

Stand der Resistenzzüchtung bei Weizen in Deutschland - Fortschritte, Möglichkeiten, zukünftiger Handlungsbedarf

A. SPANAKAKIS

1. Einleitung

Im folgenden Beitrag will ich den Versuch unternehmen, den aktuellen Stand der züchterischen Aktivitäten in Deutschland erregerspezifisch zu bewerten, sowie zukünftigen Handlungsbedarf in der angewandten Resistenzforschung und in der praktischen Züchtung aufzuzeigen. Vorab möchte ich darauf hinweisen, dass der Weizen wegen der Vielzahl von wirtschaftlich relevanten Erregern die am stärksten gefährdete Getreidefruchtart darstellt. Hohe Anteile von Mais, Getreide und speziell Weizen in der Fruchtfolge sowie veränderte Produktionsentscheidungen in der landwirtschaftlichen Praxis hinsichtlich Saatzeit und Bestandesführungsintensität haben Befallsrisiko und Auftreten von vielen, früher weniger wichtigen Erregern gefördert und u.a. dazu beigetragen, dass Bedeutung und Aufgaben der Resistenzzüchtung im Detail deutlich größer geworden sind. Die Verbesserung des Gesundheitswertes der Weizensorten wird auch deswegen der Schwerpunkt künftiger Investitionsbereitschaft in der Weizenzüchtung bleiben müssen.

2. Erregerspezifische Betrachtung

2.1 Blattkrankheiten

Innerhalb des Komplexes "Blattkrankheiten" stellen die klassischen Erreger **Mehltau**, **Gelbrost** und **Braunrost** heute züchterisch nicht mehr das größte Problem dar (*Abbildung 1*). Die Züchtungsaktivitäten sind als hochgradig intensiv einzustufen; die Selektion gegen diese Erreger gehört nunmehr zur züchterischen Routine. Die züchterischen Aktivitäten beinhalten gezielte, auf mehrfache Resistenzkombinationen gerichtete Zuchtprogramme; d.h. Evaluierung von Resistenzquellen, Einbindung in die Kreuzungsplanung und Selektion unter befallsdifferenzierenden Bedingungen

im Freiland. In der Selektion werden vor allem bei Mehltau und Braunrost überwiegend quantitative Resistenzeigenschaften (partielle Resistenz) genutzt, wobei sich bei Mehltau die Kombination mit qualitativen Major-Genen als besonders erfolgreich auch im Sinne der Resistenzstabilität erwiesen hat. Die Resistenzzüchtung gegen Gelbrost ist rassenspezifisch orientiert. Mehrfache Resistenzkombinationen gegen die wichtigen Rassen werden züchterisch angestrebt. Darüber hinaus wird im Rahmen des sogenannten "slow rusting"-Konzeptes die Nutzung von quantitativen Resistenzen intensiv verfolgt.

Die Differenzierung im Zuchtmaterial ist auf gehobenem Resistenzniveau und bei divergenter Genetik sehr hoch und offenbart die Ergebnisse einer jahrzehntelangen Evaluierung und Nutzung von unterschiedlichen Resistenzquellen. Entsprechend ist der aktuelle Züchtungsfortschritt nach Beschreibender Sortenliste als sehr hoch zu bewerten. Um diesen hohen Stand langfristig sicherzustellen, ist es erforderlich, auch zukünftig die Züchtungsintensität auf diesem hohen Niveau beizubehalten. Ein zusätzlicher, flankierender Forschungsbedarf besteht für die Überprüfung aktueller Fragestellungen bei Mehltau und Braunrost, z.B.

Erreger	Züchterische Aktivitäten	Genetischer Hintergrund	Differenzierung Zuchtmaterial	aktueller Fortschritt nach BSL	zukünftiger Züchtungsbedarf	zusätzlicher Forschungsbedarf
1. Blattkrankheiten						
Mehltau	++	QN+QL	++	++	++	o
Gelbrost	++	QL-(QN)	++	++	++	++
Braunrost	++	QN+QL	++	++	++	o
Blattseptoria (5 Int. Stadien)	+	QN	++	{+}	++	+
DTR	{+}	QN	+	o	++	++
2. Ährenkrankheiten						
Fusarium	++	QN	++	+	++!	+
Spelzenbräune	+	QN	++	{+}	+	+
3. Fußkrankheiten						
Pseudocercospora	+	QL+QN	+	o	++	++
Ophiobolus	=	unbek.	-	-	++	++!
4. Viruskrankheiten						
BYDV	-	unbek.	o	-	++ (?)	++
bodenbürtige Viren	-	unbek.	(-)	-	o (?)	o

Abbildung 1: Resistenzzüchtung bei Weizen - Erregerspezifische Bewertung der züchterischen Aktivitäten

Autor: Dr. Andreas SPANAKAKIS, Fr. Strube Saatzeit KG Söllingen, Postfach 13 53, D-38358 SCHÖNINGEN



Resistenzgen-Diagnostik und molekulare Marker. Ein sehr hoher Forschungsbedarf läßt sich für Gelbrost im rassen-spezifischen Virulenzbereich, vor allem auch bei der Überprüfung der Wirt-Pathogenbeziehung im quantitativen Resistenzansatz erkennen.

