

Ergebnisse und Perspektiven der Züchtung auf Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Ertrag bei Gerste und Weizen im Spiegel der österreichischen Wertprüfung 1960-1999

M. OBERFORSTER

1. Einleitung

Mit Wirksamwerden des Saatgutgesetzes 1997 ist bei jenen landwirtschaftlichen Pflanzenarten, welche in der Anlage zur Saatgutverordnung genannt sind, der landeskulturelle Wert eine Voraussetzung der Sortenzulassung. Bis dahin bildeten das Saatgutgesetz 1937 und das Pflanzenzuchtgesetz 1947 die Rechtsgrundlage der Sortenversuche. Durch Auswertung langjährig durchgeführter Wintergerste-, Winterweizen- und Sommergerste-Prüfungen wird versucht, für eine Reihe von Merkmalen die Effekte züchterischer Tätigkeit zu quantifizieren. Am Beispiel Sommergerste werden Veränderungen im Resistenzverhalten gegenüber Mehltau aufgezeigt.

2. Material, Versuchsanlagen

Grundlage der Untersuchung bilden die österreichischen Wertprüfungsdaten. In die Berechnungen wurden einbezogen: Wintergerste 451 Versuche mit Ertragsauswertung (1960 bis 1999), Winterweizen im Pannonischen Trockengebiet 364 Versuche (1960 bis 1999), Winterweizen in den Feucht- und Übergangslagen 510 Versuche (1960 bis 1999), Sommergerste Pannonisches Trockengebiet 271 Versuche (1971 bis 1999), Sommergerste in den Feucht- und Übergangslagen 467 Versuche (1971 bis 1999). Zur Analyse des Resistenzverlustes gegenüber dem Sommergerstenmehltau wurden auch Resultate aus den sechziger Jahren verwendet. Berücksichtigung fanden sämtliche in diesem Zeitraum zugelassenen Sorten, sofern sie noch mit einer ausreichenden Zahl an Ergebnissen vertreten waren. Vor 1975 waren die Versuche in Form randomisierter Blocks konstruiert, in der Folge setzten sich Gitteranlagen durch. In aller Regel sind die

Sorten vierfach wiederholt, früher wurden häufiger 5 oder 6 Wiederholungen angelegt, die Nettoparzellenfläche variierte von 8,3 bis 25,0 m², lag zumeist aber zwischen 10,0 und 18,0 m². Die Wertprüfungen erfolgten stets einfaktoriell und mit wenigen Ausnahmen ohne Anwendung von Fungiziden oder Wachstumsreglern.

3. Methodik der Datenerhebung

Die grundlegenden Methoden der Merkmalserhebung und die Boniturschlüssel haben in dieser Zeit nur geringfügige Änderungen erfahren (MEINX 1962, HRON 1971), sie sind in Prüfrichtlinien detailliert beschrieben (BUNDESAMT 1999).

- Kornertrag (dt/ha): Der Kornertrag ist auf 14,0 % Feuchte normiert.
- Marktwarenertrag (dt/ha): Wird durch Multiplikation von Kornertrag x Marktwarenteil (Fraktion über 2,2 mm) errechnet.
- Vollgerstenertrag (dt/ha): Wird durch Multiplikation von Kornertrag x Vollgerstenteil (Fraktion über 2,5 mm) errechnet.
- Proteingehalt (% TS): Wird nach Kjeldahl analysiert (N x 5,7 für Weizen, N x 6,25 für Gerste).
- Proteinertag (dt/ha, TS): Wird durch Multiplikation von Kornertrag x Proteingehalt errechnet.
- Ährenschiebedatum (MMTT): Erreichen von Stadium 59 für 2/3 der Ähren der Haupthalme.
- Gelbreifedatum (MMTT): Erreichen von Stadium 87 für 2/3 der Ähren der Haupthalme.
- Wuchshöhe (cm): Die Grannen bleiben unberücksichtigt.

- Lagerung (Bonitur): 1 = kein Lager, ... 9 = sehr starkes Lager.
- Halmknicken, Ährenknicken (Bonitur): 1 = kein Halmknicken (Ährenknicken), ... 9 = sehr starkes Halmknicken (Ährenknicken).
- Krankheiten (Bonitur): 1 = kein Krankheitsbefall, ... 9 = sehr starker Krankheitsbefall.

Die Bonituren wurden - wenngleich ordinalskaliert - in den Auswertungen wie metrische Daten behandelt.

4. Verfahren zur Berechnung des Zuchtfortschrittes

Untersuchungen zum Zuchtfortschritt wurden beispielsweise von SCHUSTER et al. (1978, 1982), HÄNSEL (1982) und STELLING et al. (1994) vorgenommen. Der Vergleichsanbau alter und neuer Sorten ist die am häufigsten verwendete Methode (vgl. SCHEFFER et al. 1985). Die Nutzung von nicht orthogonal verfügbaren Wertprüfungsdaten setzt voraus, dass die Verrechnungssorten sich in ihrem Genotyp nicht ändern. Bei den Selbstbefruchtern Weizen und Gerste darf dies als weitgehend richtig angesehen werden (SCHUSTER 1982). Eine Standardsorte oder zwei sich überlappende Sorten nahm HÄNSEL (1982) als Bezugsbasis. Die erhaltenen Relativverträge wurden dem Zulassungsjahr gegenübergestellt. Die Verwendung der bei der Sortenzulassung vergebenen Ausprägungsstufen kann infolge bloßer Skalierungsverschiebungen zu Fehlschlüssen führen. Beispielsweise wurde die Winterweizensorte Extrem 1967 mit Wuchshöhe 6 (mittel bis lang) und Lagerungsneigung 5 (mittel) eingestuft, im Jahre 1999 jedoch im Merkmal Wuchshöhe mit 8 (lang bis sehr lang) bewertet, die Neigung zu Lagerung war 9 (sehr stark).

Autor: Dipl.-Ing. Michael OBERFORSTER, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN



Tabelle 1: Änderung der Ausprägungsstufen infolge Skalenverschiebung Sortenbeschreibung (1967 bis 1999)

Sorte	Merkmal	1967	1972	1976	1985	1988	1990	1991	1992	1995	1999
Extrem	Wuchshöhe	6	6	6	7	8	8	8	8	8	8
	Lagerung	5	6	8	8	8,5	8,5	8,5	8,5	9	9
Capo	Wuchshöhe	-	-	-	-	-	5	6	6	6	7
	Lagerung	-	-	-	-	-	4	4	5	5,5	6

1 = sehr kurzhalmlig, sehr geringe Lagerneigung; 9 = sehr langhalmlig, sehr hohe Lagerneigung

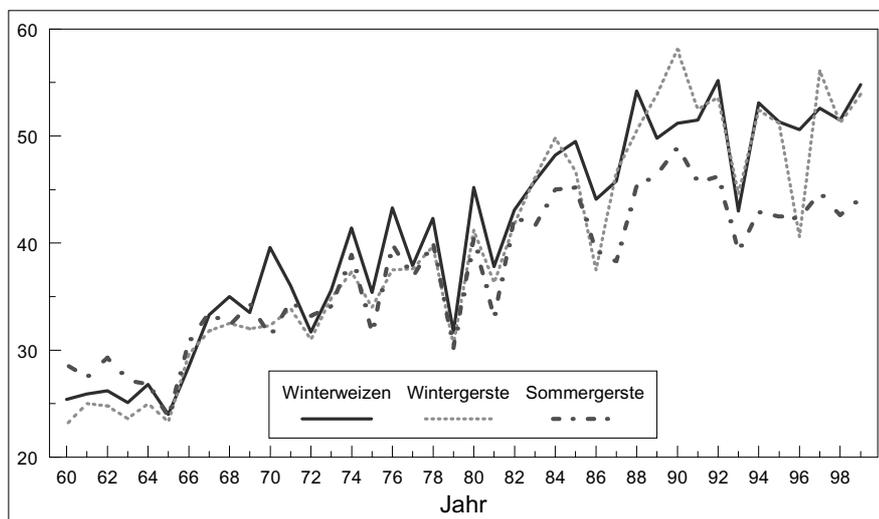


Abbildung 1: Österreichische Durchschnittserträge 1960-1999, Ertrag in dt/ha

Der züchterische Fortschritt kann mit diesem Verfahren tendenziell unterschätzt werden.

Für die vorliegende Arbeit wurden anhand der Methode der kleinsten Quadrate adjustierte Mittelwerte errechnet (SCHWARZBACH 1984). Es kann erwartet werden, dass diese von Jahres- und Ortseinflüssen sowie den Auswirkungen agrotechnischer Änderungen weitgehend bereinigt sind. Bei Sorten, welche ihre Widerstandskraft bereits kurz nach der Zulassung eingebüßt haben, wurden Krankheitsbonituren der „Gesundperiode“ ausgeschieden, um unerwünschte Adjustierungseffekte hintanzuhalten (im Wesentlichen nur bei Sommergerstenmehltau). Der errechnete

Regressionskoeffizient (b-Wert) zeigt die mittlere jährliche Änderung. Der Verlauf der Trendlinie spiegelt den Züchtungsfortschritt (bzw. -rückschritt) wider. REINER (1976) überlässt es dem Betrachter, einen geradlinigen oder quadratischen Trendverlauf als den „richtigeren“ anzusehen. Die Annahme einer völlig linearen Regressionslinie ist allerdings unwahrscheinlich. Wir haben - dem langen Untersuchungszeitraum entsprechend - kurvenförmige Trendlinien angenommen. Der Korrelations- und Regressionsrechnung wurden hingegen lineare Beziehungen zugrundegelegt. In dieser Periode zeigen die von der „Statistik Österreich“ ermittelten Landeserträge von etwa 25 dt/ha auf 40 bis 55 dt/ha.

