369	2004-05	58,2	0,2
28	BB 38	2002-03	2,4	0	70	Clho 11652	2004-05	0	0
		2004-05	0,6	-			2005-06	-	0
29	BB 42 (Gesine)	2002-03	0	0	71	Clho 11887	2004-05	9,8	0
		2003-04	7,7	3,4			2005-06	-	> 0
30	Berlina	2002-03	89,6	0,5	72	Clho 13444	2004-05	0	0
31	Biggi	2002-03	58,0	0,8			2005-06	-	0
32	Billa	2002-03	45,7	0,2	73	Clho 15235	2004-05	5,1	0
33	Bistro	2004-05	21,1	2,8			2005-06	-	> 0
		2005-06	71,2	> 5	74	Clho 15691	2004-05	29,1	2,8
34	Blanca	2000-01	39,1	1,3	75	Clho 15692	2004-05	0	0
35	Bombay	2000-01	43,9	7,5			2005-06	-	0
36	Bonita	2002-03	40,4	0,4	76	Clho 15695	2004-05	0	0
37	Boreale	2004-05	63,4	1,6			2005-06	-	0
38	Borwina	2000-01	30,4	3,8	77	Colibri	2005-06	> 5	0,0
		2004-05	6,5	1,2	78	Corbie	2003-04	86,4	0,5
39	BYDV 1	2004-05	34,3	2,8			2004-05	100,0	4,7
40	BYDV 4	2004-05	47,6	6,6	79	Cordoba	2000-01	18,8	5,8
41	BYDV 5	2004-05	54,8	0,8	80	Cornelia	2000-01	30,3	11,7
42	BYDV 6	2004-05	64,5	0,5			2002-03	53,7	6,7
43	BYDV 15	2004-05	0	0			2004-05	42,7	3,2
44	BYDV 17	2004-05	0	0	81	Cosima	2002-03	36,5	0,4

Tab. A1 (a-d) b: Zusammenstellung der ermittelten Befallsgrade (%) aller in den Projekten BLE 02OE129 und 03OE657 gegen Flugbrand getesteten Wintergestevarietäten

Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹		Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹	
			künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %				künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %
82	Cumbia	2004-05	34,2	1,9	117	Gilberta	2002-03	45,8	0,6
83	Daneka	2002-03	38,0	4,5	118	Goldmine	2001-02	23,9	2,9
84	DH 39 (Post X HOR 9484)	2002-03	25,0	1,7	119	Grete	2000-01	1,4	0
85	DH 6 (Post X HOR 9484)	2002-03	50,0	0			2001-02	1,2	0
		2003-04	61,3	2,3			2002-03	2,0	0
		2005-06	> 10	> 1			2003-04	5,3	0,9
86	Diamond	2004-05	60,8	0,8			2004-05	5,3	-
87	Diskant	2005-06	9,1	> 1			2005-06	13,3	0
88	DM 7	2002-03	33,2	0	120	Gudrun	2002-03	23,8	0,1
89	DM 12	2002-03	0	0			2004-05	7,8	0
		2003-04	0	0	121	Gunda	2000-01	84,4	17,5
		2004-05	16,2	-	122	GW 2227 (NSL 98-6042)	2004-05	77,2	1,5
		2005-06	0	0	123	GW 2229 (NSL 98-6213)	2004-05	72,5	2,1
90	DM 32	2002-03	69,1	0,6	124	GW 2230 (NSL 98-7201)	2004-05	84,0	1,3
91	DM 35	2002-03	0	0	125	GW 2266	2004-05	31,0	3,4
		2003-04	0,3	0,1			2005-06	ca. 40	> 1
		2005-06	0	0	126	Haka	2004-05	7,2	0,3
92	DM 40	2002-03	71,3	0,1	127	Hamida	2004-05	48,3	3,8
93	DM 58	2002-03	0	0	128	Hanna	2000-01	73,4	3,8
		2003-04	0	0,3	129	Hiberna	2002-03	100	0,4
		2005-06	0	0	130	HJ 171	2002-03	0	0
94	DM 62	2002-03	7,6	1,8			2003-04	0,9	0
95	DM 70	2002-03	0	0,1			2004-05	0	-
		2003-04	0	0			2005-06	0	0
		2005-06	0	0	131	Holli	2002-03	24,5	1,8
96	DM 75	2002-03	44,1	0,1	132	HOR 248 = Trebi	2001-02	0	0
97	DM 86	2002-03	0	0			2004-05	3,1	-
		2003-04	0	0			2005-06	-	0
		2004-05	0	-	133	HOR 723 = Vitina	2001-02	8,9	0
		2005-06	0	0			2003-04	15,3	2,8
98	Dolmen	2004-05	86,2	4,0	134	HOR 1044 = Merkez 69	2001-02	5,2	0,2
99	Duet	2000-01	0	0,4			2002-03	0	0
		2005-06	0	0			2003-04	44,4	2,5
100	Dyveke	2005-06	ca. 50	> 1			2005-06	19,7	> 1
101	Edda	2002-03	54,2	1,4	135	HOR 1115 = Breisgauer	2001-02	29,9	1,5
102	Elbany	2003-04	43,6	0,1	136	HOR 1125 = Altschlage	2001-02	3,8	2,3
103	Elfe	2000-01	43,4	13,0	137	HOR 1335 = Engelen's II	2001-02	18,6	3,7
104	Escape	2005-06	ca. 40	> 1	138	HOR 2038 = Janetzki Rula	2001-02	3,3	0,6
105	Estrél	2003-04	24,1	4,4			2002-03	27,0	0,1
		2004-05	21,1	0	139	HOR 2048 = Selecta	2001-02	14,3	3,8
106	Existenz	2003-04	72,5	0,7	140	HOR 2280	2001-02	5,9	2,5
		2004-05	78,7	1,2	141	HOR 4908 = Milton	2001-02	0	0
107	Falbala	2004-05	88,4	4,2			2002-03	0	0
108	Fee	2002-03	30,2	1,1			2003-04	0	0
		2005-06	71,0	0,0			2004-05	-	0
109	Finita	2004-05	67,2	1,2	142	HOR 10860 = Haedzu	2002-03	60,0	0
		2005-06	ca. 30	> 1			2005-06	57,9	> 1
110	FR 433/02c	2004-05	85,1	1,0	143	HOR 11832 = Dze	2002-03	0	0
111	Franziska	2001-02	17,7	0			2003-04	0	0,1
		2002-03	0	0,6			2004-05	1,3	-
		2003-04	39,7	1,6			2005-06	0	0
		2004-05	10,1	1,0	144	HOR 12293 PA 468	2002-03	36,0	0,2
		2005-06	> 10	0,0	145	HOR 12318 (UK)	2002-03	89,7	1,4
112	Gaelic	2004-05	69,6	1,5	146	HOR 12324 (UK)	2002-03	16,4	0
113	Gamelan	2000-01	80,5	8,1	147	HOR 12399	2002-03	1,3	1,4
114	Geo	2000-01	31,0	6,9			2003-04	11,2	1,4
115	Georgia	2001-02	36,0	5,4			2005-06	42,6	> 1
116	Gerval	2002-03	27,1	1,2	148	HOR 12400	2002-03	22,4	0,4
		2003-04	72,2	11,0					

Tab. A1 (a-d) c: Zusammenstellung der ermittelten Befallsgrade (%) aller in den Projekten BLE 02OE129 und 03OE657 gegen Flugbrand getesteten Wintergestevarietäten

Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹		Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹	
			künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %				künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %
149	HOR 13453	2002-03	0	0	187	Lupida	2004-05	22,9	0
		2004-05	13,1	-			2002-03	34,4	1,3
		2005-06	34,2	0	188	Madeline	2003-04	45,6	1,4
150	Horma	2002-03	34,7	0,4	189	Madita	2005-06	ca. 30	> 1
151	Ibiza	2002-03	39,4	1,0	190	Madou	2002-03	21,4	0,3
152	Ikone-2205	2004-05	41,0	1,1			2005-06	> 10	0
153	Inga	2000-01	45,4	4,1	191	Magenta	2004-05	65,1	2,7
154	Intro	2000-01	32,9	0	192	Malwinta	2005-06	ca. 90	> 5
		2002-03	57,0	0,3	193	Mammut	2000-01	52,1	0
		2004-05	46,8	0,4	194	Manolia	2004-05	65,4	0
155	Isolde	2001-02	0	0	195	Manuela	2004-05	0	0
		2002-03	5,2	0	196	Manureva	2005-06	ca. 70	> 5
		2004-05	0	-	197	Marinka	2000-01	78,1	11,4
		2004-05	0	0			2003-04	60,6	3,7
156	Jackpot	2004-05	17,5	1,0			2004-05	64,3	0
157	Jamaïque	2003-04	22,7	2,9	198	Mascara	2004-05	48,1	0,6
158	Jana	2000-01	14,2	2,6	199	Masto	2000-01	10,1	7,8
159	Jasmin	2000-01	50,6	10,1	200	Matesca	2004-05	0	0
		2003-04	56,3	2,0	201	Maximiliane	2005-06	ca. 30	0
160	Jessica	2004-05	43,9	0	202	Melanie	2000-01	25,8	5,0
		2005-06	ca. 70	0	203	Mellori	2003-04	19,9	0,2
161	Jolante	2000-01	33,9	5,3			2005-06	24,5	> 1
162	Julia	2000-01	21,7	38,6	204	Mercedes	2005-06	31,8	0
163	Juliane	2002-03	50,0	1,9	205	Merilyn	2005-06	ca. 30	0
164	Jura	2000-01	38,2	15,0	206	Merlot	2003-04	64,0	34,6
165	Kamoto	2002-03	54,9	1,2			2004-05	76,8	4,4
166	Karisma	2002-03	35,8	0,1			2005-06	> 10	> 5
167	Kestrel	2004-05	28,6	1,0	207	Millie	2001-02	23,2	6,1
168	Ketos	2004-05	0	0	208	Mombasa	2003-04	84,2	2,9
169	Kreta	2002-03	29,6	0	209	Montana	2003-04	69,5	4,6
		2003-04	34,8	0	210	MS Scald	2002-03	17,5	0,5
170	Krimhild	2000-01	0	0			2003-04	37,8	2,2
		2001-02	0	0,2			2004-05	0	0
		2002-03	32,6	0,3			2004-05	> 1 ^b	-
		2004-05	71,3	0,5	211	Murcie	2004-05	0	0,7
171	Kyoto	2003-04	52,5	1,8	212	Murena	2005-06	ca. 40	0
172	Labea	2000-01	60,1	6,1	213	Nadine	2004-05	37,4	0
173	Landi	2000-01	2,0	1,9	214	Naomie	2004-05	41,7	2,8
174	Laurena	2004-05	0	0			2005-06	> 10	> 1
175	Laverda	2005-06	ca. 80	> 5	215	Nectaria	2004-05	34,6	0
176	Leonie	2001-02	28,2	2,4	216	Nelly	2000-01	19,4	7,0
		2002-03	22,1	1,1	217	Nicola	2002-03	20,1	0,9
		2004-05	65,8	5,5	218	Nikel	2000-01	1,9	1,1
177	Leonore	2005-06	21,3	> 5			2002-03	7,7	0
178	Leslie	2005-06	ca. 90	> 1			2003-04	13,4	4,3
179	Linie Tokyo x Tiffany	2002-03	38,1	0,5			2004-05	0	0
180	Loden	2003-04	41,6	0,7			2005-06	> 5	0
		2004-05	35,8	4,4	219	Nobilis	2004-05	76,5	1,8
		2005-06	ca. 80	> 5	220	Nocturne	2005-06	ca. 90	0
181	Lomerit	2002-03	36,8	0,2	221	NS 96515/26	2002-03	0	0
		2004-05	62,6	0,3			2003-04	1,3	0,1
		2005-06	> 10	0			2004-05	0	-
182	Lorena	2000-01	52,0	2,4			2005-06	0	0
183	Lubeca	2003-04	37,7	4,1	222	NS 98890/17	2002-03	48,6	0,3
184	Ludmilla	2000-01	34,8	1,9	223	NS 99548/1	2002-03	54,2	1,3
185	Ludo	2002-03	35,3	1,2	224	Ogalitsu	2001-02	0	0
		2003-04	39,1	5,2			2004-05	0	-
186	Lunaris	2003-04	78,1	2,9			2005-06	0	0

Tab. A1 (a-d) d: Zusammenstellung der ermittelten Befallsgrade (%) aller in den Projekten BLE 02OE129 und 03OE657 gegen Flugbrand getesteten Wintergestevarietäten

Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹		Nr.	Varietät	Vege- tations- periode	Befall ¹	
			künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %				künstliche Infektion ² %	natürliche Infektion ³ %
225	Opal	2000-01	47,4	7,2	265	Sunbean	2004-05	22,7	0
226	Osiris	2004-05	0	0			2005-06	-	0
227	Palinka	2003-04	63,9	9,1	266	Suzie	2004-05	67,8	0,3
		2004-05	8,3	1,6	267	Svenja	2000-01	0	4,8
228	Palmyra	2004-05	51,6	0,0	268	Swallow	2004-05	68,2	2,4
		2005-06	-	> 1	269	Sympax	2000-01	48,2	12,0
229	Passion	2003-04	50,0	7,6	270	Tafeno	2001-02	57,0	1,3
		2005-06	> 5	> 1			2004-05	70,4	0
230	Patrona	2002-03	18,7	0,8	271	Tapir	2000-01	64,7	5,4
231	Pedigree	2004-05	24,0	3,3	272	Telex	2005-06	7,6	> 1
232	Perma	2002-03	34,1	1,7	273	Tessy	2001-02	90,4	2,0
233	PI 502972	2004-05	0	0			2002-03	75,6	1,0
234	PI 539125	2004-05	> 1 ⁵	-			2004-05	83,7	0,3
235	PI 552539	2004-05	41,3	0	274	Theda	2001-02	26,8	4,2
236	PI 552956	2004-05	29,3	0,4			2005-06	> 20	> 5
237	PI 561204	2004-05	0	0	275	Theresa	2000-01	64,7	7,1
238	PI 584507	2004-05	62,5	2,3	276	Tiffany	2000-01	35,2	18,1
239	Pict	2004-05	34,2	2,6	277	Tilia	2001-02	21,8	0,6
240	Plus	2000-01	34,3	5,2			2002-03	5,5	1,9
241	Premuda	2003-04	54,2	1,3	278	Tokyo	2000-01	84,6	13,4
242	PZO 3414/98	2002-03	78,4	1,9	279	Traminer	2003-04	33,7	2,6
243	Quantis	2000-01	22,8	2,8	280	Trasco	2000-01	12,8	8,3
244	Regalia	2004-05	5,1	0			2002-03	24,8	0
		2005-06	-	> 1	281	Tundra	2004-05	25,7	0
245	Regina	2000-01	67,9	12,3			2005-06	-	> 1
		2002-03	67,0	0,7	282	Turquoise	2004-05	64,7	0,6
246	Relief	2004-05	40,1	1,9	283	Uschi	2000-01	1,3	0,7
247	Reni	2002-03	25,2	0			2002-03	19,0	1,1
		2004-05	0,7	1,9			2003-04	36,2	1,3
		2005-06	0	0	284	Vanessa	2001-02	25,4	5,5
248	Resolut	2002-03	52,4	0,4	285	Venezia	2003-04	91,8	0,3
249	Rocca	2000-01	36,3	6,3	286	Venus	2001-02	13,5	4,7
250	Romina	2001-02	45,8	0,6			2002-03	20,0	4,3
		2002-03	75,2	0,6	287	Verena	2002-03	18,3	0,6
251	Rosita	2004-05	55,5	0,4			2003-04	53,0	2,6
252	Saigon	2004-05	57,3	10,7	288	Verticale	2005-06	85,1	> 1
253	Sarah	2000-01	1,9	5,2	289	Virac	2000-01	39,0	8,6
254	Scylla	2004-05	55,3	2,7	290	Virgo	2002-03	21,8	0,2
255	Sequel	2004-05	7,0	0	291	Vogelsanger Gold	2002-03	38,5	1,2
256	Serafina	2002-03	70,3	5,8			2004-05	66,2	1,0
		2003-04	66,9	18,1	292	WI 1	2004-05	66,2	0
257	Sevruga	2005-06	ca. 70	> 5			2005-06	-	> 1
258	Siberia	2004-05	6,8	0	293	WI 2	2004-05	80,3	1,5
		2005-06	-	> 1	294	WI 6	2004-05	35,7	0,2
259	Sigra	2003-04	56,2	8,6	295	WI 7	2004-05	74,2	0
		2000-01	17,6	2,5			2005-06	-	> 1
260	Silke	2001-02	29,5	1,7	296	Yuka	2000-01	0	0
		2002-03	19,2	3,0			2001-02	0	0
261	Sonja	2000-01	67,3	7,5			2002-03	8,0	0
262	Spectrum	2005-06	ca. 60	> 5			2004-05	1,6	-
263	Stephanie	2003-04	58,3	4,5			2005-06	47,4	0
264	Structura	2003-04	30,8	0,3	297	Zafira	2004-05	73,5	0,9

¹) Alle Ergebnisse beziehen sich auf die Infektion mit der lokalen Flugbrandrasse (D-61118 Bad Vilbel); ²) künstliche Infektion mittels Injektion einer Wasser-Sporen-Suspension in die blühenden Ährchen; ³) natürliche Infektion durch Sporenverwehung aus Infektionsparzellen (stark befallene Wintergerste IGR1); ⁴) drei befallene Pflanzen in den ASTRID-Parzellen unterschieden sich morphologisch geringfügig von den anderen Pflanzen; ⁵) aufgrund verwitterter Beschriftung war keine Zuordnung der Flugbrandrasse möglich.