Die deutliche Verbesserung der Resistenzeigenschaften gegen Mehltau, Gelbrost und Braunrost führt zwangsläufig zu einer Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse vor allem zugunsten der **Erreger für Blattseptoria**, *S. tritici* und *S. nodorum*, sowie der **Blattdürre**, *Drechslera tritici repentis* (DTR). In Verbindung mit den bereits angesprochenen veränderten Produktionsbedingungen (Fruchtfolge, Saatzeit) hat somit das Befallsrisiko und die Bedeutung dieser Erreger zugenommen. Gegen *Septoria tritici* und *Septoria nodorum* (Blatt) sind bereits hohe züchterische Aktivitäten zu verzeichnen, wobei DTR im Rahmen von vielen Zuchtprogrammen in Deutschland mehr oder weniger intensiv zusätzlich bearbeitet wird. Nach meinem Kenntnisstand werden gegen alle drei Erreger quantitative Resistenzeigenschaften genutzt; einzelne Gene, die für eine Differenzierung im Zuchtmaterial oder bei zugelassenen Sorten verantwortlich wären, sind mir derzeit nicht bekannt. Nach den bisherigen Erfahrungen auf der Basis von künstlichen Infektionen sind die Sortenunterschiede in der Anfälligkeit für jeweils *S. tritici* und *S. nodorum* nicht gleichgerichtet. Damit ist von unterschiedlichen Resistenzmechanismen gegen diese Erreger auszugehen, die miteinander kombiniert werden müssen. Der Züchtungsfortschritt ist vergleichsweise geringer. Die hohe Differenzierung im aktuellen Zuchtmaterial läßt aber weitere wesentliche Fortschritte in der sukzessiven Verringerung der Anfälligkeit für diese Erreger erwarten. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der vielfältigen Aufgaben der Resistenzzüchtung innerhalb des Konzeptes der mehrfachen Resistenzkombination ist es erforderlich, die züchterische Aktivität mit zunehmender Bedeutung dieser Erreger sukzessive zu intensivieren. Entsprechend hoch ist der Forschungsbedarf, z.B. zur Frage, ob für die drei genannten Blatterreger einzelne Gene evaluiert und charakterisiert und in Verbindung mit dem quantitativen Hintergrund

zur Resistenzverbesserung herangezogen werden können.

2.2 Ährenkrankheiten

In der Resistenzzüchtung wird dem Erreger der Spelzenbräune *S. nodorum* und ganz besonders den Ährenfusarien eine absolute Priorität eingeräumt. Die beträchtliche Ertragsschädigung und vor allem die Qualitätsbeeinträchtigung der Aufwüchse und die Risiken, die für Mensch und Tier von den toxinbildenden Ährenfusarien ausgehen können, haben diese zum Problem Nr. 1 für Züchtung und Pflanzenbau werden lassen. Hohe Maisanteile in der Fruchtfolge, zunehmende pfluglose Bodenbearbeitung und die Verbreitung von leistungsfähigen Sorten mit überdurchschnittlicher Fusariumanfälligkeit verschärfen, bei unzureichenden chemischen Bekämpfungsmöglichkeiten, das Gefährdungspotential im Weizenanbau. Die Veröffentlichung des Entwurfs der Verordnung zur differenzierten Regelung der Toxingrenzwerte im Weizen und in den nachfolgenden Produkten bringt die zugespitze Sensibilisierung der Politik zum Ausdruck. Handelsstufe und Verwertung verhalten sich bereits restriktiv bei der Annahme von Risikopartien. Diese Situation hat neuerdings in Deutschland einzelne Länderdienststellen veranlasst, zugelassene Sorten mit einer Anfälligkeitseinstufung für *Fusarium* von 6 und höher nicht mehr in die regionalen Landessortenversuche zu übernehmen. Die Vermarktung von hoch fusariumanfälligen Sorten wird sich wohl zukünftig schwierig gestalten.

Ein sehr hoher Züchtungsbedarf liegt somit aktuell wie zukünftig auf der Hand. Wir nutzen derzeit gegen beide Erregerkomplexe rein quantitative Resistenzeigenschaften und versuchen diese mit Krankheitserreger zu kombinieren. Aufbauend auf eine langjährige züchterische Auseinandersetzung auf einem hohen Intensitätsniveau ist der aktuelle Fortschritt, gemessen an der Anzahl der zugelassenen Sorten mit unterdurchschnittlicher Anfälligkeit vor allem für *Fusarium* beachtenswert. Die vorhandene hohe Differenzierung im Zuchtmaterial läßt zusätzlich erwarten, dass bei Aufrechterhaltung einer hohen Züchtungsintensität und eines aktuellen Forschungsein-

satzes das Angebot von Sorten mit relevanten quantitativen Resistenzeigenschaften langfristig sichergestellt werden kann. Dieses wird aktuell durch die laufenden Resistenzprüfungen des Bundesortenamtes deutlich belegt (*Abbildung 2*). Die Häufigkeit von Stämmen in der Wertprüfung 2 Ernte 2001 in den einzelnen Anfälligkeitsklassen unter Berücksichtigung des relativen Fusariumbefalls bringt die sehr gute Differenzierung zum Ausdruck und bestätigt eine relativ hohe Anzahl von Stämmen in den relevanten Anfälligkeitsklassen der Ausprägungsstufe 2 bis 4 (27 Stämme).

2.3 Fußkrankheiten

Der Komplex der Fußkrankheiten ist ein typisches Beispiel dafür, dass veränderte acker- und pflanzenbauliche Praktiken Erregergruppen zum Problem haben werden lassen, die früher von nur geringer Bedeutung waren. Besonders ***Gaeumannomyces graminis (Ophiobolus)*** gehört zu den Erregern, die an wirtschaftlicher Relevanz gewinnen, weil engere Fruchtfolgen und extrem frühe Saattermine unabhängig von Bodenart das Infektionspotential begünstigen. Hierin zeigt sich eine Herausforderung für die Züchtung, denn *Ophiobolus* zählt zu den Erregern, über die züchterisch wenig bekannt ist. Vermeintliche Befallsunterschiede zwischen Sorten und innerhalb des Zuchtmaterials sind nicht reproduzierbar und unterliegen starken Umweltinteraktionen. Züchterische Aktivitäten sind diesbezüglich nicht vorhanden und folglich keine Züchtungsfortschritte zu verzeichnen. Das Befallsrisiko kann durch Saatgutbeizung gemindert werden, wobei die Wirtschaftlichkeit der Beizung nicht immer gewährleistet ist und der relativ hohe Anteil der Pflanzenschutzkosten am Produktionsfaktor Saatgut beachtet werden muss. Das Problem ist vor allem durch eine vernünftige Handhabung der Saatzeit zu entschärfen. Nachdem jedoch der Trend zu früheren Saatterminen meiner Einschätzung nach weiterhin anhalten wird, kommt auf die Züchtung die erhebliche Aufgabe zu, sich mit dem Problemkreis um *Ophiobolus* auseinanderzusetzen. Zuvor besteht ein sehr hoher Forschungsbedarf in der erregerspezifischen wie in der züchtungsorientierten Grundlagenforschung. Diesbezüglich darf ich die Notwendig-