Tabelle 2: Winterweizen, pannonisches Trockengebiet (Ergebnisse 1960 bis 1999). Nicht orthogonale Versuchsserie - Berechnung adjustierter Mittelwerte

SORTE	Allgemeine Sortendaten			Wuchshöhe, cm			Korntrag, dt/ha		
	Zulassungsperiode	Einbezogene Versuchsjahre	n	Arithm.-Mittel	Adjust.-Mittel	Differenz	Arithm.-Mittel	Adjust.-Mittel	Differenz
Admonter	1952 - 75	1960 - 71	45	110,0	112,9	+2,9	40,4	48,3	+7,9
Record	1957 - 81	1960 - 77	142	122,0	121,9	-0,1	43,1	51,3	+8,2
Diplomat	1966 - 85	1962 - 84	43	96,0	96,7	0,7	54,4	57,7	+3,3
Extrem	1967 -	1963 - 91	226	116,0	115,3	-0,7	55,1	57,9	+2,8
Perlo	1978 -	1973 - 99	216	104,0	103,2	-0,8	63,5	61,3	-2,2
Capo	1989 -	1987 - 99	122	106,0	105,1	-0,9	72,9	68,7	-4,2
Renan	1993 -	1994 - 99	41	84,0	81,8	-2,2	74,5	68,7	-5,8

Es ist schwierig, den Anteil der Pflanzenzüchtung an der allgemeinen Ertragssteigerung anzugeben. Die Wechselwirkungen zwischen den verbesserten Sorten und den dadurch erst möglich gewordenen Intensitätssteigerungen nehmen Einfluss.

5. Ergebnisse und Diskussion

5.1. Lagerung

Die heutzutage mit mehr Stickstoff versorgten, dichteren Weizen- und Wintergerstenbestände erfordern eine erhöhte Standfestigkeit. Beispielsweise gingen Sorten mit Lagerneigung Note 6,5 bis 8 in der Periode 1960 bis 1963 nur in etwa 3% der Fälle stark ins Lager, in der Periode 1996 bis 1999 waren 56% der Versuche betroffen. Die Standfestigkeit eines Genotyps ist eine Funktion der Halmlänge, der Bestandesdichte, des Ährengewichtes, der Gliederung in Internodien, des Halmdurchmessers, der Halmwandstärke, der Anordnung von Festigungselementen, der Elastizität des Halmes und der Verankerung durch Kronenwurzeln (SCHMALZ 1989). Die genotypische Reduktion der Halmlänge von zumeist 2 bis 5 cm im Jahrzehnt war ein wesentliches Element zur Verbesserung der Standfestigkeit. Die Weizensortimente zeigen Unterschiede hinsichtlich der intervarietalen Beziehung von Halmlänge und Lagerung, und zwar von $r = 0,32^*$ (Mahlweizen, Pannonisches Trockengebiet) bis $r = 0,86^{**}$ (Mahlweizen, Feucht- und Übergangslagen). Für Wintergerste wurde eine Korrelation von $0,70^{**}$ (Mehrzeilige Sorten) bzw. $0,79^{**}$ (Zweizeilige Sorten) berechnet, die Lagerneigung der Sommergerstensorten ist zu 46% aus der Halmlängenvariation erklärbar ($r = 0,68^{**}$). Die zunehmende

Tabelle 3: Lagerung - Winterweizen Pannonisches Trockengebiet (Sorten: Erla Kolben, Capo, Perlo); Anteil der Versuche

Lagerung (Boniturnote)	1960-63 (23 Versuche)	1980-83 (31 Versuche)	1996-99 (27 Versuche)
Stark bis sehr stark (7-9)	0%	10%	19%
Mittel bis stark (4-6)	3%	13%	37%
Gering (2-3)	21%	35%	15%
Kein (1)	76%	42%	29%

Tabelle 4: Intervarietale Korrelation und Regression (einfach, linear) bei Wintergerste in Abhängigkeit vom Zulassungsjahr (Ergebnisse 1960 bis 1999)

Merkmale	Min. / Max.	zweizeilig n = 30-34		mehrzeilig n = 36-41	
		r	b	r	b
Kornertrag, dt/ha	54,3 - 76,2	0,86**	0,460	0,98**	0,488
Vollgerstenertrag, dt/ha	36,0 - 67,1	0,69**	0,564	0,87**	0,707
Marktwarenertrag, dt/ha	51,1 - 74,3	0,76**	0,493	0,94**	0,587
Proteingehalt, % TS	11,3 - 13,5	-0,43**	-0,029	-0,49**	-0,017
Proteinertrag, dt/ha	5,88 - 8,04	0,70**	0,046	0,93**	0,048
Ährenschieben, MMTT	0514 - 0522	0,08	0,011	-0,37**	-0,039
Gelbreife, MMTT	0630 - 0705	0,43**	0,036	-0,13	-0,007
Wuchshöhe, cm	83,0 - 112,0	-0,70**	-0,409	-0,61**	-0,234
Lagerung, 1-9	1,2 - 6,5	-0,88**	-0,103	-0,91**	-0,101
Halmknicken, 1-9	1,3 - 8,1	-0,61**	-0,070	-0,73**	-0,095
Ährenknicken, 1-9	1,3 - 6,7	-0,44**	-0,060	-0,51**	-0,059
Mehltau, 1-9	1,2 - 5,6	-0,44**	-0,036	-0,51**	-0,030
Zwergrost, 1-9	1,3 - 6,5	-0,46**	-0,055	-0,66**	-0,064
Netzflecken, 1-9	2,6 - 6,5	-0,39*	-0,030	0,09	0,000
Rhynchosporium, 1-9	1,8 - 5,0	0,05	0,004	-0,09	-0,004

Standfestigkeit bei fast allen Getreidearten hat wesentlichen Anteil an den Ertragssteigerungen der vergangenen Jahrzehnte. Die Reduktion des Wachstumsreglereinsatzes in der Praxis ist jedoch nur teilweise mit der Verwendung standfesterer Sorten begründbar. In den Jahren 1998 bis 1999 wurden um fast 90% weniger wachstumsregulierende Wirkstoffe abgesetzt als 1992 bis 1993 (BUNDESMINISTERIUM 1999). Als Hauptursache für diese Entwicklung kann die Konzeption des „Österreichischen Programms für eine umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL)“, welche den Wachstumsreglervorzicht finanziell honoriert, angesehen werden.

5.2. Halmknicken, Ährenknicken (Strohstabilität)

Normalerweise tritt Halm- und Ährenknicken erst in der Gelbreife bei Kornfeuchten unter 20%, vorzugsweise jedoch in der Voll- und Totreife der Bestände auf. Der abgestorbene Halm wird spröde und büßt seine Elastizität teilweise ein, als Folge des Windes und damit ständig wechselnder Zug- und Drucks-

Tabelle 5: Intervarietale Korrelation und Regression (einfach, linear) bei Winterweizen (pannonisches Trockengebiet) in Abhängigkeit vom Zulassungsjahr (Ergebnisse 1960 bis 1999)

Merkmale	Min. / Max.	Qualitätsweizen n = (28)35-38		Mahlweizen n = 25-28		Futterweizen n = 9-11	
		r	b	r	b	r	b
Kornertrag, dt/ha	43,4 - 79,5	0,93**	0,468	0,92**	0,589	0,68*	0,553
Proteingehalt, % TS	12,2 - 15,2	-0,71**	-0,038	-0,40*	-0,020	-0,70**	-0,054
Proteinertrag, dt/ha	6,37 - 8,97	0,93**	0,047	0,84**	0,057	0,37	0,030
Ährenschieben, MMTT	0525 - 0605	-0,07	-0,009	-0,31	-0,055	-0,32	-0,071
Gelbreife, MMTT	0713 - 0721	0,20	0,015	-0,22	-0,027	-0,34	-0,066
Wuchshöhe, cm	71,2 - 123,0	-0,75**	-0,470	-0,39*	-0,213	-0,77**	-0,125
Lagerung, 1-9	1,3 - 7,5	-0,79**	-0,086	-0,56**	-0,045	-0,69**	-0,106
Mehltau, 1-9	1,6 - 6,0	-0,82**	-0,048	-0,67**	-0,074	-0,70**	-0,142
Braunrost, 1-9	1,2 - 7,8	-0,71**	-0,073	-0,54**	-0,098	-0,67*	-0,188
Sept. nodorum (Blatt), 1-9	3,2 - 5,8	-0,29	-0,014	-0,77**	-0,039	-0,69*	-0,028

Tabelle 6: Intervarietale Korrelation und Regression (einfach, linear) bei Winterweizen (Feucht- und Übergangslagen) in Abhängigkeit vom Zulassungsjahr (Ergebnisse 1960 bis 1999)