Tab. A2: Korn-Erträge (Parzellenmittel) an den Standorten* der Wintergerste-Sortenversuche

zz = zweizeilig, **mz** = mehrzeilig; **VS** = Verrechnungssorten des Bundessortenamtes, **TS** = Testsorten; **T** = Signifikanzen nach Tukey, $\alpha=0,05$;

a) Ernte 2005

		Kornertrag (dt/ha)														
Zeil.	Status	Sorte	Hlf	T	Osn	T	Wie	T	Auw	T	Gbh	T	Dfh	T	Rhs	T
zz	VS	Franziska	31,1	a	19,3	ab	28,4	a	47,0	a	64,9	a	62,4	a	38,4	ab
		Lomerit	41,2	b	24,8	b	28,2	a	53,5	a	61,7	a	72,0	a	36,3	ab
		Merlot	31,3	a	13,8	a	30,7	a	42,9	a	60,7	a	65,8	a	42,7	b
	TS	Arkona	31,5	a	18,2	ab	26,4	a	49,4	a	58,6	a	66,4	a	36,8	ab
		Fee	32,7	a	21,3	ab	22,8	a	44,0	a	56,9	a	67,3	a	32,9	ab
		Nikel	35,8	ab	24,2	b	22,0	a	52,2	a	64,5	a	66,9	a	26,2	a
		Mittel VS:	34,5		19,3		29,1		47,8		62,4		66,8		39,1	
		Mittel TS:	33,3		21,3		23,7		48,5		60,0		66,9		32,0	
mz	VS	Duet	36,4	a	22,8	a	26,5	a	37,1	ab	59,1	ab	61,0	a	25,9	a
		Passion	31,9	a	22,6	a	22,4	a	37,4	ab	61,9	ab	73,5	b	33,0	a
		Verticale	35,6	a	20,0	a	26,1	a	47,8	c	64,7	ab	66,6	ab	29,8	a
	TS	Astrid	34,2	a	21,0	a	23,6	a	40,4	abc	63,1	ab	59,6	a	24,8	a
		Cabrio	33,4	a	21,3	a	23,0	a	42,5	bc	57,5	ab	68,2	ab	27,6	a
		Carrero	36,2	a	21,8	a	26,2	a	42,7	bc	64,2	ab	66,6	ab	22,9	a
		Madou	33,8	a	19,8	a	28,6	a	32,2	a	50,8	a	66,2	ab	24,3	a
		Reni	35,0	a	23,5	a	26,7	a	42,3	bc	67,3	b	68,5	ab	23,0	a
		Mittel VS:	34,6		21,8		25,0		40,8		61,9		67,0		29,5	
		Mittel TS:	34,5		21,5		25,6		40,0		60,6		65,8		24,5	

b) Ernte 2006

		Kornertrag (dt/ha)														
Zeil.	Status	Sorte	Hlf	T	Osn	T	Wie	T	Auw	T	Gbh	T	Dfh	T	Fhs	T
zz	VS	Franziska	25,5	a	16,2	a	61,9	ab	73,8	bc	68,0	a	52,8	b	68,3	a
		Lomerit	28,6	b	22,3	a	67,8	ab	71,9	bc	70,4	a	51,6	ab	70,0	a
		Merlot	24,3	a	20,4	a	69,0	b	59,4	a	66,4	a	49,6	ab	66,4	a
	TS	Theresa	25,7	ab	22,3	a	64,0	ab	81,2	c	68,2	a	50,2	ab	69,4	a
		Alissa	23,7	a	17,7	a	56,0	a	62,8	ab	73,5	a	51,8	ab	61,6	a
		Laurena	26,5	ab	18,2	a	66,0	ab	65,2	ab	72,1	a	41,7	a	69,7	a
		Mittel VS:	26,2		19,7		66,2		68,4		68,3		51,3		68,2	
	Mittel TS:	25,3		19,4		62,0		69,7		71,3		47,9		66,9		
mz	VS	Duet	23,6	a	23,0	a	57,5	a	57,8	a	66,4	a	51,5	a	61,2	a
		Passion	22,9	a	24,5	a	53,5	a	66,0	ab	65,2	a	55,1	a	64,1	a
		Verticale	25,4	a	20,4	a	56,6	a	64,1	ab	66,1	a	52,5	a	58,3	a
	TS	Tafeno	25,3	a	22,5	a	64,1	a	66,8	ab	63,9	a	46,4	a	59,6	a
		Astrid	23,8	a	17,5	a	51,8	a	60,5	ab	62,5	a	46,1	a	57,8	a
		Cabrio	25,0	a	21,4	a	52,1	a	63,1	ab	65,9	a	54,0	a	59,9	a
		Carrero	26,2	a	22,6	a	65,2	a	70,5	b	66,8	a	49,7	a	55,9	a
	Reni	25,8		24,4	a	62,8	a	66,1	ab	65,2	a	54,2	a	57,8	a	
	Mittel VS:	24,0		22,6		55,9		62,7		65,9		53,0		61,2		
	Mittel TS:	25,2		21,7		59,2		65,4		64,9		50,1		58,2		

*) **Hlf**: D-21220 Seevetal Holtorfsloh (Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Hannover); **Osn**: D-49074 Osnabrück (Versuchsfläche der Fachhochschule Osnabrück), **Wie**: D-37154 Northeim, OT Wiebrechtshausen (Kloster-gut Wiebrechtshausen), **Fhs**: D-34393 Grebenstein, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (Versuchsbetrieb der Universität Kassel), **Auw**: D-50765 Köln, OT Auweiler (Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen), **Gbh**: D-65606 Villmar (Staatsdomäne Gladbacherhof, Versuchsgut der Universität Gießen), **Dfh**: D-61118 Bad Vilbel (Zweigstelle IBDF und Landbauschule Dottenfelderhof), **Rhs**: D-76287 Karlsruhe-Rheinstetten (Versuchsfläche der Landesanstalt für Pflanzenbau)

Tab. A3: Proteingehalte (Referenzanalyse) am Standort Dottenfelderhof, Werte > Standortmittel sind fett gedruckt

Ernte 2005 (Kornertrag im Sortenmittel : 66,5 dt/ha)

Sorte	Gehalt in % der Trockenmasse					
	Rohprotein	Lysin	Cystin	Methionin	Threonin	Tryptophan
Franziska	12,115	0,426	0,269	0,202	0,415	0,150
Lomerit	11,805	0,414	0,291	0,213	0,380	0,150
Merlot	13,685	0,491	0,346	0,234	0,458	0,170
Arkona	12,550	0,469	0,335	0,223	0,435	0,160
Fee	12,960	0,466	0,344	0,222	0,422	0,160
Nikel	12,525	0,445	0,289	0,223	0,412	0,160
Duet	13,045	0,479	0,379	0,223	0,413	0,160
Passion	13,140	0,488	0,344	0,222	0,422	0,165
Verticale	13,150	0,466	0,277	0,222	0,411	0,160
Astrid	12,875	0,469	0,335	0,223	0,402	0,160
Cabrio	13,120	0,466	0,300	0,233	0,422	0,165
Carrero	13,025	0,443	0,332	0,222	0,410	0,160
Madou	13,005	0,490	0,312	0,223	0,445	0,160
Reni	13,215	0,468	0,290	0,234	0,435	0,165
Ø:	12,873	0,463	0,317	0,223	0,420	0,160
Min:	11,805	0,414	0,269	0,202	0,380	0,150
Max:	13,685	0,491	0,379	0,234	0,458	0,170
Diff. (Max%)	13,7	15,7	29,0	13,9	16,9	11,8

Ernte 2005 (Kornertrag im Sortenmittel : 50,5 dt/ha)

Sorte	Gehalt in % der Trockenmasse					
	Rohprotein	Lysin	Cystin	Methionin	Threonin	Tryptophan
Franziska	10,813	0,385	0,264	0,195	0,358	0,140
Lomerit	10,267	0,363	0,252	0,183	0,331	0,130
Merlot	11,170	0,412	0,309	0,190	0,380	0,143
Theresa	10,573	0,396	0,321	0,195	0,363	0,138
Alissa	10,005	0,381	0,253	0,183	0,342	0,135
Laurena	11,535	0,422	0,287	0,206	0,395	0,150
Duet	10,360	0,408	0,310	0,206	0,353	0,138
Passion	10,570	0,407	0,297	0,194	0,358	0,138
Verticale	11,185	0,406	0,274	0,205	0,368	0,140
Tafeno	10,717	0,420	0,322	0,207	0,369	0,140
Astrid	11,543	0,422	0,308	0,217	0,389	0,153
Cabrio	10,262	0,392	0,310	0,206	0,353	0,133
Carrero	10,705	0,393	0,250	0,193	0,361	0,145
Reni	10,428	0,390	0,251	0,206	0,357	0,140
Ø:	10,724	0,400	0,286	0,199	0,362	0,140
Min:	10,005	0,363	0,250	0,183	0,331	0,130
Max:	11,543	0,422	0,322	0,217	0,395	0,153
Diff. (Max%)	13,3	14,0	22,5	15,7	16,3	14,8