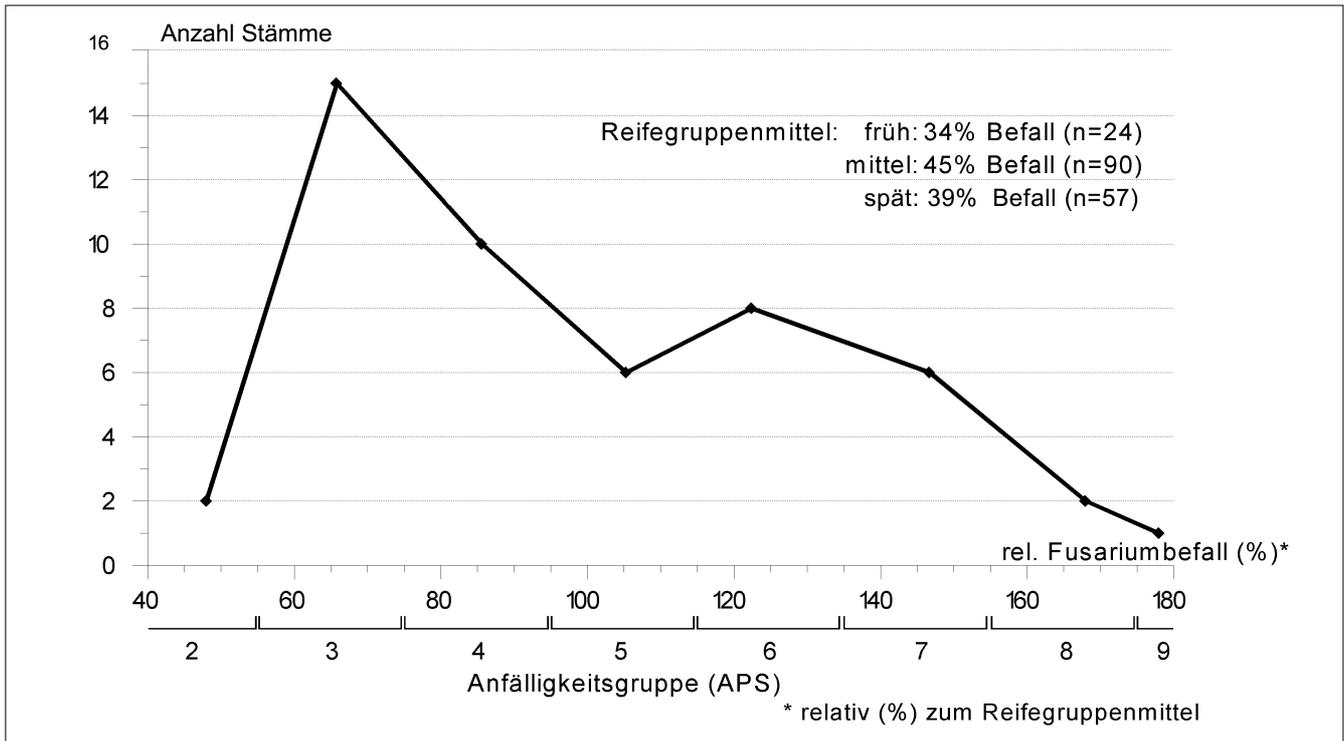


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung und relativer Fusariumbefall aktueller Winterweizenstämme (n=50) der Wertprüfung 2 E.2001 nach Ergebnissen der Ährenfusarium-Resistenzprüfung (BBA Braunschweig 2001) - Mittelwerte von 4 Ergebnissen -

keit integrierter Forschungsansätze unterstreichen, um mögliche Verbesserungspotentiale züchterisch nutzen zu können.

Der Erreger des parasitären Halmbruches, **Pseudocercospora herpotrioides**, gewinnt gleichermaßen an Bedeutung. Die Züchtungsaktivitäten zur Verbesserung der Resistenzeigenschaften gegen diesen Erreger haben erheblich zugenommen und sind derzeit als hoch einzuschätzen; die Cercospora-Resistenzzüchtung ist bereits in vielen Zuchtbetrieben in Deutschland im kommerziellen Züchtungsprozess fest eingebunden. Neben der qualitativen Resistenz aus der Herkunft *Aegilops ventricosa* (Pch1-Gen) werden auch in Kombination damit quantitative Resistenzeigenschaften genutzt, die überwiegend auf Capelle Desprez (Pch-2 und unbekannte zusätzliche Gene) zurückzuführen sind. Die Differenzierung im Zuchtmaterial ist gut, wenn auch der Anteil von leistungsfähigen Stämmen mit gutem Resistenzniveau relativ gering ist.

Einen Überblick über den aktuellen Züchtungsfortschritt vermitteln die Resistenzprüfungsergebnisse des Bundesortenamtes und der Biologischen Bun-