Merkmale	Min / Max	Qualitätsweizen n = 27-32		Mahlweizen n = 49-53		Futterweizen n = 28	
		r	b	r	b	r	b
Kornertrag, dt/ha	47,8 - 81,4	0,93**	0,558	0,93**	0,555	0,77**	0,628
Proteingehalt, % TS	11,8 - 15,2	-0,74**	-0,035	-0,71**	-0,029	-0,36*	-0,021
Proteinertrag, dt/ha	5,90 - 8,73	0,92**	0,051	0,95**	0,054	0,80**	0,058
Ährenschieben, MMTT	0530 - 0613	0,20	0,028	-0,13	-0,020	0,31	0,103
Gelbreife, MMTT	0721 - 0803	0,42**	0,044	0,00	-0,001	0,41*	0,117
Wuchshöhe, cm	72,0 - 123,1	-0,80**	-0,537	-0,74**	-0,474	-0,06	-0,055
Lagerung, 1-9	1,3 - 7,4	-0,76**	-0,075	-0,84**	-0,090	-0,56**	-0,064
Mehltau, 1-9	1,7 - 7,2	-0,79**	-0,052	-0,72**	-0,059	-0,78**	-0,109
Braunrost, 1-9	1,4 - 7,9	-0,76**	-0,084	-0,79**	-0,088	-0,76**	-0,134
Sept. nodorum (Blatt), 1-9	3,3 - 6,7	-0,26	-0,012	-0,45**	-0,016	-0,51**	-0,039

Tabelle 7: Intervarietale Korrelation und Regression (einfach, linear) bei Winterweizen (Gesamtgebiet) in Abhängigkeit vom Zulassungsjahr (Ergebnisse 1960 bis 1999)

Merkmale	Min. / Max.	Qualitätsweizen n = 13-35		Mahlweizen n = 23-54		Futterweizen n = 12-27	
		r	b	r	b	r	b
Septoria tritici, 1-9	4,6 - 7,1	-0,54*	-0,063	-0,31	-0,030	-0,01	-0,002
Gelbrost, 1-9	1,2 - 7,8	-0,53**	-0,038	-0,48**	-0,038	0,20	0,031
Schwarzrost, 1-9	1,1 - 6,5	-0,05	-0,003	-0,16	-0,013	-0,24	-0,028
Spelzenbräune, 1-9	2,3 - 5,7	-0,24	-0,017	-0,43**	-0,018	-0,41*	-0,025
Ährenfusarium, 1-9	2,1 - 4,6	-0,14	-0,012	0,06	0,003	0,32	0,025

Tabelle 8: Intervarietale Korrelation und Regression (einfach, linear) bei Sommergerste in Abhängigkeit vom Zulassungsjahr (Ergebnisse 1971 bis 1999)

Merkmale	Min. / Max.	Braugerste n = 32-33		Futtergerste n = 57-61	
		r	b	r	b
Kornertrag, dt/ha, pannonisches Trockengebiet	49,4 - 73,7	0,96**	0,604	0,85**	0,645
Proteingehalt, % TS, pannonisches Trockengebiet	11,6 - 14,1	-0,34*	-0,009	-0,20	-0,013
Proteinertrag, dt/ha, pannonisches Trockengebiet	5,27 - 7,83	0,95**	0,056	0,87**	0,065
Kornertrag, dt/ha, Feucht- und Übergangslagen	46,0 - 64,2	0,85**	0,311	0,83**	0,408
Proteingehalt, % TS, Feucht- und Übergangslagen	11,3 - 13,2	-0,44**	-0,013	-0,34**	-0,016
Proteinertrag, dt/ha, Feucht- und Übergangslagen	4,59 - 6,89	0,78**	0,028	0,80**	0,033
Ährenschieben, MMTT	0607 - 0614	0,48**	0,063	-0,05	-0,008
Gelbreife, MMTT	0719 - 0723	0,32*	0,025	0,03	0,002
Wuchshöhe, cm	65,7 - 88,4	-0,72**	-0,313	-0,43**	-0,206
Lagerung, 1-9	1,2 - 6,4	-0,73**	-0,092	-0,61**	-0,074
Halmknicken, 1-9	1,1 - 6,5	-0,71**	-0,084	-0,75**	-0,095
Ährenknicken, 1-9	1,6 - 5,3	-0,24	-0,017	-0,05	-0,005
Mehltau, 1-9	1,1 - 6,5	-0,80**	-0,137	-0,73**	-0,132
Zwergrost, 1-9	1,5 - 6,6	-0,59**	-0,064	-0,64**	-0,078
Netzflecken, 1-9	2,7 - 5,8	-0,36*	-0,019	-0,19	-0,013
Rhynchosporium, 1-9	1,9 - 4,9	-0,28	-0,016	-0,08	-0,006

pannungen kommt es zum Ährenknicken. Durch oftmalige Pendelbewegungen der Ähre bricht der Halm an dieser Stelle. Ährenknicken ist im Vergleich zum Halmknicken als stärker negativ zu beurteilen, Verluste bis über 10% sind möglich. Wegen ihres spezifischen Halmaufbaues tendiert die Gerste unter allen Getreidearten am stärksten zum Halm- und Ährenknicken. Neben dem Ährgewicht ist das Längenverhältnis der Stängelabschnitte zueinander relevant. Verglichen mit der Lagerneigung ist die intervarietale Beziehung zwischen Halmlänge und Strohstabilität schwächer ausgeprägt (Sommergerste) oder nicht nachweisbar (Wintergerste). Wesentliche Bedeutung dürfte der Halmfüllung, dem Halmdurchmesser, der Wandstärke, der Anordnung der Festigungsgewebe sowie der Einlagerung von Zellulose, Lignin und Silikaten Bedeutung zukommen. Teilweise sind auch zwischensortliche Zusammenhänge zur Reife und Krankheitsresistenz (Zwergrost: $r = 0,43^{**}$ bis $r = 0,61^{**}$) nachweisbar. Züchterisch wird die Strohstabilität weniger intensiv verfolgt. Die Wertprüfungsergebnisse

zeigen aber durchaus Zuchterfolge beim Halmknicken der Wintergerste ($r = -0,61^{**}$ bzw. $-0,73^{**}$), Ährenknicken der Wintergerste ($r = -0,44^{**}$ bzw. $-0,51^{**}$) sowie beim Halmknicken der Sommergerste ($r = -0,71^{**}$ bzw. $-0,75^{**}$) auf. Im Ährenknicken der Sommergerste ist kein signifikanter Trend ersichtlich, jedoch existieren einzelne Sorten mit guter Widerstandskraft (OBERFORSTER 1999).

5.3. Blatt- und Ährenkrankheiten

In allen Gersten- und Weizenzuchtprogrammen nimmt die Verbesserung des Krankheits-Resistenzniveaus eine zentrale Stellung ein. Insbesondere gegenüber einigen Blattkrankheiten wurden bemerkenswerte Erfolge erzielt (vgl. FISCHBECK 1999). Eine effiziente Nutzung der Ergebnisse der Resistenzzüchtung ermöglicht die Senkung der Produktionskosten. Überdies leistet die Einsparung an fungiziden Wirkstoffen einen wirkungsvollen Beitrag zur Verminderung von Umweltbelastungen. Derzeit sind 17 der 32 gelisteten Sommergersten mehlauresistent, einige Winter- und Sommergersten zeigen überdies

eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Zwergrost. Auch beim Mehltau und Braunrost des Weizens zeigt die Trendkurve eine stark sinkende Tendenz. Bei Blattseptoria (*Septoria nodorum*), *Septoria tritici* und Spelzenbräune sind teils signifikante Verbesserungen nachweisbar. Hingegen ist aus den Ährenfusariumbonituren kein nennenswerter Erfolg ersichtlich.

Der Weizenschwarzrost war letztmalig im Jahre 1972 bedeutend. Vor allem beim Winterweizen- und Sommergerstenmehltau können ähnlich eingestufte Sorten in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium einen differenten Befallsverlauf aufweisen, dieser wiederholt sich alljährlich in vergleichbarer Weise. Beispielsweise erreicht die Sommergerste Viva 1 frühzeitig ihr Mehltau-Infektionsmaximum. Der Winterweizen Victo ist in der frühen Schoßphase gegenüber Mehltau wesentlich widerstandsfähiger als zum Ährenschieben.

Nach ORDÓNEZ (1981) können selbst Sorten mit gleichem Resistenzgen nicht ohne weiteres durch einen gleichen Befallsverlauf charakterisiert werden.