Tab. A4a: Ertrag an wertgebenden Inhaltsstoffen (mittels NIRS) der Wintergersten im Sortenversuch 2004-05 (berechnet für 86 % Trockenmasse), Werte > Standortmittel sind fett gedruckt

Ø (dt/ha):	Standort							Summe
	Osn	Wie	Rhs	Hlf	Auw	Gbh	Dfh	
Ø (dt/ha):	21,0	25,8	30,4	34,3	43,7	61,2	66,5	PP*
Rohprotein (dt/ha)								
Franziska	1,67	2,56	4,60	2,60	4,55	6,42	7,31	4
Lomerit	1,99	2,66	4,27	3,16	4,76	5,84	8,21	5
Merlot	1,30	2,86	5,68	2,76	4,05	6,37	8,94	4
Arkona	1,48	2,64	4,25	2,53	4,82	6,00	8,09	3
Fee	1,70	2,23	3,99	2,60	4,00	6,20	8,45	2
Nikel	2,05	2,25	3,28	3,07	5,13	6,96	8,07	4
Duet	1,87	2,65	3,49	3,22	3,59	6,61	7,81	4
Passion	1,89	2,24	4,42	2,81	3,74	6,70	9,40	4
Verticale	1,61	-	3,79	3,50	4,92	6,63	8,42	4
Astrid	1,85	2,39	3,56	3,02	4,07	6,83	7,52	3
Cabrio	1,78	2,25	3,52	2,80	4,29	5,96	8,81	3
Carrero	1,80	2,57	2,90	3,02	4,14	6,27	8,25	3
Madou	1,63	2,62	3,26	2,87	3,15	5,24	8,40	2
Reni	1,84	2,50	2,96	2,92	4,21	6,64	8,86	4
Mittel:	1,75	2,49	3,86	2,92	4,24	6,33	8,32	3,5
Lysin (kg/ha)								
Franziska	6,30	9,63	15,76	9,96	16,89	23,50	25,27	4
Lomerit	7,82	9,81	14,88	12,45	17,90	21,76	28,76	6
Merlot	4,79	10,55	19,20	10,49	15,00	22,81	30,01	4
Arkona	5,70	9,52	14,76	9,79	17,48	21,50	27,70	3
Fee	6,68	8,09	13,67	10,17	15,16	21,86	28,92	2
Nikel	7,79	8,12	11,11	11,65	18,50	24,75	27,85	4
Duet	7,23	9,60	11,63	12,23	13,16	23,26	26,31	4
Passion	7,35	8,09	14,72	10,60	13,49	23,72	31,91	4
Verticale	6,33	-	12,95	12,68	17,77	23,75	28,60	4
Astrid	6,93	8,65	11,70	11,38	14,80	24,28	25,46	3
Cabrio	6,81	8,21	12,01	10,71	15,52	21,43	29,58	2
Carrero	6,93	9,45	10,05	11,64	15,03	22,74	27,92	3
Madou	6,24	9,78	10,87	10,86	11,62	19,02	28,52	2
Reni	7,25	9,19	10,05	11,26	15,40	24,17	29,88	5
Mittel:	6,72	9,13	13,10	11,13	15,55	22,75	28,34	3,6
Cystin/Methionin (kg/ha)								
Franziska	6,85	10,45	17,59	10,70	18,24	25,69	28,28	4
Lomerit	8,29	10,75	16,44	13,44	19,43	23,55	31,88	6
Merlot	5,24	11,58	21,24	11,24	16,23	25,15	33,80	4
Arkona	6,13	10,52	16,52	10,69	19,37	23,76	30,88	3
Fee	7,08	8,95	15,24	10,79	16,43	24,32	32,14	3
Nikel	8,48	8,95	12,48	12,68	20,50	27,22	31,05	4
Duet	7,89	10,61	13,11	13,28	14,41	25,53	29,53	4
Passion	7,78	8,84	16,60	11,52	14,93	26,10	35,77	4
Verticale	6,71	-	14,37	14,05	19,38	26,21	32,10	4
Astrid	7,53	9,55	13,24	12,37	16,17	26,71	28,60	3
Cabrio	7,42	8,98	13,33	11,51	17,16	23,63	33,48	3
Carrero	7,45	10,25	11,08	12,51	16,68	25,19	31,72	4
Madou	6,80	10,67	12,25	11,83	12,55	20,73	32,00	2
Reni	7,70	10,14	11,26	12,09	16,82	26,42	33,49	5
Mittel:	7,24	10,02	14,63	12,05	17,02	25,02	31,77	3,8

*) Zeilensumme der überdurchschnittlichen Werte (Positivpunkte)

Hlf: D-21220 Seevetal Holtorfsloh (Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Hannover); **Osn:** D-49074 Osnabrück (Versuchsfläche der Fachhochschule Osnabrück), **Wie:** D-37154 Northeim, OT Wiebrechtshausen (Kloster-gut Wiebrechtshausen), **Auw:** D-50765 Köln, OT Auweiler (Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen), **Gbh:** D-65606 Villmar (Staatsdomäne Gladbacherhof, Versuchsgut der Universität Gießen), **Dfh:** D-61118 Bad Vilbel (Zweigstelle IBDF und Landbauschule Dottenfelderhof), **Rhs:** D-76287 Karlsruhe-Rheinstetten (Versuchsfläche der Landesanstalt für Pflanzenbau)

Tab. A4b: Ertrag an wertgebenden Inhaltsstoffen (mittels NIRS) der Wintergersten im Sortenversuch 2005-06 (berechnet für 86 % Trockenmasse, Werte > Standortmittel sind fett gedruckt)