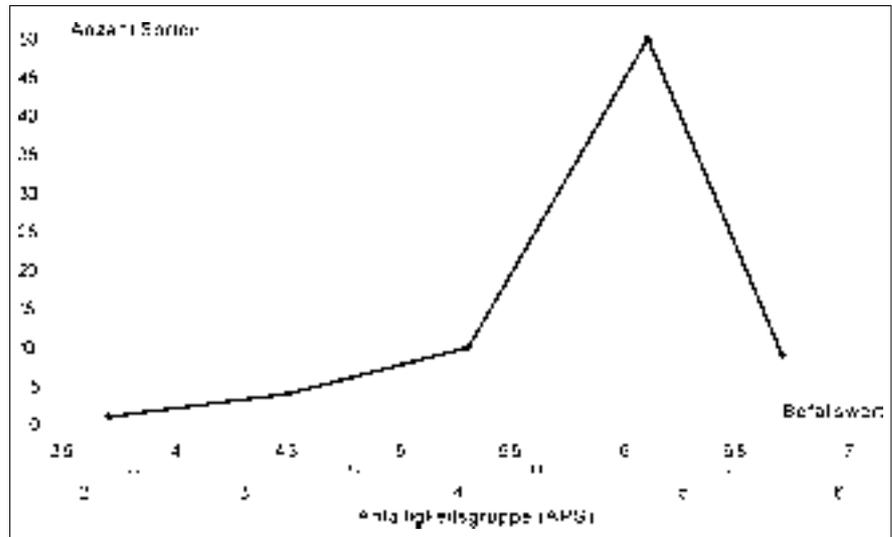


Abbildung 3: Winterweizen - Resistenzprüfung *Pseudocercospora herpotrioides*; Häufigkeitsverteilung und Befallsmittelwerte nach Daten von BSA/BBA 2000/2001 - Anzahl Sorten: 74, Anzahl Ergebnisse: 9 -

desanstalt, die unter Mitwirkung von 4 privaten Zuchtbetrieben bisher zweijährig durchgeführt wurden (Abbildung 3). In diesem Projekt werden die neueren Sortenzulassungen sowie die aktuellen Kandidaten der Wertprüfung 2 und 3 berücksichtigt. Der mittlere Befallswert der zweijährig geprüften Sorten über alle Orte weist eine breite Differenzierung auf. Im Gegensatz zu Fusarium jedoch

(Abbildung 2) ist hier die Verteilung zu den höheren Befallswerten hin verschoben. Neben dem breit vertretenen mittleren Anfälligkeitsniveau ist eine Anzahl von Sorten und Wertprüfungsstämmen (15 Stämme) zu erkennen, die ein gutes Toleranzniveau aufweisen.

Die bisherigen positiven Erfahrungen und die zunehmende Bedeutung des Erregers sprechen dafür, die Züchtungsak-

tivitäten zu intensivieren. Zugleich besteht ein sehr hoher zusätzlicher Forschungsbedarf, den ich im Bereich der molekularen Marker, bei der Erschließung neuer Resistenzquellen, für die Überprüfung der Wirksamkeit der Kombination von qualitativen und quantitativen Resistenzen und im methodischen Bereich angesiedelt sehen möchte. In diesem Zusammenhang ist auf die Schwierigkeit der Evaluierung des Zuchtmaterials unter Freilandbedingungen und die damit verbundenen hohen Züchtungsaufwendungen hinzuweisen. Verbesserte Lösungsansätze wären dringend erforderlich.

2.4 Viruskrankheiten

Die Viruskrankheiten, vertreten hauptsächlich durch das **Barley Yellow Dwarf Virus** (BYDV) und die Gruppe der **bodenbürtigen Viren**, gehören zu den Weizenkrankheiten, die züchterisch unübersichtlich sind. Das Auftreten dieser Viren in Deutschland ist bei Weizen derzeit gering. Nach Mitteilung von Herrn Dr. Huth (Biologische Bundesanstalt Braunschweig) ist jedoch bei Aufrechterhaltung der bisherigen Produktionsvoraussetzungen innerhalb von 10 bis 20 Jahren mit einer ernsthaften Bedrohung des Weizenanbaues durch die bodenbürtigen Viren zu rechnen. Nach den bisherigen Evaluierungsarbeiten der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig sind lediglich bei BYDV im Zuchtmaterial und bei den bisher geprüften Sorten Toleranzunterschiede festzustellen, die zu reproduzierbaren Ertragsunterschieden führen.

Für die Gruppe der bodenbürtigen Viren existieren derzeit nur spärliche Informationen über eine vorhandene Toleranz-/Resistenzvariabilität. Diesbezüglich ist eine züchtungsorientierte Grundlagenforschung erforderlich, um die Möglichkeiten der züchterischen Bearbeitung dieser Viren abzuschätzen. Es empfiehlt sich jedenfalls, bereits jetzt mit entsprechenden Kreuzungsprogrammen auf der Basis der vorhandenen Kenntnis zu starten und eine entsprechende Evaluierung, die derzeit für den Weizen nur in Frankreich möglich ist, einzuleiten.

Einen Überblick über die derzeitige erregerspezifische Situation bei Winterweizen vermittelt zusammengefasst die

	Anfälligkeitsneigung (APS)									Anz. Sorten
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mehltau	7	21	27	12	10	4	1	4	1	87
Gelbrost		15	39	3	5	7	7	1		75
Braunrost		1	26	21	13	12	7	9	2	81
Blattseptoria			6	32	27	12	2			89
DTR				21	34	22				77
Ährenfusarium		3	12	36	22	9	8			89
Spelzenbräune			10	49	18	5	1			87

Abbildung 4: Fortschritte der Resistenzzüchtung bei Winterweizen - Differenzierung der Anfälligkeit nach BSL 2001 -

Abbildung 4. Dargestellt ist die Anzahl der Sorten in den einzelnen Anfälligkeitsklassen (APS) für die wichtigsten Erreger nach beschreibender Sortenliste 2001, wobei 1 sehr geringe Anfälligkeit und 9 sehr hohe Anfälligkeit bedeutet. Es wird eine sehr gute Differenzierung der Anfälligkeit der zugelassenen Sorten für Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium bestätigt. Auch für Blattseptoria und Spelzenbräune kommen wesentliche Anfälligkeitsunterschiede zum Ausdruck. Bei sehr geringer Differenzierung ist der größere Handlungsbedarf hinsichtlich DTR zu erkennen, wenn auch die derzeitige Sortendifferenzierung nach züchtereigenen Ergebnissen größer ist als in der Beschreibenden Sortenliste zum Ausdruck kommt. In den geringen Anfälligkeitsklassen 1-4 ist für die einzelnen Erreger jeweils eine große Anzahl von Sorten vertreten. Sorten in diesen Anfälligkeitsklassen ermöglichen i.d.R. deutlich reduzierte Fungizidaufwendungen bei hoher Ertrags- und Qualitätssicherung. Vor allem bei Mehltau, Gelbrost und Braunrost, aber auch für Blattseptoria und Spelzenbräune ist ein vielfältiges Angebot von gesunden Sorten mit quantitativen Feldresistenzen festzustellen. Besonders beeindruckend ist das Angebot von 50 Sorten mit guten bis sehr guten Toleranzen gegen das derzeit sehr intensiv diskutierte Ährenfusarium.