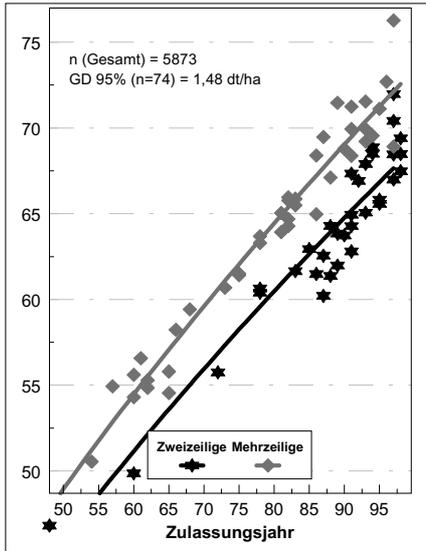


Abbildung 2a: Wintergerste 1960-1999
Kornertrag, dt/ha

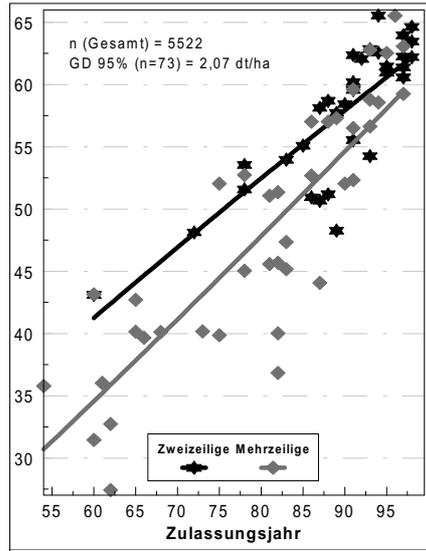


Abbildung 2b: Wintergerste 1960-1999
Vollgerstenertrag, dt/ha

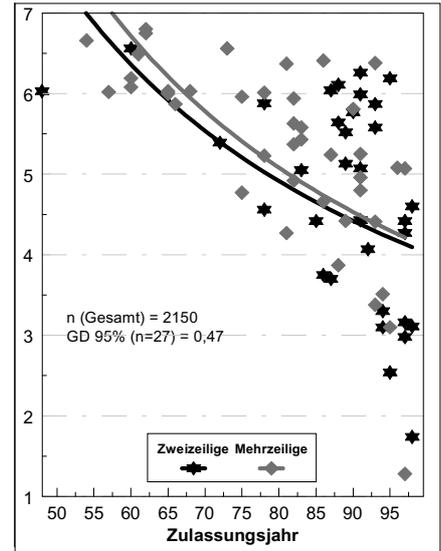


Abbildung 2c: Wintergerste 1960-1999
Zwergrost, Bonitur 1-9

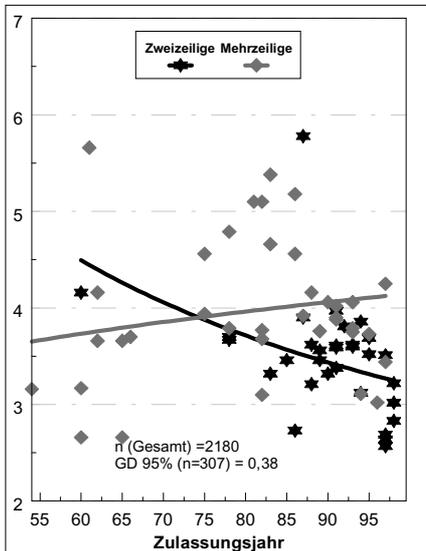


Abbildung 2d: Wintergerste 1960-1999
Netzflecken, Bonitur 1-9

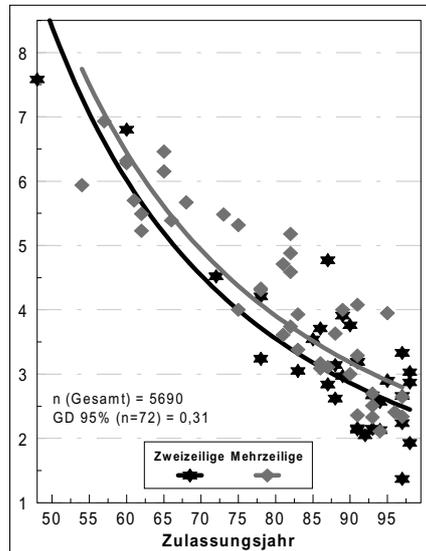


Abbildung 2e: Wintergerste 1960-1999
Lagerung, Bonitur 1-9

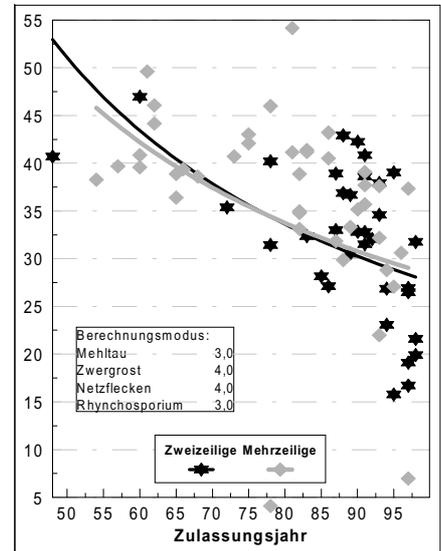


Abbildung 2f: Wintergerste 1960-1999
Krankheitsanfälligkeitsindex

5.4. Indexwert der Krankheitsanfälligkeit

Die additive und multiplikative Verknüpfung der aus den Boniturdaten errechneten adjustierten Mittelwerte mündet in einen dimensionslosen Indexwert (Komplexwert) für die Krankheitsanfälligkeit. Die Wichtungsfaktoren der einzelnen Krankheiten sind Schätzwerte, sie orientieren sich an der wirtschaftlichen Bedeutung in den neunziger Jahren. Die Ergebnisse dieser vereinfachten Berechnung ermöglichen einen groben Überblick über das Resistenzniveau des Sortiments. Die vollständige rechnerische Kompensierbarkeit stark negativer Ausprägungen durch Resistenzen bei ande-

- **Anfälligkeitsindex für Wintergerste** = [Mehltau: $(X_{adj} - D) * 3,0$] + [Zwergrost: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Netzflecken: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Rhynchosporium-Blattflecken: $(X_{adj} - D) * 3,0$] + 30.
- **Anfälligkeitsindex für Winterweizen im Pannonischen Trockengebiet** = [Mehltau: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Braunrost: $(X_{adj} - D) * 3,0$] + [Gelbrost: $(X_{adj} - D) * 3,0$] + [Schwarzrost: $(X_{adj} - D) * 1,5$] + [Septoria nodorum-Blattflecken: $(X_{adj} - D) * 2,0$] + [Spelzenbräune: $(X_{adj} - D) * 2,5$] + [Ährenfusarium: $(X_{adj} - D) * 3,0$] + 25.
- **Anfälligkeitsindex für Winterweizen in Feucht- und Übergangslagen** = [Mehltau: $(X_{adj} - D) * 3,0$] + [Braunrost: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Gelbrost: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Schwarzrost: $(X_{adj} - D) * 1,5$] + [Septoria nodorum-Blattflecken: $(X_{adj} - D) * 2,0$] + [Septoria tritici-Blattflecken: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Spelzenbräune: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Ährenfusarium: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + 35.
- **Anfälligkeitsindex für Sommergerste** = [Mehltau: $(X_{adj} - D) * 4,0$] + [Zwergrost: $(X_{adj} - D) * 3,5$] + [Netzflecken: $(X_{adj} - D) * 3,5$] + [Rhynchosporium-Blattflecken: $(X_{adj} - D) * 2,0$] + 25.

Erläuterung:

X_{adj} = Adjustierter Sortenmittelwert; D = Mittelwert des Sortiments; 1,5 ... 4,0 = Wichtungsfaktor. Die Konstanten 25, 30 bzw. 35 dienen der Verschiebung in den positiven Bereich. Hoher Indexwert = starke Krankheitsanfälligkeit, niedriger Indexwert = geringe Anfälligkeit. Für Sorten, welche lediglich in den sechziger oder siebziger Jahren geprüft wurden, liegen für die Krankheiten Gelbrost, Septoria tritici-Blattdürre und Ährenfusarium mitunter keine Daten vor. Für die Indexwertberechnung wurde ein dem Sortimentsmittel entsprechender Neutralwert eingesetzt.