Ø (dt/ha):	Standort							Summe	PP*	Ø (dt/ha):	Standort							Summe	PP*
	Osn	Hlf	Dfh	Wie	Fhs	Auw	Gbh				Osn	Hlf	Dfh	Wie	Fhs	Auw	Gbh		
	21,0	25,1	50,5	60,6	62,8	66,4	67,2				21,0	25,1	50,5	60,6	62,8	66,4	67,2		
Rohprotein (dt/ha)										Threonin (kg/ha)									
Franziska	1,63	1,77	5,64	7,47	7,07	7,40	6,74	3		Franziska	5,58	6,46	18,66	24,98	24,45	25,52	23,18	3	
Lomerit	2,11	1,87	5,22	8,16	7,38	6,76	7,03	4		Lomerit	7,36	7,45	16,82	27,59	24,93	23,95	24,17	4	
Merlot	2,08	1,63	5,45	8,11	7,26	5,77	7,03	3		Merlot	7,19	6,14	18,53	28,10	24,68	20,02	23,98	3	
Theresa	2,37	1,82	5,23	8,05	7,17	8,14	7,14	5		Theresa	8,15	6,82	17,96	26,79	24,68	27,99	24,36	5	
Alissa	1,81	1,55	5,12	6,58	6,47	6,18	7,23	1		Alissa	6,27	6,09	17,48	22,24	22,12	21,54	25,12	1	
Laurena	1,85	2,08	4,75	8,39	7,73	7,54	8,19	5		Laurena	6,38	7,45	16,25	27,96	25,59	25,36	27,99	5	
Duet	2,25	1,59	5,26	7,28	6,87	5,58	6,87	1		Duet	7,85	6,88	17,91	23,53	23,29	19,41	23,71	2	
Passion	2,37	1,73	5,73	7,03	6,86	6,27	7,23	3		Passion	8,30	6,32	19,39	22,45	23,47	22,04	24,65	3	
Verticale	2,08	1,93	5,76	7,37	6,84	6,74	7,48	3		Verticale	7,19	7,03	18,92	24,47	22,95	22,72	25,30	3	
Tafeno	2,19	1,76	4,92	7,90	6,94	6,93	6,81	3		Tafeno	7,70	6,62	16,94	26,30	23,09	23,58	23,45	3	
Astrid	1,90	1,76	5,22	7,49	6,95	7,39	7,56	2		Astrid	6,43	6,46	17,57	23,54	22,97	24,79	25,39	2	
Cabrio	2,06	1,75	5,47	6,51	6,72	6,60	6,94	1		Cabrio	7,22	6,64	18,80	22,26	22,74	22,62	23,91	1	
Carrero	2,25	2,02	5,19	8,25	6,47	7,51	7,16	3		Carrero	7,84	7,38	17,49	27,46	21,79	25,62	24,47	4	
Reni	2,48	1,84	5,56	8,03	6,76	6,79	7,20	6		Reni	8,65	6,86	19,03	26,88	22,72	23,07	24,58	4	
Mittel:	2,10	1,79	5,32	7,62	6,96	6,83	7,19	3,1		Mittel:	7,29	6,76	17,98	25,33	23,53	23,45	24,59	3,1	
Mercedes					7,14					Mercedes						24,44			
Lysin (kg/ha)										Tryptophan (kg/ha)									
Franziska	5,93	7,20	20,07	26,18	25,95	27,22	25,02	3		Franziska	2,11	2,46	7,30	9,28	9,15	9,48	8,67	3	
Lomerit	7,89	8,21	18,47	28,58	26,31	25,37	25,73	5		Lomerit	2,74	2,76	6,62	10,35	9,78	9,01	8,98	5	
Merlot	7,58	6,84	20,12	28,76	25,97	21,39	25,27	3		Merlot	2,69	2,34	6,96	10,52	9,36	7,58	9,01	3	
Theresa	8,58	7,56	19,60	27,71	26,03	29,85	25,68	6		Theresa	3,06	2,58	6,80	9,95	9,30	10,40	9,28	6	
Alissa	6,61	6,77	19,47	23,33	23,47	22,73	26,55	5		Alissa	2,34	2,33	6,91	8,14	8,28	8,06	9,33	2	
Laurena	6,78	8,21	17,37	28,75	26,95	26,63	29,06	5		Laurena	2,42	2,80	6,17	10,42	9,66	9,57	10,45	5	
Duet	8,30	7,26	20,73	24,63	24,48	20,53	25,17	2		Duet	2,88	2,55	6,99	8,94	8,66	7,31	8,93	2	
Passion	8,83	6,83	22,05	23,47	24,72	23,49	25,93	3		Passion	3,12	2,42	7,45	8,47	8,71	8,21	9,28	3	
Verticale	7,63	7,77	20,90	25,15	24,08	24,39	26,60	3		Verticale	2,69	2,69	7,21	8,97	8,59	8,75	9,41	3	
Tafeno	8,19	7,35	19,26	27,22	24,10	25,33	24,70	3		Tafeno	2,88	2,43	6,43	10,00	8,66	8,95	8,65	3	
Astrid	6,88	7,14	19,07	24,04	24,09	25,68	26,31	2		Astrid	2,43	2,49	6,90	8,72	8,40	9,30	9,48	2	
Cabrio	7,67	7,36	20,85	22,89	23,90	23,85	25,21	1		Cabrio	2,68	2,58	7,06	8,38	8,60	8,43	8,94	2	
Carrero	8,23	8,01	19,07	28,24	22,73	26,99	25,76	4		Carrero	2,94	2,71	7,04	10,20	8,07	9,63	9,07	5	
Reni	9,12	7,60	20,78	27,64	23,70	24,58	25,85	4		Reni	3,21	2,60	7,46	9,97	8,36	8,84	9,04	5	
Mittel:	7,73	7,44	19,84	26,19	24,75	24,86	25,92	3,5		Mittel:	2,73	2,55	6,95	9,45	8,83	8,82	9,18	3,5	
Mercedes					25,72					Mercedes					9,11				
Cystin/Methionin (kg/ha)																			
Franziska	6,51	7,69	23,92	29,17	28,44	29,89	27,02	2											
Lomerit	8,64	8,77	22,14	31,86	29,05	27,51	28,14	4											
Merlot	8,41	7,13	24,37	32,05	28,87	23,33	27,84	3											
Theresa	9,44	7,92	25,53	31,08	28,73	32,79	28,33	5											
Alissa	7,25	7,11	22,31	26,04	25,73	25,00	29,42	1											
Laurena	7,44	8,72	20,27	32,06	29,83	29,19	32,24	5											
Duet	9,07	8,02	26,19	27,38	27,02	22,22	27,60	3											
Passion	9,65	7,42	26,60	26,04	27,20	25,74	28,49	2											
Verticale	8,36	8,25	24,66	28,28	26,89	26,47	29,35	3											
Tafeno	8,95	7,83	24,28	30,30	26,70	27,51	27,22	4											
Astrid	7,50	7,60	23,75	27,16	26,75	28,63	29,21	2											
Cabrio	8,40	7,84	27,48	25,51	26,38	26,32	27,81	1											
Carrero	9,14	8,64	21,48	31,54	25,15	29,92	28,36	4											
Reni	9,99	7,97	24,36	31,11	26,35	26,95	28,39	4											
Mittel:	8,48	7,92	24,10	29,26	27,36	27,25	28,53	3,1											

*) Zeilensumme der überdurchschnittlichen Werte (Positivpunkte)

Hlf: D-21220 Seevetal Holtorfsloh (Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Hannover); **Osn:** D-49074 Osnabrück (Versuchsfläche der Fachhochschule Osnabrück), **Wie:** D-37154 Northeim, OT Wiebrechtshausen (Kloster-gut Wiebrechtshausen), **Fhs:** D-34393 Grebenstein, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (Versuchsbetrieb der Universität Kassel), **Auw:** D-50765 Köln, OT Auweiler (Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen), **Gbh:** D-65606 Villmar (Staatsdomäne Gladbacherhof, Versuchsgut der Universität Gießen), **Dfh:** D-61118 Bad Vilbel (Zweigstelle IBDF und Landbauschule Dottenfelderhof)

Tab. A5a: Über sieben Standorte gemittelter Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen (mittels NIRS) der Wintergersten im Sortenversuch 2004-05 (Angaben zu den Standorten S. 17)

Rohfaser (% in TM)						Stärke (% in TM)						
Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	5,757			4,750	7,200	Franziska	7	58,436		55,550	60,150
Lomerit	7	5,957	5,879		4,950	6,850	Lomerit	7	57,857	57,802	55,950	59,700
Merlot	7	5,921			5,400	6,800	Merlot	7	57,114		54,900	59,300
Arkona	7	6,371		6,020	5,450	7,350	Arkona	7	56,807	57,421	55,750	58,600
Fee	7	6,071	6,162		5,100	7,000	Fee	7	57,321	57,040	55,200	58,950
Nikel	7	6,043			5,250	6,850	Nikel	7	56,993		54,850	59,450
Duet	7	5,421			5,150	5,700	Duet	7	58,279		55,800	60,650
Passion	7	5,536	5,361		5,000	6,200	Passion	7	57,271	58,092	52,200	59,600
Verticale	6	5,125			4,500	5,950	Verticale	6	58,725		55,150	61,400
Astrid	7	4,979			4,200	5,500	Astrid	7	59,829		54,250	61,500
Cabrio	7	5,407		5,195	4,900	6,800	Cabrio	7	58,664	59,079	56,800	60,100
Carrero	7	4,779	5,095		4,050	5,250	Carrero	7	60,361	59,672	56,200	62,050
Madou	7	5,126			4,450	5,850	Madou	7	60,057		55,450	61,650
Reni	7	5,186			4,500	5,900	Reni	7	59,450		56,150	61,750
Insgesamt	97	5,553			4,050	7,350	Insgesamt	97	58,365		52,200	62,050

Zucker (% in TM)						Rohprotein (% in TM)						
Sorte	N	Ø	Ø		Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	2,489			2,461	2,511	Franziska	7	10,343		8,750	12,550
Lomerit	7	2,491	2,480		2,475	2,512	Lomerit	7	9,943	10,462	8,000	12,350
Merlot	7	2,461			2,392	2,505	Merlot	7	11,100		9,200	14,150
Arkona	7	2,486		2,481	2,467	2,508	Arkona	7	10,450	10,537	8,400	12,700
Fee	7	2,480	2,482		2,456	2,496	Fee	7	10,536	10,612	8,300	13,150
Nikel	7	2,480			2,457	2,493	Nikel	7	10,850		8,950	13,150
Duet	7	2,477			2,388	2,498	Duet	7	11,064		8,550	14,100
Passion	7	2,473	2,481		2,373	2,503	Passion	7	11,086	11,081	8,750	14,100
Verticale	6	2,493			2,480	2,508	Verticale	6	11,092		8,400	13,300
Astrid	7	2,478			2,384	2,505	Astrid	7	11,271		9,150	15,050
Cabrio	7	2,479		2,479	2,433	2,501	Cabrio	7	10,857	10,914	8,750	13,550
Carrero	7	2,486	2,478		2,471	2,510	Carrero	7	10,529	10,814	8,700	13,000
Madou	7	2,474			2,378	2,501	Madou	7	10,761		8,650	14,100
Reni	7	2,475			2,443	2,493	Reni	7	10,654		8,250	13,550
Insgesamt	97	2,480			2,373	2,512	Insgesamt	97	10,749		8,000	15,050