Die Vermehrungsanteile der Sorten mit geringer Anfälligkeit für die einzelnen Erreger - zusammengefasst sind in *Abbildung 5* die Sorten der Ausprägungsstufen 1 bis 4 - belegen, dass Mehltau und Gelbrost mit ca. 75% bzw. 87% in Deutschland kein größeres Problem darstellen. Deswegen sind die Diskussionen um die Resistenzbildung bei Mehltau gegenüber der neuen Wirkstoffgruppe Strobilurine nicht nachvollziehbar. Auch die in den vergangenen 2 Jahren aufgetretene Diskussion um höheren Gelbrostbefall in Deutschland betrifft aus meiner Sicht einzelne Sorten, die jedoch nicht der dargestellten Sortengruppe angehören (*Abbildung 5*). Der *Abbildung 5* ist aber auch zu entnehmen, dass die Sorten mit einer guten Ährenfusariumtoleranz nur ca. 40% der Vermehrungsfläche 2001 eingenommen haben. Gemessen an der hohen Anzahl der Sorten mit guter Fusariumtoleranz und an der Bedeutung des Erregers ist dieser Anteil relativ gering; d.h. 60% der Vermehrungsfläche wird derzeit mit Sorten bestritten, die eine höhere Fusariumanfälligkeit aufweisen; dabei sind die EU-Sorten nicht berücksichtigt, die fast ausnahmslos der höheren Anfälligkeitsgruppe 6 und aufwärts angehören. Bei der Betrachtung der einzelnen Zahlen müsste wohl kritisch hinterfragt werden, warum die vorhandene Resistenz gegen einzelne Erreger in der Praxis nicht so repräsentiert ist wie wir es als Züchter gerne gesehen hätten.

Erreger	Anfälligkeitsgruppe 1-4		Angemeldete Vermehrungsfläche* 100% = 51238 ha
	sehr gering	1 gering-mittel	
Mehltau	67		74,5%
Gelbrost	63		87,4%
Braunrost	46		42,4%
Blattseptoria	38		37,5%
DTR	21		17,2%
Ahrenfusarium	50		47,8%
Spelzenbräune	59		56,8%

* ohne EU-Sorten

Abbildung 5: Fortschritte der Resistenzzüchtung bei Winterweizen; Anzahl und Verbreitung der Sorten mit geringer Anfälligkeit für einzelne Erreger - nach BSL 2001 -

3. Kombination von Resistenzeigenschaften

In der erregerspezifischen Selektion ist die Nutzung der Resistenzvariabilität gegen einzelne Erreger die Grundlage für die Realisierung einer multiplen Resistenzkombination in einem Genotyp. Für den Züchter kann es nur darauf ankommen, ausreichende Resistenzeigenschaften gegen mehrere Erreger in einer Sorte zu kombinieren; ein Prozess, der nur schrittweise und über einen längeren Zeitraum erfolgreich realisiert werden kann. Denn nur durch breit angelegte Resistenzeigenschaften kann die Ertragsstabilität gewährleistet und gleichzeitig die Fungizidaufwendungen spürbar reduziert werden. Für die landwirtschaftliche Praxis ist die Verbesserung der Resistenzeigenschaften gegen einen speziellen Erreger in einer Sorte ohne Bedeutung, wenn überdurchschnittliche Anfälligkeiten für andere Erreger die Sortenerträge infrage stellen können und somit den Einsatz von breit wirksamen Fungiziden von vornherein erforderlich machen. Darüber hinaus muss Ertrag und Qualität der gesunden Sorte stimmen, damit ihr Anbau für den Landwirt attraktiv wird.

Diesbezüglich kann der derzeitige Stand der Züchtung in Deutschland anhand von Daten der amtlichen Wertprüfung demonstriert werden (Abbildung 6). Dar-

gestellt sind die zweijährigen Mittelwerte der relativen Kornerträge aus dem Durchschnitt der extensiven und der intensiven Variante der Stämme, die zur Ernte 2001 im zweiten Wertprüfungsjahr standen. Die Resistenzzahl, errechnet als Summe der Differenzen der absoluten Befallsnoten vom Sortimentsmittelwert in der extensiven Stufe, für alle in den Wertprüfungen erfassten Krankheiten bringt in verschärfter Weise die in einer Sorte vorhandene Kombination der Resistenzeigenschaften zum Ausdruck. Die Variationsbreite von -8,5 bis ca. +5,0 Punkte RZ demonstriert diesbezüglich eine sehr breite Differenzierung im aktuellen Wertprüfungssortiment. Beeindruckend ist der Fortschritt der zukünftigen Sorten gegenüber den bekannten und sehr weit verbreiteten Sorten Ritmo und Flair. Auffallend ist die immer noch stabile Resistenzkombination der Sorte Batis. Besonders erfreulich ist die Anhäufung der Sorten im positiven Ausprägungsbereich der Resistenzzahl in Kombination mit einer überdurchschnittlichen Ertragsleistung. Es fällt auf, dass die in das letzte Wertprüfungsjahr des Zulassungsverfahrens weitergeführten Sortenkandidaten (mit "+" markiert) nahezu ausnahmslos eine gute bis hervorragende Resistenzkombination repräsentieren.