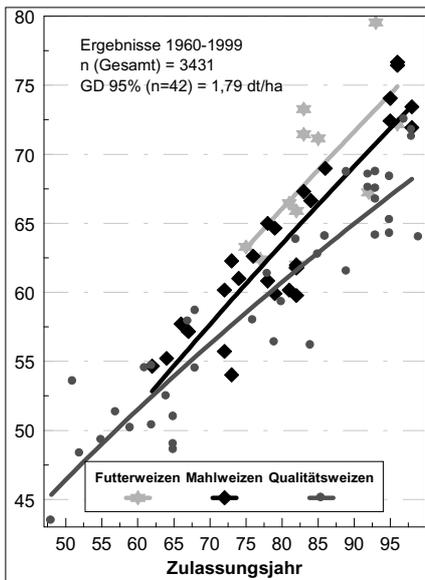


Abbildung 3a: Winterweizen - Pannon. Trockengebiet, Kornertrag, dt/ha

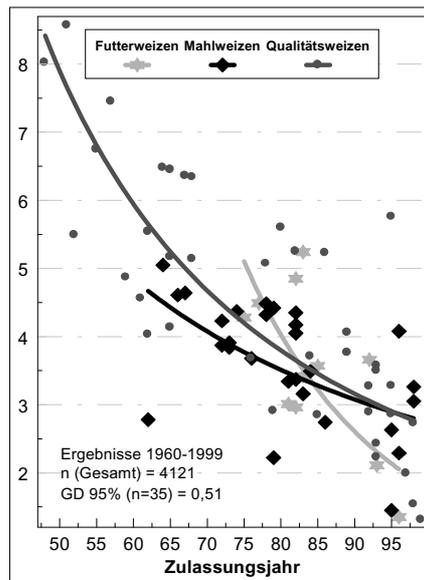


Abbildung 3b: Winterweizen- Pannon. Trockengebiet, Lagerung, Bonitur 1-9

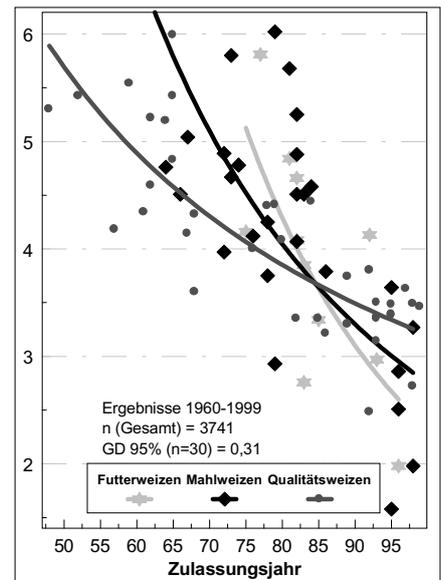


Abbildung 3c: Winterweizen - Pannon. Trockengebiet, Mehltau, Bonitur 1-9

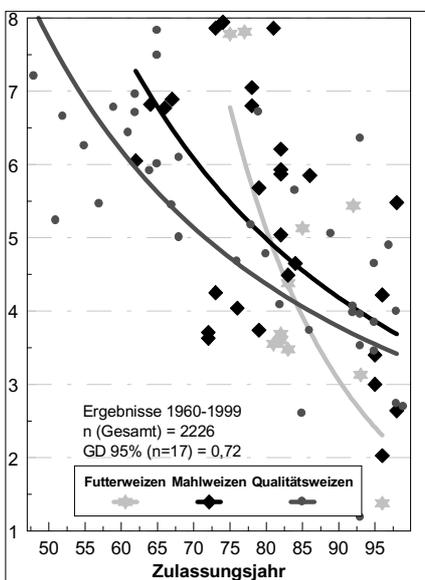


Abbildung 3d: Winterweizen - Pannon. Trockengebiet, Braunrost, Bonitur 1-9

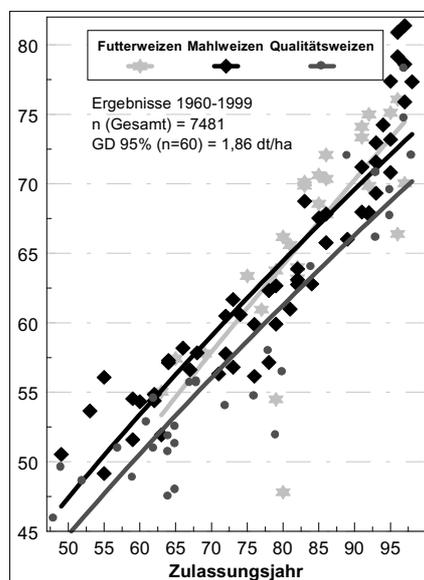


Abbildung 4a: Winterweizen - Feucht- u. Übergangslagen, Kornertrag, dt/ha

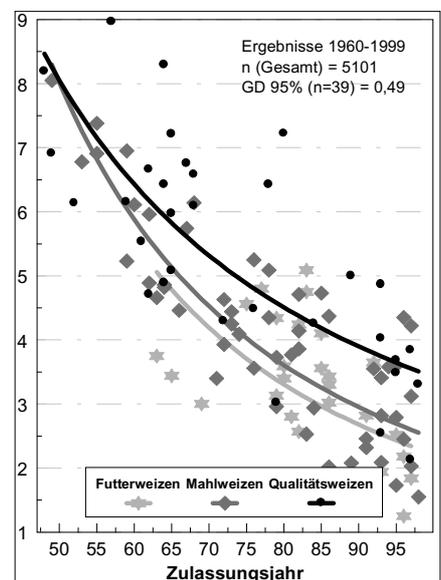


Abbildung 4b: Winterweizen - Feucht- u. Übergangslagen, Lagerung, Bonit. 1-9

ren Krankheiten ist von Nachteil. Bei Weizen blieb *Drechslera tritici repentis*-Blattdürre (DTR/HTR) wegen zu geringer Ergebniszahl unberücksichtigt. Neuere Gersten- und Weizensorten zeigen ein geringeres Anfälligkeitsniveau für Krankheiten als die in den siebziger und achtziger Jahren gebräuchlichen Züchtungen. Infolge gestiegener N-Aufwandmengen, höherer Bestandesdichten und veränderter Wirtschaftsweisen hat sich das Krankheitsauftreten in der Praxis allerdings nicht im selben Ausmaß vermindert (BECKER 1993). Bei Weizen verursachen Gelbrost, *Septoria tritici*-Blattdürre, *Drechslera*-Blattdürre

und Ährenfusarium vielfach größere Probleme als das früher der Fall war. Dies erklärt - neben der verbesserten Effizienz fungizider Wirkstoffe - weshalb der Einsatz von Fungiziden nicht im selben Ausmaß abgenommen hat, als dies der Anfälligkeitsindex glauben machen könnte. Gegenüber Krankheiten resistenterer Sorten werden von diesen weniger geschädigt und Fungizidapplikationen zeigen geringere Ertragseffekte (ZIMMERMANN 1990, HOPPE et al. 1989). Sehr niedrige Indexzahlen zeigen die Wintergerste Carola, die Weizensorten Capo, Renan und Pegassos sowie die Sommergersten Baccara, Ohara, Prosa,

Secura und Selecta. In unseren faktoriellen Versuchen war der Anfälligkeitsindex mit dem durch Fungizidapplikation erzielten Ertragseffekt intervarietal nur undeutlich assoziiert. Als Ursache wird das Fehlen von Sorten mit hohem Resistenzniveau in diesen Prüfungen, sowie eine mitunter einseitige Belastung durch jene Krankheiten, bei denen es kaum Fortschritte gab, vermutet.

5.5. Dauerhaftigkeit der Resistenzprägung

Insbesondere beim Sommergerstenmehltau erwiesen sich die Resistenzen nicht selten als kurzlebig. Die Boniturdaten