Lysin (% in TM)						Cystein / Methionin (% in TM)						
Sorte	N	Ø	Ø		Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	0,376			0,335	0,430	Franziska	7	0,412		0,360	0,480
Lomerit	7	0,367	0,380		0,315	0,430	Lomerit	7	0,400	0,416	0,340	0,475
Merlot	7	0,396			0,350	0,475	Merlot	7	0,436		0,375	0,535
Arkona	7	0,377		0,381	0,325	0,435	Arkona	7	0,416		0,355	0,485
Fee	7	0,383	0,383		0,325	0,450	Fee	7	0,419	0,422	0,345	0,500
Nikel	7	0,389			0,340	0,445	Nikel	7	0,429		0,370	0,500
Duet	7	0,394			0,330	0,470	Duet	7	0,436		0,360	0,530
Passion	7	0,395	0,395		0,340	0,470	Passion	7	0,435	0,436	0,360	0,530
Verticale	6	0,396			0,330	0,455	Verticale	6	0,436		0,350	0,505
Astrid	7	0,399			0,345	0,495	Astrid	7	0,441		0,375	0,560
Cabrio	7	0,389		0,391	0,335	0,455	Cabrio	7	0,429		0,360	0,515
Carrero	7	0,381	0,388		0,335	0,440	Carrero	7	0,419	0,428	0,360	0,500
Madou	7	0,387			0,330	0,470	Madou	7	0,426		0,360	0,530
Reni	7	0,385			0,325	0,460	Reni	7	0,422		0,345	0,515
Insgesamt	97	0,387			0,315	0,495	Insgesamt	97	0,425		0,340	0,560

Threonin (% in TM)						Tryptophan (% in TM)						
Sorte	N	Ø	Ø		Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	0,355			0,310	0,420	Franziska	7	0,133		0,120	0,160
Lomerit	7	0,344	0,358		0,290	0,410	Lomerit	7	0,129	0,134	0,110	0,150
Merlot	7	0,376			0,325	0,465	Merlot	7	0,141		0,120	0,170
Arkona	7	0,356		0,360	0,295	0,420	Arkona	7	0,134		0,110	0,160
Fee	7	0,359	0,362		0,295	0,430	Fee	7	0,133	0,135	0,110	0,160
Nikel	7	0,369			0,315	0,435	Nikel	7	0,139		0,120	0,160
Duet	7	0,374			0,305	0,460	Duet	7	0,139		0,110	0,170
Passion	7	0,374	0,375		0,310	0,460	Passion	7	0,140	0,140	0,120	0,170
Verticale	6	0,375			0,300	0,435	Verticale	6	0,141		0,110	0,165
Astrid	7	0,381			0,320	0,485	Astrid	7	0,141		0,120	0,180
Cabrio	7	0,369		0,370	0,310	0,445	Cabrio	7	0,137		0,115	0,165
Carrero	7	0,359	0,368		0,305	0,430	Carrero	7	0,134	0,137	0,115	0,160
Madou	7	0,366			0,310	0,460	Madou	7	0,137		0,115	0,170
Reni	7	0,364			0,295	0,445	Reni	7	0,136		0,110	0,170
Insgesamt	97	0,366			0,290	0,485	Insgesamt	97	0,137		0,110	0,180

Tab. A5b: Über sieben Standorte gemittelter Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen (mittels NIRS) der Wintergersten im Sortenversuch 2005-06 (Angaben zu den Standorten S. 17)

Rohfaser (% TM)							Stärke (% TM)						
Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	5,700			5,500	6,100	Franziska	7	59,349			58,100	60,630
Lomerit	7	5,657	5,757		5,300	6,100	Lomerit	7	59,233	59,084		56,370	60,230
Merlot	7	5,914			5,400	6,300	Merlot	7	58,670			57,600	59,900
Theresa	7	5,700		5,824	4,300	6,400	Theresa	7	58,349		58,786	55,150	61,500
Alissa	7	5,843	5,890		4,800	6,500	Alissa	7	58,721	58,488		56,000	61,100
Laurena	7	6,129			4,600	6,900	Laurena	7	58,393			56,700	61,650
Duet	7	4,871			4,300	5,500	Duet	7	59,049			56,750	60,030
Passion	7	4,557	4,767		4,000	5,100	Passion	7	59,354	59,132		57,700	60,100
Verticale	7	4,871			4,400	5,300	Verticale	7	58,994			56,630	60,500
Tafeno	7	4,829			4,200	5,200	Tafeno	7	58,929			56,450	60,330
Astrid	7	4,643		4,698	4,100	4,900	Astrid	7	59,029		59,335	56,170	61,570
Cabrio	7	4,543	4,657		4,100	5,000	Cabrio	7	59,380	59,457		56,800	61,150
Carrero	7	4,600			4,100	5,200	Carrero	7	60,284			58,930	61,750
Reni	7	4,671			4,000	5,000	Reni	7	59,661			57,730	61,200
Insgesamt	98	5,181			4,000	6,900	Insgesamt	98	59,100			55,150	61,750

Zucker (% TM)							Rohprotein (% TM)						
Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	2,600			2,600	2,600	Franziska	7	10,246			7,180	12,480
Lomerit	7	2,600	2,600		2,600	2,600	Lomerit	7	9,980	10,219		6,770	12,430
Merlot	7	2,600			2,600	2,600	Merlot	7	10,431			6,950	12,340
Theresa	7	2,593		2,598	2,550	2,600	Theresa	7	10,523		10,416	7,410	13,140
Alissa	7	2,600	2,595		2,600	2,600	Alissa	7	10,080	10,613		6,810	12,140
Laurena	7	2,593			2,550	2,600	Laurena	7	11,237			8,170	13,280
Duet	7	2,600			2,600	2,600	Duet	7	10,400			7,010	13,230
Passion	7	2,593	2,595		2,550	2,600	Passion	7	10,600	10,707		7,840	13,700
Verticale	7	2,593			2,550	2,600	Verticale	7	11,120			7,900	13,550
Tafeno	7	2,600			2,600	2,600	Tafeno	7	10,647			7,250	12,840
Astrid	7	2,586		2,594	2,500	2,600	Astrid	7	11,899		10,868	7,750	15,030
Cabrio	7	2,593	2,593		2,550	2,600	Cabrio	7	10,474	10,965		7,320	13,010
Carrero	7	2,593			2,550	2,600	Carrero	7	10,940			8,000	13,140
Reni	7	2,593			2,550	2,600	Reni	7	10,864			7,440	13,300
Insgesamt	98	2,595			2,500	2,600	Insgesamt	98	10,674			6,770	15,030

Lysin (% TM)							Cyst./Meth. (%TM)						
Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	0,377			0,290	0,440	Franziska	7	0,414			0,310	0,490
Lomerit	7	0,371	0,377		0,300	0,440	Lomerit	7	0,406	0,414		0,320	0,490
Merlot	7	0,383			0,290	0,440	Merlot	7	0,421			0,310	0,490
Theresa	7	0,386		0,383	0,310	0,450	Theresa	7	0,424		0,420	0,320	0,510
Alissa	7	0,376	0,388		0,300	0,430	Alissa	7	0,411	0,426		0,310	0,480
Laurena	7	0,403			0,320	0,460	Laurena	7	0,443			0,340	0,510
Duet	7	0,387			0,320	0,450	Duet	7	0,423			0,350	0,500
Passion	7	0,389	0,392		0,310	0,460	Passion	7	0,424	0,429		0,340	0,510
Verticale	7	0,400			0,320	0,460	Verticale	7	0,440			0,340	0,520
Tafeno	7	0,389			0,300	0,440	Tafeno	7	0,424			0,320	0,490
Astrid	7	0,420		0,395	0,320	0,480	Astrid	7	0,467		0,434	0,340	0,550
Cabrio	7	0,387	0,397		0,310	0,460	Cabrio	7	0,426	0,438		0,330	0,510
Carrero	7	0,396			0,320	0,450	Carrero	7	0,437			0,340	0,500
Reni	7	0,396			0,310	0,460	Reni	7	0,434			0,320	0,520
Insgesamt	98	0,390			0,290	0,480	Insgesamt	98	0,428			0,310	0,550

Threonin (% TM)							Tryptophan (% TM)						
Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum	Sorte	N	Ø	Ø	Ø	Minimum	Maximum
Franziska	7	0,354			0,260	0,420	Franziska	7	0,134			0,100	0,160
Lomerit	7	0,347	0,354		0,270	0,420	Lomerit	7	0,131	0,134		0,100	0,160
Merlot	7	0,361			0,260	0,430	Merlot	7	0,137			0,100	0,160
Theresa	7	0,366		0,361	0,280	0,440	Theresa	7	0,137		0,136	0,110	0,160
Alissa	7	0,354	0,368		0,270	0,410	Alissa	7	0,133	0,138		0,100	0,150
Laurena	7	0,383			0,290	0,440	Laurena	7	0,144			0,110	0,170
Duet	7	0,367			0,300	0,430	Duet	7	0,137			0,110	0,160
Passion	7	0,364	0,370		0,290	0,440	Passion	7	0,139	0,140		0,110	0,170
Verticale	7	0,379			0,290	0,450	Verticale	7	0,143			0,110	0,170
Tafeno	7	0,367			0,270	0,430	Tafeno	7	0,137			0,100	0,160
Astrid	7	0,400		0,375	0,290	0,470	Astrid	7	0,151		0,141	0,110	0,180
Cabrio	7	0,367	0,377		0,280	0,450	Cabrio	7	0,139	0,142		0,110	0,170
Carrero	7	0,377			0,290	0,440	Carrero	7	0,141			0,110	0,160
Reni	7	0,376			0,280	0,450	Reni	7	0,141			0,110	0,170
Insgesamt	98	0,369			0,260	0,470	Insgesamt	98	0,139			0,100	0,180