Für die derzeit zugelassenen Sorten verdeutlicht das Raster in Abbildung 7 die

komplexe Problematik der Resistenzzüchtung. Aufgeführt ist die Anzahl der Sorten im relevanten Anfälligkeitsbereich APS 1-4 sowie die korrespondierenden Anteile an der Vermehrungsfläche der in Deutschland zugelassenen Sorten; die Vermehrungsfläche der sogenannten "EU-Sorten" ist dabei nicht berücksichtigt. Im geringen Anfälligkeitsbereich für Mehltau sind wie bereits vermerkt 67 Sorten anzutreffen, die ca. 75% der Vermehrungsfläche ausmachen. Dies bestätigt, dass wir den Mehltau züchterisch im Griff haben; diesbezüglich darf jedoch die Züchtungsintensität nicht nachlassen. Von diesen 67 Sorten kombinieren 44 bzw. 38 Sorten zusätzlich Braunrost- bzw. zusätzlich Gelbrostresistenzen, die derzeit 36% der Vermehrungsfläche ausmachen; ein relativ hoher Vermehrungsanteil, verglichen mit dem Stand von vor 15 Jahren. Diese hohe Anzahl von Sorten mit kombinierten Resistenzen gegen die konventionellen Blattkrankheiten bestätigt in beeindruckender Weise die Erfolge der Resistenzzüchtung.

Mit der Resistenz gegen Mehltau, Gelbrost und Braunrost kombinieren 22! Sorten zusätzlich eine gute Fusariumtoleranz. Diese Sorten machen allerdings nur ca. 12% der Vermehrungsfläche aus. Die Fortsetzung des Rasters über die Spelzenbräune zu Blattseptoria und DTR bestätigt einerseits die Erfolgchancen der auf mehrfache Resistenzkombination ausgerichteten Resistenzzüchtung. Die Vielfalt der hier berücksichtigten 7 Erreger bringt andererseits den hohen Schwierigkeitsgrad dieses Konzeptes zum Ausdruck und bestätigt die Dringlichkeit, die Kontinuität der züchterischen Investition diesbezüglich langfristig zu gewährleisten. Denn neben der Überwindung der vielfältigen, erregerspezifischen, biologisch-fachlichen Probleme ist es erforderlich, mit der Gesundheit eine hohe Leistungsfähigkeit zu kombinieren, um diese Sorten wettbewerbsfähig vermarkten zu können. Die geringen Vermehrungsanteile dieser Sorten verdeutlichen ferner weitere Aspekte der Problematik, die wir in Züchtung und Beratung zu überwinden haben: Trotz der zugespitzten, agrar- und umweltpolitischen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen der Weizenproduktion ist es nicht gelungen, die-

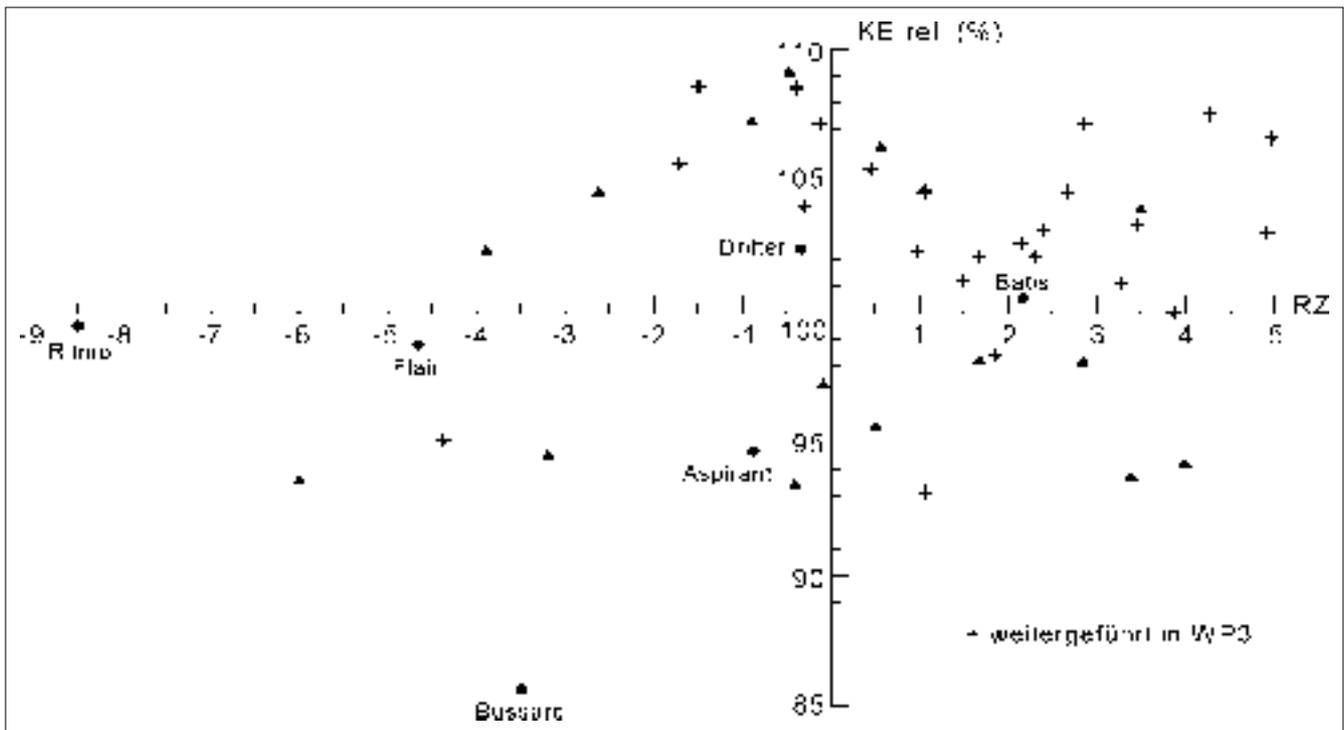


Abbildung 6: Resistenzzahl (RZ) der Winterweizen-Stämme in Wertprüfung 2 E.2001 und Wertprüfung 1 E.2000 nach Daten des Bundessortenamtes - 2-jährige Mittelwerte, Anzahl Stämme: 46 -

Erreger	Anfalligkeitsgruppe 1-4 1 sehr gering 4 gering mittel	Angemeldete Vermehrungsfläche* 100% = 54338 ha
Mehltau	67	74,5%
kombiniert mit	↓	
Draunrost	44	38,9%
zusätzlich		
kombiniert mit	↓	
Gelbrast	38 (davon 5 x k.A.)	35,8%
zusätzlich		
kombiniert mit		
	Gruppe 1-4 Gruppe 1-5	
Fusarium	22	17,8%
	↓ ↓	
Spelzenbräune	9	7,1%
	↓ ↓	
Blattseptoria	1	6,3%
	↓ ↓	
DTR	5	1,3%
	↓ ↓	
		15

* ohne EJ-Sorten

Abbildung 7: Fortschritte der Resistenzzüchtung bei Winterweizen; Anzahl Sorten mit kombinierten Resistenzeigenschaften - nach BSL 2001 -

se mehrfach kombinierten Resistenzen in die Praxis einzuführen. Die effektive Nutzung des Resistenzzüchtungsfortschrittes ist arg verbesserungsbedürftig.