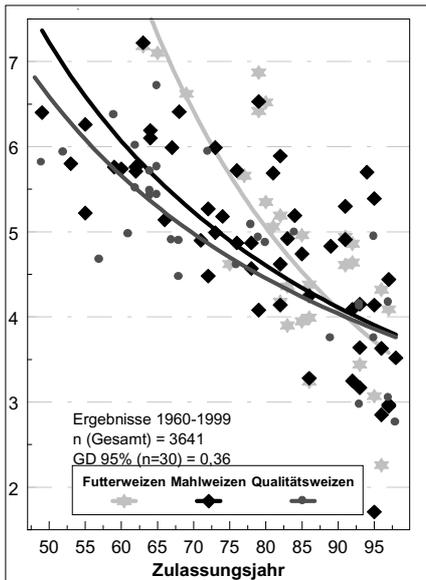


Abbildung 4c: Winterweizen Feucht- u. Übergangslagen, Mehltau, Bonitur 1-9

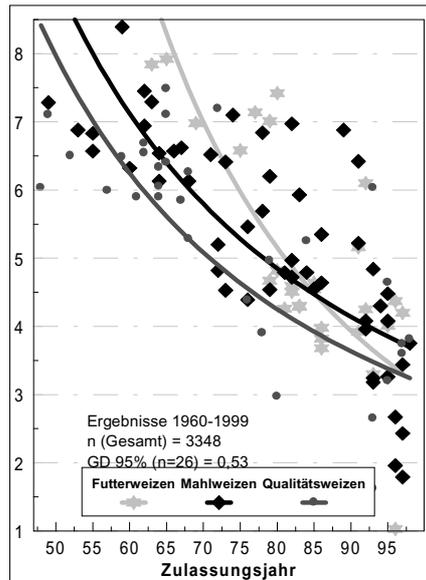


Abbildung 4d: Winterweizen Feucht- u. Übergangslagen, Lagerung, Bonit. 1-9

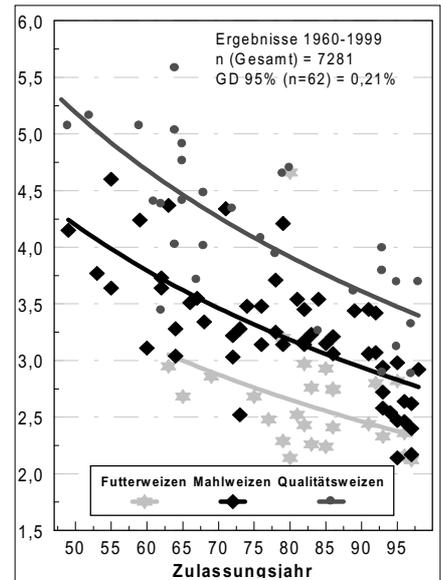


Abbildung 4e: Winterweizen - Feucht- u. Übergangslagen, Proteingehalt, %TS

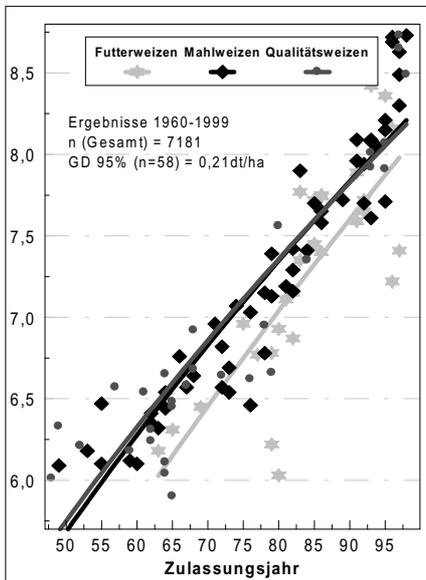


Abbildung 4f: Winterweizen - Feucht- u. Übergangslagen, Proteinерtrag, dt/ha

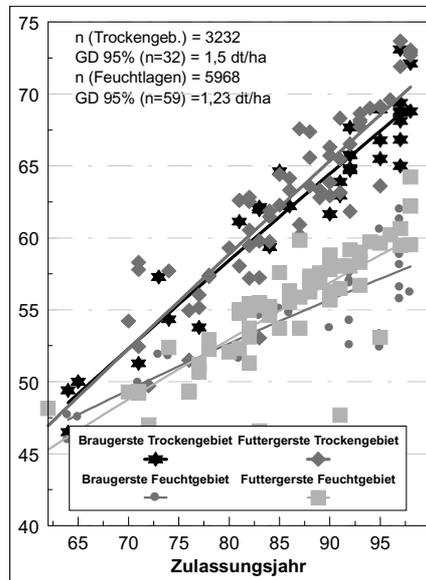


Abbildung 5a: Sommergerste 1971-1999, Kornерtrag, dt/ha

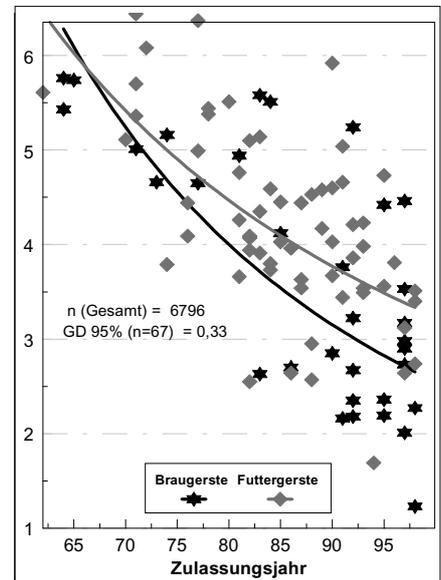


Abbildung 5b: Sommergerste 1971-1999, Lagerung, Bonitur 1-9

der Wertprüfungsversuche 1960 bis 1999 zeigen teils drastische Änderungen im Befallsverhalten. Bei quantitativen Resistenzen kann der Resistenzverlust nur anhand der Vergleiche mit anderen Sorten geschätzt werden. Verursacht wird der Resistenzverlust durch Anreicherung einer bereits vorhandenen Virulenz oder erblich bedingte Änderungen (Mutation, Rekombination) des jeweiligen Pathogens. Mehrjährige Untersuchungen zeigen die erhebliche Virulenzdynamik in der Erregerpopulation (LIMPERT und SCHWARZBACH 1981), weiters regionale Einflüsse auf das Pathotypenspektrum (SCHALLY et al. 1995). Als Ursa-

che für die Variabilität der Pathogenpopulation sind wechselnde Sortenanteile, der Eintrag von Sporen aus entfernteren Regionen sowie Rekombination und mutative Veränderungen des Erregers zu nennen. Die Dauer der Wirksamkeit einer Mehltaresistenz kann nicht pauschal beantwortet werden (BEESE und HAASE, 1997). Mit der Sortenkonzentration im Zusammenhang steht die zunehmende genetische Verwundbarkeit der Bestände, insbesondere monogen vererbte Resistenzen können rasch an Wirksamkeit einbüßen. In den sechziger Jahren wurden die Weihenstephaner Resistenz (Gen Mlg; Sorte Union,

Probstdorfer Eura II) und die Spontaneum-Resistenz (Gen Mla6; Sorte Carina, Gerda) überwunden, 1975-76 wurde die Lyallpur-Resistenz (Gen Mla7; Sorte Adora, Probstdorfer Idola, Diana) und 1977-78 die Arabische Resistenz (Gen Mla12; Sorte Aramir, Christa, Europa, Irania, Klara, Martha, Probstdorfer Uta) unwirksam. Ab den Jahren 1980-81 waren alle Sommergersten mit Monte Cristo-Resistenz (Gen Mla9; variety Welam) mit Mehltau infiziert. Völlig zusammengebrochen ist die Resistenz von Signal (1992-93), auch die teils auf unbekanntem Faktoren beruhende Resistenz von Steffi, Ditta und Bessi ist seit 1994-

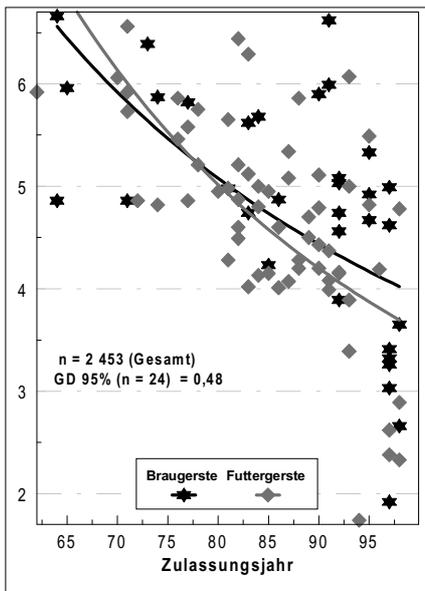


Abbildung 5c: Sommergerste 1971-1999, Zwergrost, Bonitur 1-9

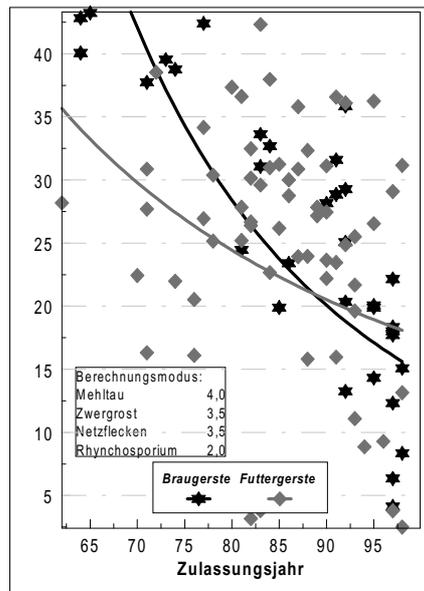


Abbildung 5d: Sommergerste 1971-1999, Krankheitsanfälligkeitsindex

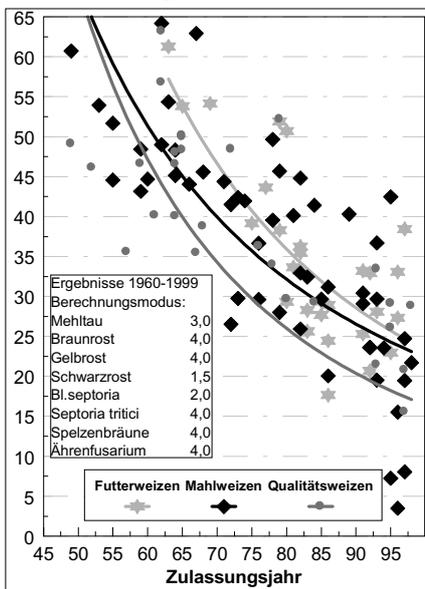


Abbildung 6a: Winterweizen - Feucht- u. Übergangslagen, Krankheitsanfälligkeitsindex

96 nur mehr eingeschränkt wirksam. In den Jahren 1995-98 haben die Braugersten Maresi und Viva 1 ihre Widerstandskraft eingebüßt, ebenso wird *Penelope* (Resistenz von HT 253) nun stärker von Mehltau infiziert. Der Mlo-Faktor ist seit dem Ende der siebziger Jahre unverändert wirksam (ATZEMA 1998), er ist implementiert in Barke, Magda, Otis, Panorama und Video. Weiters werden derzeit Baccara (Si-1-Resistenz), Britta (Resistenz von HOR 3101) und Meltan (unbekannter Faktor) nicht befallen. Änderungen im Befallsverhalten wurden

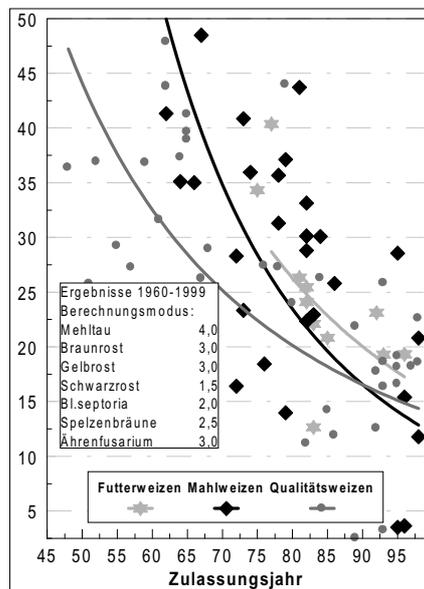


Abbildung 6b: Winterweizen - Pannon. Trockengebiet, Krankheitsanfälligkeitsindex

überdies bei Mehltau und Netzflecken der Wintergerste, bei Mehltau, Braunrost, Gelbrost und Blattseptoria von Winterweizen sowie bei Zwergrost und Netzflecken der Sommergerste nachgewiesen. In manchen Fällen kommt es trotz großer Marktbedeutung und langjährigem Anbau einer Sorte zu keiner nennenswerten Resistenzminderung (OBERFORSTER und GÖTTFRIED 1997).