Tab. A6a: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen (mittels NIRS) der Wintergersten für alle Standorte (s.u.) im Sortenversuch 2004-05 (Werte > Standortmittel sind fett gedruckt)

Ø (dt/ha):	Standort							Summe PP*
	Osn	Wie	Rhs	Hlf	Auw	Gbh	Dfh	
21,0	25,8	30,3	34,3	43,7	61,2	66,5		
Rohprotein % TM								
Franziska	9,15	9,45	12,55	8,75	10,10	10,25	12,15	1
Lomerit	8,40	9,90	12,35	8,00	9,30	9,80	11,85	0
Merlot	9,95	9,75	13,90	9,20	9,85	10,90	14,15	5
Arkona	8,60	10,55	12,10	8,40	10,20	10,60	12,70	2
Fee	8,40	10,35	12,70	8,30	9,50	11,35	13,15	3
Nikel	8,95	10,80	13,15	8,95	10,25	11,25	12,60	5
Duet	8,55	10,50	14,10	9,20	10,10	11,65	13,35	5
Passion	8,75	10,50	14,10	9,15	10,40	11,30	13,40	6
Verticale	8,40	-	13,30	10,20	10,65	10,75	13,25	3
Astrid	9,20	10,65	15,05	9,15	10,45	11,25	13,15	7
Cabrio	8,75	10,25	13,35	8,75	10,50	10,85	13,55	4
Carrero	8,70	10,35	12,70	8,70	10,05	10,20	13,00	1
Madou	8,65	9,58	14,10	8,85	10,15	10,75	13,25	3
Reni	8,25	9,88	13,55	8,70	10,40	10,30	13,50	3
Mittel:	8,76	10,19	13,36	8,88	10,14	10,80	13,08	3,4
Lysin % TM								
Franziska	0,350	0,360	0,430	0,340	0,380	0,380	0,420	1
Lomerit	0,330	0,370	0,430	0,320	0,350	0,370	0,420	0
Merlot	0,370	0,360	0,470	0,350	0,370	0,390	0,480	5
Arkona	0,330	0,380	0,420	0,330	0,370	0,380	0,440	1
Fee	0,330	0,380	0,440	0,330	0,360	0,400	0,450	3
Nikel	0,340	0,390	0,450	0,340	0,370	0,400	0,440	3
Duet	0,330	0,380	0,470	0,350	0,370	0,410	0,450	5
Passion	0,340	0,380	0,470	0,350	0,380	0,400	0,460	7
Verticale	0,330	-	0,460	0,370	0,390	0,390	0,450	5
Astrid	0,350	0,390	0,500	0,350	0,380	0,400	0,450	7
Cabrio	0,340	0,380	0,460	0,340	0,380	0,390	0,460	6
Carrero	0,340	0,380	0,440	0,340	0,370	0,370	0,440	2
Madou	0,330	0,360	0,470	0,340	0,380	0,390	0,450	4
Reni	0,330	0,360	0,460	0,340	0,380	0,380	0,460	3
Mittel:	0,339	0,375	0,455	0,342	0,374	0,389	0,448	3,7
Cyst./Meth. % TM								
Franziska	0,380	0,390	0,480	0,360	0,410	0,410	0,470	2
Lomerit	0,350	0,400	0,480	0,340	0,380	0,400	0,460	0
Merlot	0,400	0,400	0,520	0,380	0,400	0,430	0,540	5
Arkona	0,360	0,420	0,470	0,360	0,410	0,420	0,490	2
Fee	0,350	0,420	0,490	0,350	0,390	0,450	0,500	2
Nikel	0,370	0,430	0,500	0,370	0,410	0,440	0,490	6
Duet	0,360	0,420	0,530	0,380	0,410	0,450	0,510	6
Passion	0,360	0,420	0,530	0,380	0,420	0,440	0,510	6
Verticale	0,350	-	0,510	0,410	0,420	0,430	0,510	5
Astrid	0,380	0,430	0,560	0,380	0,420	0,440	0,500	6
Cabrio	0,370	0,410	0,510	0,360	0,420	0,430	0,520	5
Carrero	0,360	0,410	0,490	0,360	0,410	0,410	0,500	1
Madou	0,360	0,390	0,530	0,370	0,410	0,430	0,510	5
Reni	0,350	0,400	0,520	0,360	0,420	0,410	0,510	3
Mittel:	0,364	0,411	0,509	0,369	0,409	0,428	0,501	3,9

Ø (dt/ha):	Standort							Summe PP*
	Osn	Wie	Rhs	Hlf	Auw	Gbh	Dfh	
21,0	25,8	30,3	34,3	43,7	61,2	66,5		
Threonin % TM								
Franziska	0,330	0,330	0,420	0,310	0,350	0,350	0,410	1
Lomerit	0,300	0,340	0,410	0,290	0,330	0,340	0,400	0
Merlot	0,350	0,340	0,450	0,330	0,340	0,370	0,470	5
Arkona	0,310	0,360	0,410	0,300	0,350	0,360	0,420	1
Fee	0,300	0,360	0,420	0,300	0,330	0,380	0,430	2
Nikel	0,320	0,370	0,440	0,320	0,350	0,380	0,420	4
Duet	0,310	0,360	0,460	0,320	0,350	0,390	0,440	5
Passion	0,310	0,360	0,460	0,320	0,360	0,380	0,440	6
Verticale	0,300	-	0,440	0,350	0,370	0,370	0,440	3
Astrid	0,330	0,370	0,490	0,320	0,360	0,380	0,440	7
Cabrio	0,310	0,350	0,440	0,310	0,360	0,370	0,450	3
Carrero	0,310	0,350	0,420	0,310	0,350	0,350	0,430	0
Madou	0,310	0,330	0,460	0,320	0,350	0,370	0,440	3
Reni	0,300	0,340	0,450	0,310	0,360	0,350	0,450	3
Mittel:	0,314	0,351	0,441	0,315	0,351	0,367	0,434	3,1
Tryptophan % TM								
Franziska	0,120	0,120	0,160	0,120	0,130	0,130	0,150	3
Lomerit	0,110	0,130	0,150	0,110	0,120	0,130	0,150	0
Merlot	0,130	0,130	0,170	0,120	0,130	0,140	0,170	6
Arkona	0,120	0,140	0,150	0,110	0,130	0,140	0,160	4
Fee	0,110	0,130	0,160	0,110	0,120	0,140	0,160	1
Nikel	0,120	0,140	0,160	0,120	0,130	0,140	0,160	5
Duet	0,110	0,130	0,170	0,120	0,130	0,150	0,160	4
Passion	0,120	0,140	0,170	0,120	0,130	0,140	0,170	7
Verticale	0,110	-	0,170	0,130	0,140	0,140	0,160	4
Astrid	0,120	0,140	0,180	0,120	0,130	0,140	0,160	6
Cabrio	0,120	0,130	0,160	0,120	0,130	0,140	0,170	5
Carrero	0,120	0,130	0,160	0,120	0,130	0,130	0,160	3
Madou	0,120	0,130	0,170	0,120	0,130	0,140	0,160	5
Reni	0,110	0,130	0,170	0,120	0,130	0,130	0,170	4
Mittel:	0,117	0,132	0,164	0,119	0,129	0,138	0,161	4,1

*) Zeilensumme der überdurchschnittlichen Werte (Positivpunkte)

Hlf: D-21220 Seevetal Holtorfsloh (Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Hannover); **Osn:** D-49074 Osnabrück (Versuchsfläche der Fachhochschule Osnabrück), **Wie:** D-37154 Northeim, OT Wiebrechtshausen (Kloster-gut Wiebrechtshausen), **Auw:** D-50765 Köln, OT Auweiler (Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen), **Gbh:** D-65606 Villmar (Staatsdomäne Gladbacherhof, Versuchsgut der Universität Gießen), **Dfh:** D-61118 Bad Vilbel (Zweigstelle IBDF und Landbauschule Dottenfelderhof), **Rhs:** D-76287 Karlsruhe-Rheinstetten (Versuchsfläche der Landesanstalt für Pflanzenbau)

Tab. A6b: Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen (mittels NIRS) der Wintergersten für alle Standorte (s. u.) im Sortenversuch 2005-06 (Werte > Standortmittel sind fett gedruckt)

Ø (dt/ha):	Standort							Summe PP*
	Osn	Hlf	Dfh	Wie	Fhs	Auw	Gbh	
21,0	25,2	50,5	60,6	62,8	66,4	67,2		
Rohprotein % TM								
Franziska	10,45	7,18	10,73	12,48	10,63	10,15	10,10	0
Lomerit	9,83	6,77	10,40	12,43	10,75	9,50	10,18	0
Merlot	10,65	6,95	11,00	12,34	11,25	9,90	10,93	2
Theresa	11,05	7,41	10,50	13,14	10,60	10,18	10,78	1
Alissa	10,60	6,81	10,20	12,14	10,75	9,98	10,08	1
Laurena	10,53	8,17	11,90	13,28	11,40	11,83	11,55	6
Duet	10,15	7,01	10,40	13,23	11,50	9,93	10,58	2
Passion	10,08	7,84	10,50	13,70	11,03	9,75	11,30	2
Verticale	10,63	7,90	11,30	13,55	12,15	10,78	11,53	7
Tafeno	10,10	7,25	10,90	12,84	12,03	10,58	10,83	2
Astrid	11,33	7,75	11,90	15,03	12,40	12,53	12,35	7
Cabrio	9,98	7,32	10,10	13,01	11,53	10,70	10,68	2
Carrero	10,33	8,00	11,10	13,14	12,03	10,93	11,05	6
Reni	10,63	7,44	10,70	13,30	12,13	10,50	11,35	5
Mittel:	10,45	7,41	10,83	13,12	11,44	10,52	10,95	3,1
Mercedes					11,18			
Lysin % TM								
Franziska	0,380	0,290	0,390	0,440	0,390	0,370	0,380	0
Lomerit	0,370	0,300	0,380	0,440	0,380	0,360	0,370	0
Merlot	0,390	0,290	0,400	0,440	0,400	0,370	0,390	2
Theresa	0,400	0,310	0,390	0,450	0,390	0,370	0,390	2
Alissa	0,390	0,300	0,380	0,430	0,390	0,370	0,370	1
Laurena	0,390	0,320	0,420	0,460	0,400	0,420	0,410	6
Duet	0,380	0,320	0,390	0,450	0,410	0,370	0,390	1
Passion	0,380	0,310	0,390	0,460	0,400	0,370	0,410	3
Verticale	0,390	0,320	0,400	0,460	0,430	0,390	0,410	7
Tafeno	0,380	0,300	0,400	0,440	0,420	0,390	0,390	3
Astrid	0,410	0,320	0,430	0,480	0,430	0,440	0,430	7
Cabrio	0,370	0,310	0,380	0,460	0,410	0,390	0,390	3
Carrero	0,380	0,320	0,410	0,450	0,420	0,390	0,400	5
Reni	0,390	0,310	0,390	0,460	0,430	0,380	0,410	5
Mittel:	0,386	0,309	0,396	0,451	0,407	0,384	0,396	3,2
Mercedes					0,403			
Cyst/Meth. % TM								
Franziska	0,420	0,310	0,430	0,490	0,430	0,410	0,410	0
Lomerit	0,400	0,320	0,410	0,490	0,420	0,390	0,410	0
Merlot	0,430	0,310	0,440	0,490	0,450	0,400	0,430	2
Theresa	0,440	0,320	0,430	0,510	0,430	0,410	0,430	2
Alissa	0,430	0,310	0,420	0,480	0,430	0,400	0,410	1
Laurena	0,420	0,340	0,470	0,510	0,440	0,460	0,460	5
Duet	0,410	0,350	0,420	0,500	0,450	0,400	0,430	1
Passion	0,410	0,340	0,420	0,510	0,440	0,400	0,450	3
Verticale	0,430	0,340	0,440	0,520	0,480	0,420	0,450	7
Tafeno	0,410	0,320	0,440	0,490	0,460	0,420	0,430	2
Astrid	0,450	0,340	0,480	0,550	0,480	0,490	0,480	7
Cabrio	0,410	0,330	0,420	0,510	0,450	0,430	0,430	3
Carrero	0,420	0,340	0,450	0,500	0,470	0,440	0,440	5
Reni	0,430	0,320	0,430	0,520	0,470	0,420	0,450	4
Mittel:	0,422	0,328	0,436	0,505	0,450	0,421	0,436	3,0
Mercedes					0,443			

*) Zeilensumme der überdurchschnittlichen Werte (Positivpunkte)

Hlf: D-21220 Seevetal Holtorfsloh (Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer Hannover); **Osn:** D-49074 Osnabrück (Versuchsfläche der Fachhochschule Osnabrück), **Wie:** D-37154 Northeim, OT Wiebrechtshausen (Kloster-gut Wiebrechtshausen), **Fhs:** D-34393 Grebenstein, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (Versuchsbetrieb der Universität Kassel), **Auw:** D-50765 Köln, OT Auweiler (Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen), **Gbh:** D-65606 Villmar (Staatsdomäne Gladbacherhof, Versuchsgut der Universität Gießen), **Dfh:** D-61118 Bad Vilbel (Zweigstelle IBDF und Landbauschule Dottenfelderhof)

Tab. A7: Erträge im Öko-Versuch Wintergerste 2007 (Alsfeld/Liederbach) und mehrjährig geprüfte Sorten mit guten Leistungen in Hessen (Relativerträge bezogen auf die Vergleichssorten Theresa u. Queen), ergänzt mit Angaben zur Brandanfälligkeit

[Quelle der Ertragsdaten: G. Völkel (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen)]

		Ertrag					Brandanfälligkeit ¹				
		dt/ha	relativ				Flugbrand			Hartbrand	
Zeiligkeit	Sorte	2007	2007	2005	2006	2005-2007	PJ ²	k	n	PJ	k
mz	VS Öko Theresa	48,9	95	95	95	95	1	65	7,1	2	0,06
zz	VS Öko Queen	53,8	105	105	106	105	-	-	-	-	-
mz	Action	54,9	107		110		1	61	2,4	-	-
	Fridericus	57,5	112				-	-	-	-	-
	Laverda	52,1	101	70	111	94	1	80	> 5	-	-
	Lomerit	56,8	111	99	116	109	3	63	0,3	2	1
	Mercedes	48,4	94		101		1	32	0	1	0
	Merilyn	55,3	108		111		1	30	0	1	0
	Merlot	51,6	100	80			3	77	34,6	2	0,71
	Naomie	52,2	102	85	100	96	2	42	2,8	1	0,23
zz	Campanile	48,4	94				1	25	0	1	0
	Cantare	45,7	89				-	-	-	-	-
	Emily	45,3	88				-	-	-	-	-
	Finesse	44,1	86				-	-	-	-	-
	Passion	41,4	81	86	96	88	2	50	7,6	2	0,1
Mittel VS (dt/ha):		51,4		60,4	46,4						

¹) Ermittlung des Prozentsatzes befallener Ähren im Folgejahr der Infektion: **k** = nach künstlicher Infektion durch Injektion einer Wasser-Sporen-Suspension in die blühenden Ährchen; **n** = nach natürlicher Infektion durch Sporenverwehung aus Infektionsparzellen (stark erhöhter Befallsdruck); ²) **PJ** = Anzahl Prüffahre, bei mehrjähriger Testung Angabe des Maximalbefalls

Tab. A8: Rohproteingehalte im Öko-Versuch Wintergerste 2007 (Alsfeld/Liederbach) und mehrjährig geprüfte Sorten mit guten Leistungen in Hessen (Relativgehalte bezogen auf die Vergleichssorten Theresa u. Queen), ergänzt mit Angaben zur Brandanfälligkeit

[Quelle der Gehaltsdaten: G. Völkel (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen)]

Zeiligkeit	Sorte	Rohproteingehalt			Brandanfälligkeit ¹				
		relativ			Flugbrand			Hartbrand	
		2004	2005	2006	PJ ²	k	n	PJ	k
mz	VS Theresa	100	99	96	1	65	7,1	2	0,1
zz	VS Queen		100	104	-	-	-	-	-
	Action			94	1	61	2,4	-	-
	Allegra	103	102	93	1	32	4,9	2	0,3
	Franziska			92	5	40	1,6	2	0,9
	Laverda		101	98	1	80	> 5	-	-
	Lomerit		96	93	3	63	0,3	2	1,1
	Ludmilla			99	1	35	1,9	2	0,9
	Mercedes			93	1	32	0	1	0
	Merilyn			96	1	30	0	1	0
	Merlot	100	100		3	77	34,6	2	0,7
	Naomie	103	103	91	2	42	2,8	1	0,2
	Carrero		101	103	3	0	0	2	0,1
	Passion	102	101	93	2	50	7,6	2	0,1
	Reni	103	100	102	3	25	1,9	2	0,1
	Tafeno	104	102	96	2	70	1,3	2	9,4
	Tiffany		99	97	1	35	18,1	1	2,3
	Verticale	105	104	103	1	85	1-5	1	0
	Mittel VS (%):	9,4	10,4	10,7					

¹) Ermittlung des Prozentsatzes befallener Ähren im Folgejahr der Infektion: **k** = nach künstlicher Infektion durch Injektion einer Wasser-Sporen-Suspension in die blühenden Ährchen; **n** = nach natürlicher Infektion durch Sporenverwehung aus Infektionsparzellen (stark erhöhter Befallsdruck); ²) **PJ** = Anzahl Prüffahre, bei mehrjähriger Testung Angabe des Maximalbefalls