Diesbezüglich kommt der amtlichen regionalen Sortenberatung die dringliche Aufgabe zu, anhand eines leistungsfähigen Versuchswesens die erweiterten Re-

sistenzigenschaften zu erfassen und aktuell an die Praxis zu vermitteln. In diesem Zusammenhang ist zu vergegenwärtigen, dass in einigen Länderdienststellen die Leistungsfähigkeit der Sorten unter intensiven Fungizidbehandlungen festgestellt und beschrieben wird, womit der besondere Sortenwert der Resistenzkombination gar nicht erst zum Ausdruck kommen kann. **Aus der Sicht der Züchtung besteht hierzu dringender Handlungsbedarf.**

4. Dauerhaftigkeit der Resistenz

In Zusammenhang mit der wirtschaftlichen Nutzung der Sortengesundheit kommt neben den Produktionsvoraussetzungen, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, der Dauerhaftigkeit der Resistenzeigenschaften eine besondere Bedeutung zu. Es wird allgemein festgestellt, dass mit zunehmender Verbreitung einer Sorte ihre Resistenzen durch entsprechende Virulenzanpassung des Erregers unwirksam werden. **Diese Feststellung trifft für den Weizen nur mit Einschränkung, sortenspezifisch differenziert und erregerspezifisch unterschiedlich zu.** Im Wesentlichen kommt es dabei auf das Züchtungskonzept und entsprechend auf die genetische

Sorte		Jahre nach Zulassung									Gesamtvermehrungsfläche (Stand E 2001):
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Batis (A; 1994)	ML	2		3			3				24668 ha
	GR	3			3						
	BR	2	3			3					
Pegassos (A; (1994)	ML	2		3			3				15120 ha
	GR	3	2		3			3			
	BR	2	3			3					
Aristos (A; (1997)	ML	3			3						4575 ha Σ 44363 ha
	GR	3			3						
	BR	3			3						
VRS 1 (B; (1993)	ML	3	4			5			4		49026 ha
	GR	3		4			5		4		
	BR	3	4	5		6		7			
VRS 2 (B; (1996)	ML	4			5						25822 ha
	GR	4		7			8		5		
	BR	4	5	5			5				

Abbildung 8: Relative Stabilität ausgesuchter Sorten für Resistenzeigenschaften - Ausprägungsstufen (APS) nach BSL der jeweiligen Jahre -

Konstellation der Resistenzeigenschaften an; sie ist von Sorte zu Sorte und von Erreger zu Erreger sehr unterschiedlich. An einigen Sorten der *Abbildung 8* können abweichende Reaktionen demonstriert werden. Dargestellt ist die Entwicklung der Anfälligkeitsneigung der aufgeführten Sorten gegenüber Mehltau, Gelbrost und Braunrost in Ausprägungsstufen (APS) nach der beschreibenden Sortenliste der jeweiligen Jahre in Abhängigkeit vom Alter der Sorte, d.h. Anzahl Jahre nach Zulassung. Es wird ersichtlich, dass bei den Qualitätssorten gleicher Genetik Batis, Pegassos und Aristos trotz ihrer großen Verbreitung in der Praxis (ca. 45.000 ha Gesamtvermehrungsfläche von Zulassung bis Ernte 2001) die kombinierten Resistenzeigenschaften gegen Mehltau, Gelbrost und Braunrost unverändert und somit sehr stabil geblieben sind. Anders verhalten sich die Verrechnungssorten 1 und 2, die ebenfalls eine sehr große Bedeutung erlangt haben. So zeigt die Verrechnungssorte 1 eine deutliche Erhöhung ihrer Anfälligkeit für Mehltau und Braunrost, während ihre Gelbrostresistenz in Deutschland noch als gut einzu-stufen ist. Die Verrechnungssorte 2 ver-

hält sich gegenüber Mehltau stabil, entwickelte jedoch mit zunehmender Verbreitung sehr rasch eine sehr hohe Anfälligkeit für Gelb- und Braunrost. Hierin kommt noch ein weiteres Problem zum Ausdruck: Veränderungen der Resistenzeigenschaften bedingen Veränderungen in den Leistungsunterschieden zwischen den Sorten, die allerdings bei voller Fungizidintensität nicht mehr zum Ausdruck kommen und damit die Sortenwahl in Abhängigkeit von Region und betriebsspezifischer Intensität maßgeblich beeinflussen können.

5. Kombination von Ertrag und Resistenzeigenschaften

Es wurde bereits vermerkt, dass Leistung und Qualität der gesunden Sorte stimmen muss, um diese Gesundheit in die Praxis erfolgreich einführen zu können. Was die Züchtung in der Tat realisiert hat, soll abschließend an dem Beispielstandort Jerxheim veranschaulicht werden (*Abbildung 9*). Auf dem abgebildeten Ertragsbalken sind die dreijährigen Mittelwerte in dt/ha der jeweils aufgeführten Anzahl von Sorten in der vollen