5.6. Korntrag, Ertragsstruktur:

Der Ertrag ist als komplexes Merkmal Resultat sämtlicher Wachstumsprozesse

einer Pflanze. Im Untersuchungszeitraum hat der genotypische Ertrag stetig zugenommen. Für Wintergerste wurden 0,46 dt/ha (Zweizeilige Sorten) bzw. 0,49 dt/ha (Mehrzeilige Sorten) errechnet. Für Qualitätsweizen zeigt die Regressionsrechnung einen jährlichen Ertragsanstieg von 0,46 bzw. 0,56 dt/ha, bei Mahl- und Futterweizen von 0,55 bis 0,63 dt/ha. Der genotypische Ertragsanstieg der Sommergerste ist im Trockengebiet wesentlich höher (0,60 bzw. 0,64 dt/ha) als in den Feuchtlagen (0,31 bzw. 0,41 dt/ha), als Ursachenkomplex können neben den für diese Kulturart ungünstigeren Bodenbedingungen in den klimafeuchten Regionen auch Negativwirkungen durch zusätzliche Krankheiten (Sprenkelkrankheit) vermutet werden. Hohes Ertragspotential wird auch künftig ein prioritäres Zuchtziel bleiben (SPANAKAKIS 1999a), am Ertragszuwachs hat die Züchtung einen zunehmend höheren Anteil.

Bei Wintergerste und Mahlweizensorten der Feucht- und Übergangslagen beruht der Ertragsfortschritt in erster Linie auf der Steigerung der Kornzahl/Ähre und des Einzelkorngewichtes, bei den Qualitätsweizen des Pannonikums war es überwiegend die Kornzahl/Ähre. Erreicht wurde dies durch eine Verlagerung der Trockensubstanz vom Stroh ins Korn als Folge der Wuchshöhenreduktion.

5.7. Ertragsstabilität

Weizen- und Gersteneuzüchtungen sind tendenziell standfester, widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten und ertragsstärker als die früher registrierten Sorten. Dennoch ist hinsichtlich der Ertragsstabilität - der relativen Sortenleistung unter verschiedenen Umwelten (dynamisches Stabilitätskonzept) - keine eindeutige Tendenz zu stabileren Erträgen erkennbar.

Es existieren offensichtlich wesentliche Einflüsse auf die Ertragsicherheit, die außerhalb von Lager- und Krankheitsbelastung zu suchen sind. Vergleichsweise ertragsstabile Weizensorten im pannonischen Klimagebiet sind Brutus und Capo; Renan und Tambor sind ertragslabiler. Eine ausgeprägte Beziehung zwischen Ertragshöhe und -stabilität war nicht nachweisbar.

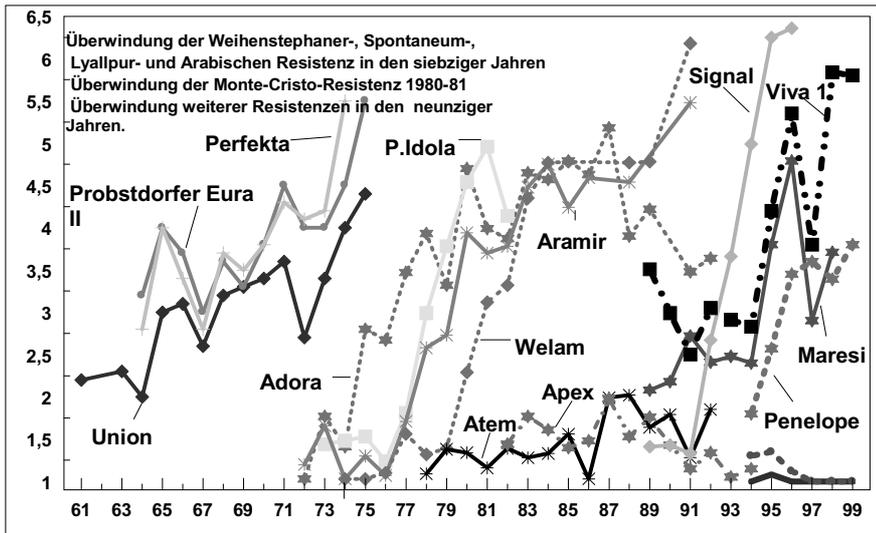


Abbildung 7: Sommergerste, Mehlaubefall 1960-1999, Mehltau, Bonitur 1-9

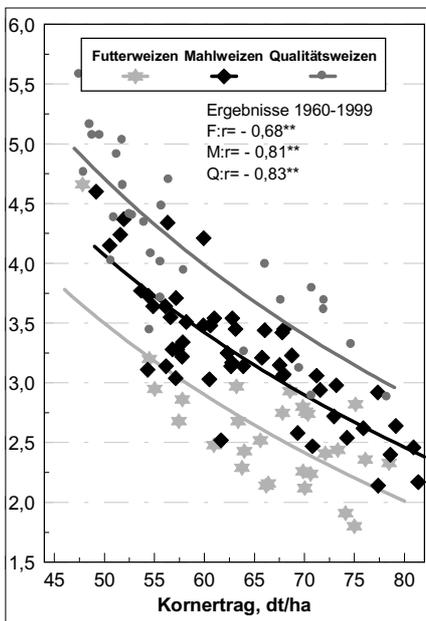


Abbildung 8a: Winterweizen - Feucht- u. Übergangslagen, Proteingehalt, % TS

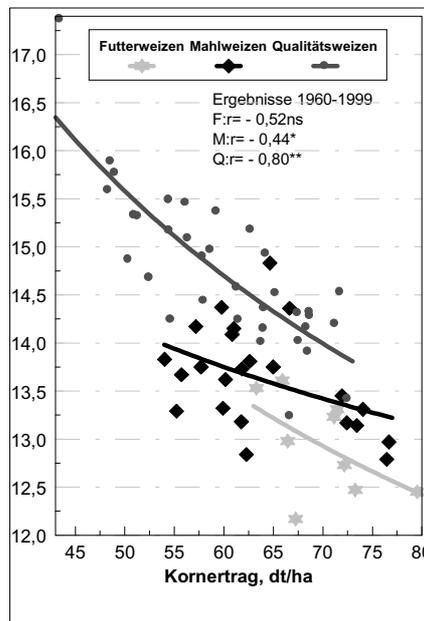


Abbildung 8b: Winterweizen - Pannon. Trockengebiet, Proteingehalt, % TS

Tabelle 9: Intervarietale Korrelation (r) zwischen Krankheitsanfälligkeitsindex und Proteinertrag (Ergebnisse 1960 bis 1999 bzw. 1971 bis 1999)

Winterweizen, pannonisches Trockengebiet	Qualitätsweizen	-0,83**	n = 36
	Mahlweizen	-0,59**	n = 27
	Futterweizen	-0,68**	n = 10
Winterweizen, Feucht- und Übergangslagen	Qualitätsweizen	-0,85**	n = 31
	Mahlweizen	-0,80**	n = 53
	Futterweizen	-0,69**	n = 28
Wintergerste	Zweizeilig	-0,57**	n = 30
	Mehrzeilig	-0,56**	n = 36
Sommergerste, pannonisches Trockengebiet	Braugerste	-0,87**	n = 32
	Futtergerste	-0,67**	n = 32
Sommergerste, Feucht- und Übergangslagen	Braugerste	-0,77**	n = 57
	Futtergerste	-0,61**	n = 61

5.8. Proteinertrag, Stickstoffeffizienz

Trotz der negativen zwischensortlichen Korrelation zwischen Kornertrag und Proteingehalt von $r = -0,45^{**}$ bzw. $-0,60^{**}$ bei Wintergerste, $r = -0,44^*$ bis $-0,83^{**}$ bei Winterweizen und $-0,45^{**}$ bis $-0,60^{**}$ bei Sommergerste ist der genotypische Proteinertrag (bzw. Kornstickstofftrag) als Parameter der N-Effizienz deutlich angestiegen. Ein wesentlicher Beitrag zur verbesserten N-Effizienz ist nach SPANAKAKIS (1999b) im höheren Resistenzniveau und der damit verlängerten Assimilationsfähigkeit zu suchen. Auch in den hier untersuchten Sortimenten finden sich deutlich signifikante Korrelationen zwischen den Indexwerten der Krankheitsanfälligkeit und dem Proteinertrag ($r = -0,56^{**}$ bis $-0,85^{**}$).

6. Schlussbetrachtung, Perspektiven

Anhand von Ergebnissen aus 40 Wertprüfungsjahren wurden Sortentrends und züchterische Effekte aufgezeigt. Präzise Voraussagen über künftige Züchterfolge können nicht gegeben werden. Es ist aber nicht zu erwarten, dass langjährig anhaltende Trends sich kurzfristig ändern. Eine mittlere bis gute Standfestigkeit, eine überdurchschnittliche Krankheitsresistenz und ein entsprechendes Ertragspotential werden - neben vermarktungskonformen Qualitätseigenschaften - weiterhin vorrangige Bedeutung haben. Am weitgehenden Verzicht auf Wachstumsregulatoren dürfte sich hierzulande mittelfristig nichts ändern. Widerstandsfähigkeit gegen Gelbrost, *Septoria tritici*- und *Drechslera*-Blattdürre sowie Ährenfusarium sollten gewichtiger in Selektions- und Zulassungsentscheidungen einfließen. Die verstärkte Einbindung molekularbiologischer Methoden (Markertechnik) könnte der Resistenzzüchtung gegen einzelne Krankheiten zusätzliche Impulse verleihen. Bei der Sprenkelkrankheit der Gerste (*Ramularia collo-cygni*) ist noch weiterer Forschungsbedarf nötig. Am Beispiel des Sommergerstenmehltaus wurden Änderungen im Befallsverhalten aufgezeigt, mit „Resistenzzusammenbrüchen“ wird man auch in Zukunft konfrontiert sein. Da ein ziel-

Tabelle 10: Züchterische Entwicklung bei Winterweizen (Ergebnisse 1960-1999)

Merkmal	Winterweizen Pannonisches Trockengebiet			Winterweizen Feucht- u. Übergangslagen			
	Qualitätsweizen	Mahlweizen	Futterweizen	Qualitätsweizen	Mahlweizen	Futterweizen	
Ertragsmerkmale	Kornertag	+++	++++	+++	+++	+++	++++
	Proteingehalt	++	+++	+	++	++	+++
	Proteinertrag	--	-	---	--	--	-
Agronomische Eigenschaften	Ährenschieben	0	+/0	+/0	0/-	0	-
	Gelbreife	0	0	+/0	-	0	--
	Wuchshöhe	+++	++	+++	+++	+++	0
	Lagerung	+++	++	++++	+++	+++	++
Krankheiten	Mehltau	++	+++	++++	++	++	+++
	Braunrost	+++	+++	++++	+++	+++	+++
	Gelbrost	+	+	0	+	+	0
	Schwarzrost	0	+/0	+	0	+/0	+
	Sept. nodorum (Blatt)	+/0	+	+	+/0	+/0	+
	Septoria tritici				(++)	(+)	(0)
	Spelzenbräune	+	+	+	+	+	+
	Ährenfusarium	0	0	-	0	0	-

Erläuterung:

++++ = sehr günstige züchterische Entwicklung (Ertragsfortschritt, zunehmender Eiweißgehalt, frühes Ährenschieben frühe Reife, kürzerer Halm, verminderte Lagerneigung, verbesserte Krankheitsresistenz)

--- = ungünstige züchterische Entwicklung (abnehmender Eiweißgehalt, spätes Ährenschieben späte Reife, längerer Halm, erhöhte Lagerneigung, verminderte Krankheitsresistenz)

Tabelle 11: Züchterische Entwicklung bei Gerste (Ergebnisse 1960-1999)

Merkmal	Wintergerste		Sommergerste		
	Zweizeilige	Mehrzeilige	Braugerste	Futtergerste	
Ertragsmerkmale	Kornertag	+++	+++	+++	+++
	Marktwarenertrag	+++	++++	+++	+++
	Vollgerstenertrag	+++	++++	+++	+++
	Proteingehalt	-/—	-/—	0/-	-
	Proteinertrag	++	++	++	++
Agronomische Eigenschaften	Ährenschieben	0	+	—	0
	Gelbreife	-	0	-	0
	Wuchshöhe	+++	++	++	+
	Lagerung	+++	+++	+++	++
	Halmknicken	++	+++	++	+++
	Ährenknicken	++	++	+/0	0
Krankheiten	Mehltau	+	+	+++	+++
	Zwergrost	++	++	++	++
	Netzflecken	+	0	+/0	0
	Rhynchosporium	0	0	+/0	0
	Sprenkelkrankheit (Ramularia)	(0)	(0)	(0)	(0)
	Thyphula-Fäule	(0)	(0)		
	Schneeschnitz	(0)	(0)		

gerichtetes Gen-Management durch regionale Diversifizierung der vorhandenen Resistenzfaktoren oder Mischung von Sorten am Wunsch der meisten Vermarktungs- bzw. Verarbeitungsunternehmen nach möglichst einheitlichen Partien scheitert, bleibt lediglich, eine stärker anfällig gewordene Sorte durch eine neue zu ersetzen.

Literatur:

ATZEMA, 1998: Durability of mlo resistance in barley against powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Diss. ETH Zürich Nr. 12782.

BECKER, H., 1993: Pflanzenzüchtung. UTB für Wissenschaft 1774.

BEESE, G. und D. HAASE, 1997: Wie lange hält die Sortenresistenz? Nachrichtenbl., Deut. Pflanzenschutz. 49, 1, 1-4.

BUNDESAMT und Forschungszentrum für Landwirtschaft, 1999: Richtlinien für die Sortenwertprüfung (Entwurf).

BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, 1999: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1998.

FISCHBECK, G., 1999: Bedeutung der Resistenzzüchtung in der Integrierten Pflanzenproduktion. Vortr. Pflanzenzüchtung 46, 7-29.

HÄNSEL, H., 1982: Getreidezüchtung - Erwartungen für das Jahr 2000. Ökosoziales Forum, 64-84.

- HOPPE, H.H., G. KELLNER und BEATE DEUKER-ISERMEYER, 1989: Zur Wirtschaftlichkeit der Krankheitsbekämpfung in anfälligen und resistenten Winterweizensorten. *Gesunde Pflanzen* 41, 9, 314-320.
- HRON, R., 1971: Sortenwesen und Sortenprüfung im Getreidebau. *Der Förderungsdienst* 19, 1. Sonderheft, 23-29.
- LIMPERT, E. und E. SCHWARZBACH, 1981: Entwicklung der Häufigkeit wichtiger Virulenzfaktoren in der österreichischen Gerstenmehltau-population 1979-81. *Ber. Arbeitstag. Gumpenstein*, 109-121.
- MEINX, R., 1962: Die Durchführung von Getreidesortenprüfungen. *Jahrbuch 1961 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien*, 13. Sonderh. d. Z. „Die Bodenkultur“, Verl. G. Fromme, 79-90.
- OBERFORSTER, M. 1999: Achtung vor Ertragsseinbußen durch Ährenverluste bei Getreide! *Der Pflanzenarzt* 11-12, 6-10.
- OBERFORSTER, M. und M. GÖTTFRIED, 1997: Wie stabil sind Krankheitsresistenzen? *Der Pflanzenarzt* 1-2, 21-23.
- ORDÓÑEZ, M.T., 1981: Epidemiologische und cytologisch-histochemische Untersuchungen zum Verhalten von Sommergerste gegenüber Mehltau (*Erysiphe graminis* DC f. sp. *hordei* Marchal) unter besonderer Berücksichtigung der Altersresistenz. *Diss. Univ. Göttingen*.
- REINER, L., 1976: Getreide- und Hackfruchterträge 1980. *Vorschau auf der Basis von Erfahrungswerten. Mittl. DLG* 91, 670-674.
- SCHALLY, H., R. ZEDERBAUER und B. ZWATZ, 1995: Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau in Österreich unter Nutzung der Kollektionssysteme Sporenfalle und Pflanzendeposition. *Pflanzenschutzberichte*, 55, 1, 52-68.
- SCHIEFFER, M., M. KARPENSTEIN und R. STÜLPNAGEL, 1985: Anbauvergleich zwischen alten und neuen Winterweizensorten bei unterschiedlicher Anbauintensität. I. Erträge und Ertragsstruktur. *Kali-Briefe (Büntehof)* 17 (10), 749-756.
- SCHMALZ, H., 1989: *Pflanzenzüchtung*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- SCHUSTER, W., K. GRASS und G.R. MÜLLER, 1978: Vertiefte Auswertung von langjährigen Landessortenversuchen aus Hessen. *Landwirtsch. Forschung* 31, 2-3, 162-180.
- SCHUSTER, W., W. SCHREINER, H. LEONHÄUSER und K.-H. ZSCHOCH, 1982: Über die Ertragssteigerung bei einigen Kulturpflanzen in den letzten 30 Jahren in der Bundesrepublik Deutschland. *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 151, 368-387.
- SCHWARZBACH, E., 1984: A new approach in the evaluation of field trials. *Vortr. für Pflanzenzüchtung* 6, 249-259.
- SPANAKAKIS, A., 1999a: Resistenzzüchtung bei Weizen - Fortschritte, Möglichkeiten und zukünftige Erfordernisse. *Vortr. Pflanzenzüchtung* 46, 258-265.
- SPANAKAKIS, A., 1999b: Züchtung von Winterweizen mit verbesserter N-Effizienz (Erweitertes Vortragsmanuskript). *Workshop 15.9.1999, Göttingen*.
- STELLING, D., E. von KITTLITZ, E. EBMAYER, O. SASS, H. JAISER und W.LINK, 1994: Bericht über die 45. Arbeitstagung 1994 der Vereinigung österr. Pflanzenzüchter, Gumpenstein, 131-147.
- ZIMMERMANN, G., 1990: Erfahrungen mit Low-input-Eigenschaften von Sorten bei Winterweizen. *Bericht über die Arbeitstagung 1990 der Vereinigung österr. Pflanzenzüchter, Gumpenstein*, 39-56.

Danksagung:

Für wertvolle fachliche Hinweise und die Erstellung einer erweiterten Version des EDV-Programmes FTAB sei Herrn Dr. E. Schwarzbach ein besonderer Dank ausgesprochen.