Fungizidbehandlung dargestellt. Die sonstigen Versuchsvoraussetzungen dieser als Spritzfolgenversuch bekannten Versuchsserie waren für alle Fungizidvarianten identisch. In der vollen Fungizidbehandlung ist eine lineare Ertragssteigerung von 96 dt/ha (1985-87) über 109 dt/ha (1990-92) auf ca. 114 dt/ha (1999-2000) festzustellen: Setzt man die jeweiligen mittleren Erträge gleich 100, so kommt der eigentliche Ansatz der Züchtung zum Ausdruck: 1985-87 betrug der Anteil der Genetik, d.h. der Sorten ohne Fungizide, am Gesamtertrag der vollen Fungizidvariante 85%. Es war bereits der Zeitraum, der durch ein zunehmendes Angebot von gesunden Sorten gekennzeichnet war. 15% des Ertrages konnten zusätzlich durch die Fungizide abgesichert werden; davon fielen auf die Kombination "Fuß und Ähre" 12%, während die zusätzliche Blattbehandlung mit 3% bereits zum damaligen Zeitpunkt von geringer Ertragsrelevanz war. 5 Jahre später (1990-92) erhöhte sich der Anteil der Genetik am Gesamtertrag auf 90%. Von den 10% der Ertragsabsicherung durch die Fungizide fielen 7% auf die Ährenbehandlung und 3% auf die Kombination von "Fuß und Ähre"; die zusätz-

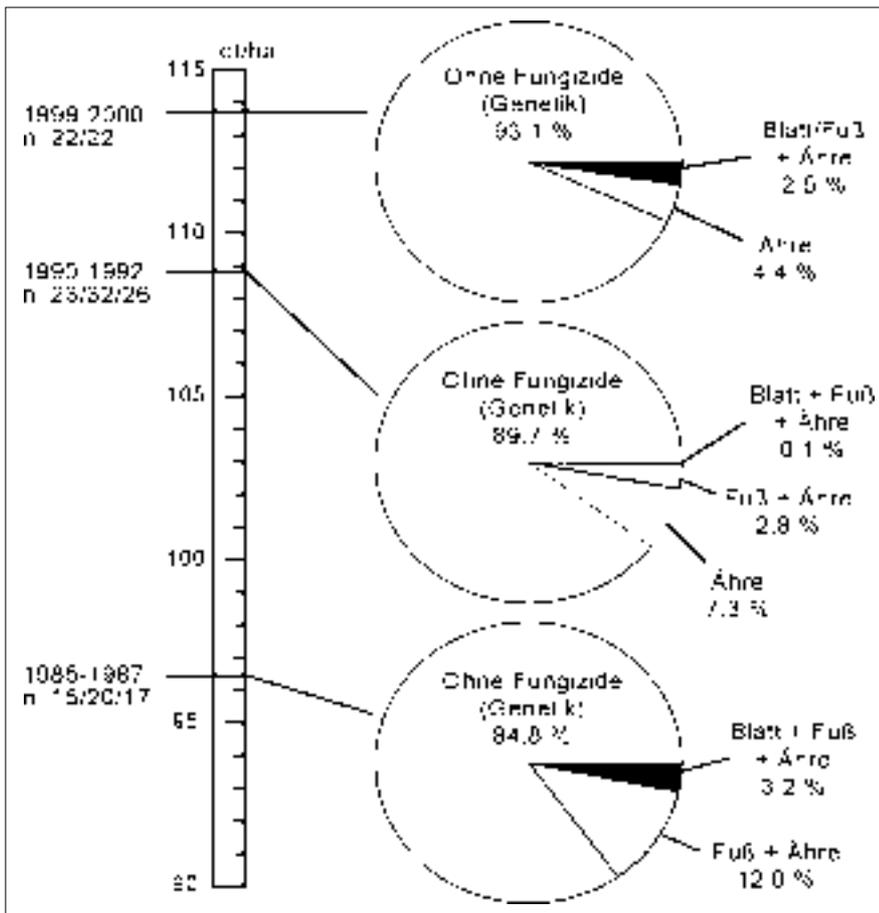


Abbildung 9: Winterweizen - Spritzfolgenversuch; Anteil der Genetik (Sorte) und einzelner Fungizidmaßnahmen am Gesamtertrag - Versuchsmittelwerte -

liche Blattbehandlung im Stadium EC 37 führte im Durchschnitt aller Sorten zu keiner weiteren Ertragsabsicherung und erwies sich somit bereits zu diesem Zeitpunkt hier als überflüssig. Im Zeitraum 1999-2000 hat die Genetik bereits 93% der gesamten Fungizidleistung ausge-

macht. In der umgekehrten Formulierung bedeutet dies, dass die Unterlassung von jeglicher Fungizidmaßnahme in dieser Versuchsserie zu Ertragsverlusten von nur 7% geführt hat. Während die Ährenbehandlung mit ca. 4% wirtschaftlich relevant war, hatte die Unterlassung der

zusätzlichen Blatt- oder der zusätzlicher Fußbehandlungen im Durchschnitt mit 2,5% keine wirtschaftliche Ertragsminderung zur Folge. Auch dieses Beispiel bestätigt, dass bei den gesunden Sorten auf hohem Ertragsniveau eine einmalige Fungizidbehandlung im Großen und Ganzen zur wirtschaftlichen Ertragsabsicherung ausreicht. **Wir müssen noch sehr harte Aufklärungsarbeit leisten, um dieses sowohl der Beratung als auch der Praxis begreiflich zu machen.**

6. Schlussbetrachtung

Durch diese Ausführungen habe ich versucht, Erfolge und Engpässe der Resistenzzüchtung aufzuzeigen und die Forderung nach Kontinuität und Langfristigkeit der Resistenzzüchtung zu begründen. Die bisherige Weizenforschung hat am dargestellten aktuellen Stand der Resistenzzüchtung in Deutschland und an der Verbesserung der Sortengesundheit einen maßgeblichen Anteil. Gleichzeitig darf ich bedauernswertweise feststellen, dass derzeit die Resistenzforschung bei Weizen in Deutschland nahezu einen Stillstand erreicht hat. Es dürfte, auch unter Berücksichtigung der neuen agrarpolitischen Orientierung, klar sein, dass wir uns diesen relativen Stillstand wissenschaftlich, wirtschaftlich, ökologisch und politisch längerfristig nicht leisten können. Ich hoffe, dass ich diesbezüglich weitreichende Denkansätze habe liefern können und bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit.