

# Auswuchsneigung und Fallzahl als Sorteneigenschaft von Winterweizen, Roggen, Triticale und Winterdurum

M. OBERFORSTER und M. WERTEKER

## 1. Einleitung

Der Auswuchs, das Auskeimen der Körner am Feld vor der Ernte, ist trotz jahrzehntelanger Forschung und züchterischer Aktivitäten nach wie vor ein Problem. Davon zeugen unter anderem zehn internationale Auswuchssymposien (1975 bis 2004). Keine Getreideart und keine Region Österreichs ist davon ausgenommen. Im Jahr 2005 waren insbesondere die anfangs Juli auf geringeren und mittleren Böden des Pannoniкуms teilweise bereits gelbreifen Bestände von Roggen, Triticale, Winterweizen, Winter- und Sommerdurum betroffen. Kühle Nächte mit Temperaturen von 7 bis 12 °C dürften die Keimbereitschaft einzelner Sorten verstärkt haben. Der am 29. Juni einsetzende Regen führte alsbald zu stofflichen Veränderungen im Korn und zum Auskeimen. Von Ende Juni bis Mitte Juli gab es in Fuchsenbigl 13 Regentage, davon 5 mit mehr als 10 mm Niederschlag (Abbildung 1). Auswuchs trat auch im Mühl- und Waldviertel, im Alpenvorland, im Mittelburgenland, in der Oststeiermark und in Kärnten (Abbildung 2) bei Winter- und Sommerweizen, Roggen und Triticale auf. Im Mühl- und Waldviertel war eine Schlechtwetterperiode vom 14. bis 22. August dafür verantwortlich.

Die vorliegende Arbeit analysiert genotypische Unterschiede im Auswuchsverhalten, das Verhältnis von Auswuchs und Fallzahl und die Beziehung der Auswuchsneigung zu anderen Sortenmerkmalen. Die Übereinstimmung der Feuchtkammerbonituren mit Felddauswuchs wird geprüft. Konsequenzen für die Züchtung und Sortenprüfung werden abgeleitet.

### Auswuchsjahre in Österreich

Auswuchs tritt zeitlich wie örtlich unregelmäßig auf. Bis in die 1950er und 1960er Jahre war das Problem - bedingt

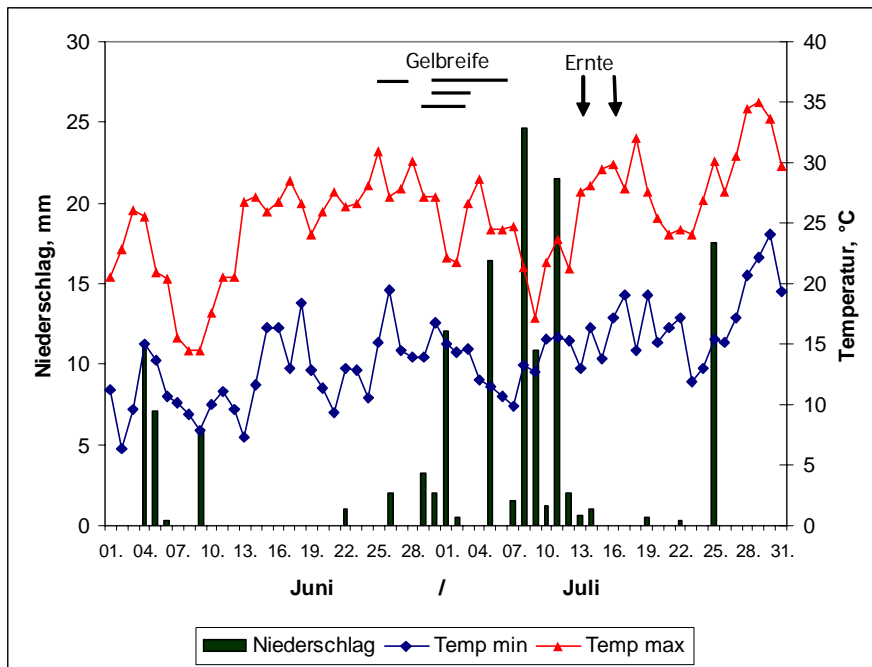


Abbildung 1: Niederschlag und Temperatur für die Periode 1. Juni bis 31. Juli 2005 am Standort Fuchsenbigl im Marchfeld

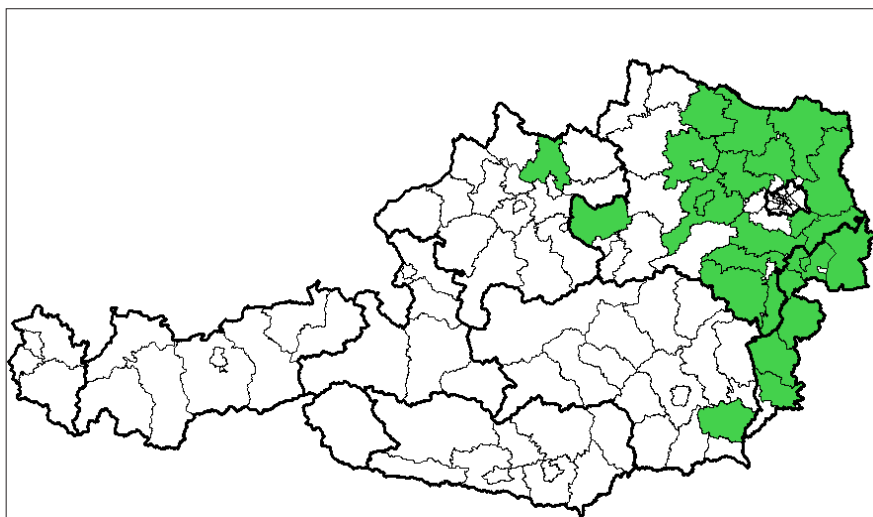


Abbildung 2: Auswuchs bei Getreide im Jahr 2005: Hauptsächlich betroffene Regionen laut Schadensmeldungen an die Österreichische Hagelversicherung VVaG

durch eine länger dauernde Ernteperiode - häufiger. Schäden gab es auch 1976 (teils starker Auswuchs bei Roggen, Weizen, Sommerdurum), 1977 (Roggen,

Weizen in Spätdruschgebieten), 1979 (Roggen, Weizen), 1981 (Weizen im Alpenvorland), 1982, 1983 und 1984 (Roggen, Weizen), 1987 (Roggen, Tri-

**Autoren:** Dipl.-Ing. Michael OBERFORSTER und Dr. Manfred WERTEKER, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN, michael.oberforster@ages.at; manfred.werteker@ages.at

tricale, Weizen, Sommerdurum), 1989 (Roggen, Triticale, Weizen), 1991 (teils starker Auswuchs bei Roggen, Triticale, Weizen, Sommerdurum), 1993 (Roggen, Triticale, Weizen, Sommerdurum), 1996 und 1997 (Roggen, Triticale, Weizen), 1998 (Roggen, Triticale), 1999 (Roggen, Triticale, Weizen), 2000 (Roggen, Triticale), 2001 (Roggen, Triticale, Weizen, Sommerdurum) und 2005. Punktuell ist alljährlich mit Auswuchs zu rechnen, beispielsweise bei frühzeitiger Lagerung des Getreides.

### Offener und verdeckter Auswuchs

Auswuchs liegt vor, wenn die Fruchtschale über dem Keimling durchbrochen ist und Wurzel- oder Blattkeime mit bloßem Auge deutlich zu erkennen sind (offener oder sichtbarer Auswuchs). Zur Beurteilung des Auswuchsgehalts darf jedoch der allgemeine Habitus der Getreideprobe nicht außer Acht gelassen werden. Bei manchen Arten, zum Beispiel bei Hartweizen, tritt - sortenbedingt - der Keimling stark hervor, so dass bei der Bewegung des Getreides die den Keimling bedeckende Schale aufbricht und Auswuchs vorgetäuscht wird. Ein solches Korn ist nicht als Auswuchs zu bezeichnen. Auswuchs ist erst dann vorhanden, wenn am Keimling deutlich sichtbare, vom Normalzustand leicht zu unterscheidende Veränderungen eingetreten sind (VO (EG) Nr. 824/2000, ICC-Standard Nr. 102/1 und 103/1). Physiologische Veränderungen im Korn ohne äußerlich erkennbare Symptome (verborgener, verdeckter oder latenter Auswuchs) werden somit nicht als Auswuchs im Sinne dieser Definition gewertet.

### Wirtschaftliche Bedeutung

Auswuchs verursacht quantitative Verluste durch Veratmung, erhöhten Kornausfall und Ausschlagen des Keimlings beim Drusch. Bei Weizen wurden bis 10 % Ertragsminderung festgestellt (ADAM 1981). Gravierender sind die Einbußen, wenn bei einem potenziellen Backweizen, Mahlroggen oder Durumweizen die nötige Qualität unterschritten und nur mehr der Futtergetreidepreis erzielt wird. Die Anforderungen an den Landwirt betreffend den zulässigen Auswuchs wurden verschärft. Beispielsweise lag die Toleranzgrenze in den Kontraktaktionen 1991 von Roggen, Mahlweizen und Du-

rum bei 4 % Auswuchs, eine Mindestfallzahl war nicht festgeschrieben (OBERFORSTER 2002). In aktuellen Anbau-Lieferverträgen ist zumeist ein Auswuchs von höchstens 1 % fixiert. Bei der Intervention von Weich- und Durumweizen werden bis 4 % Auswuchs akzeptiert. Da gleichzeitig eine Fallzahl von wenigstens 220 Sekunden nötig ist (VO (EG) Nr. 824/2000), hat dieser Auswuchswert nur theoretische Bedeutung.

Bei konventionell und biologisch erzeugtem Getreide mussten im Jahr 2005 Erlösminderungen bis über 40 % hingenommen werden (Tabelle 1). Für die österreichischen Landwirte bedeutet dies Einbußen im Ausmaß von 6 bis 7 Mio Euro. Präzise Angaben sind kaum möglich, eine problemlose Ernte hätte zu abweichenden Preisen geführt. Hinzu kommen finanzielle Schäden der vor- und nachgelagerten Wirtschaft (Saatgutfirmen, Getreidehandel, Mühlen) sowie schwer zu quantifizierende Nachteile bei der Verfütterung von Auswuchsgetreide infolge erhöhter mikrobiologischer und toxikologischer Belastung. Seit 1997 versichert die Österreichische Hagelversicherung VVaG Auswuchs bei Getreide. Ab 2006 werden Schäden ab 10 % sichtbarem Auswuchs bei Roggen, Triticale, Weichweizen, Durum und Dinkel mit 160 Euro/ha abgegolten.

## 2. Material und Methoden

Ernteproben von Parzellenversuchen und Labortests wurden ausgewertet.

**Tabelle 1: Mittlere Erzeugerpreise (inkl. MWSt.) für qualitativ entsprechende Partien von Getreide bzw. Futtergetreide im Jahr 2005 sowie (durch Auswuchs bzw. niedrige Fallzahlen bedingte) prozentuelle Verluste**

Kategorie	Erzeugerpreis Euro/t	Futtergetreide Euro/t	Preisdifferenz Euro/t	Erlösverlust %
<b>Konventionelles Getreide</b>				
Mahlroggen	92	72	20	22
Triticale	72	72	0	0
Premiumweizen, ab 15 % RP	123	72	51	41
Qualitätsweizen, 14-14,9 % RP	116	72	44	38
Mahlweizen, 12,5-13,9 % RP	96	72	24	25
Futterweizen	72	72	0	0
Durumweizen	156	72	84	54
<b>Biogetreide</b>				
Biospeiseroggen	178	116	62	35
Biotriticale	127	127	0	0
Biospeiseweizen I, ab 13 % RP	288	129	159	55
Biospeiseweizen II, 12-12,9 % RP	169	129	40	24
Biospeiseweizen III, 11-11,9 % RP	129	129	0	0
Biofutterweizen, <11 % RP	129	129	0	0
Biodurumweizen	249	129	120	48

### Natürlicher Auswuchs am Feld

Ermittelt wurden der prozentuelle Auswuchs (A) und die Fallzahl (F) von Proben der Ernte 2005 aus offiziellen Wertprüfungen, Versuchen der Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG und der Saatzucht Edelfhof sowie Prüfungen, die für die Beschreibende Sortenliste oder wissenschaftliche Projekte angelegt worden sind. Standorte im Burgenland (Albrechtsfeld, Gerhaus), im östlichen Teil Niederösterreichs (Fuchsenbigl, Probstdorf, Obersiebenbrunn, Mistelbach, Tulln usw.), im Waldviertel (Zwettl, Moidrams) und im Alpenvorland (Wartberg) wurden einbezogen. Bei Winterroggen waren es 4 Versuche mit 30 Sorten und Stämmen, daraus resultieren 68 AF-Wertpaare. Bei Wintertriticale kamen 7 Versuche mit 47 verschiedenen Sorten und Stämmen zur Auswertung (123 AF-Wertpaare). Von Winterweizen wurden 21 Versuche (davon 8 auf Bioflächen) mit insgesamt 74 Genotypen analysiert (394 AF-Wertpaare). Von Winterdurum standen Ergebnisse von 6 Anbauorten und 46 Sorten zur Verfügung (98 AF-Wertpaare). Wegen der heterogenen Versuchsstruktur gibt es orthogonale Datensätze nur für eine beschränkte Zahl an Genotypen. Es wurden jeweils 35 g Erntegut (Mischmuster aus 3 bis 4 Wiederholungen) mit 2-facher Lupenvergrößerung beurteilt. Sämtliche Proben wurden von einer einzigen Person untersucht, subjektive Einflüsse sind dadurch reduziert. Die Bestimmung der Fallzahl (HAGBERG 1960) erfolg-

te gemäß ICC-Standard Nr. 107/1. Die Muster wurden mit einer Labormühle Typ 3100 vermahlen.

### Ährenkeimmethode in der Feuchtkammer

Wertprüfungsdaten von Roggen, Triticale und Winterweizen (Serie Trockengebiet, Serie Feuchtlagen) der Periode 1996 bis 2005 wurden verrechnet. Die von SCHMIDT (1934) und SCHLEIP (1938) entwickelte Ährenkeimmethode wird in modifizierter Form angewendet: In der Gelbreife (BBCH 87) bis Totreife (BBCH 92) werden je Prüfglied 16 zufällig ausgewählte Ähren (samt 20 bis 30 cm langem Halm) aus einer nicht oder wenig lagernden Wiederholung des Versuches geschnitten. Zumeist werden nun 3 bis 4 (Roggen, Triticale), 4 bis 5 (Winterweizen) bzw. 2 bis 3 (Winterdurum) Standorte beprobt. Zum Ausgleich der Kornfeuchte lagern wir die Ähren zwei bis fünf Tage in einem warmen und trockenen Raum. Anschließend werden Bündel von 8 Ähren etwa 16 Stunden lang in Wasser untergetaucht und danach in der Feuchtkammer in Gitterrosten platziert. Diese ist auf eine konstante Temperatur von 20 °C und eine Luftfeuchte von 98 bis 99 % programmiert. Die erste Auswuchsbonitur erfolgt nach 3 bis 4 Tagen, eine weitere 2 bis 3 Tage später. Beurteilt wird mittels Notenskala von 1 (kein sichtbarer Auswuchs) bis 9 (sehr starker Auswuchs). Die Ähren eines Bündels keimen oftmals ungleich, dies dürfte auf Reifedifferenzen der Haupt- und Nebenhalmes beruhen (WUNDERLICH 1955). Nach 10 bis 14 Tagen wird das zweite Ährenbündel in derselben Weise getestet (BUNDESAMT 2002). Einige Versuchstationen sind in die künstliche Auswuchstestung eingebunden. Hier werden die feuchten Ährenbündel eingesackt und in einem gleichmäßig temperierten Raum an Drähten aufgehängt. Es ist nahe liegend, dass die Auswuchsprovokation in der Feuchtkammer bzw. in Nylonsäckchen nur annähernd jene Witterungsbedingungen, welche zu Feldauswuchs führen, simuliert.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Wie zahlreiche Ergebnisse belegen, wird das Auswuchsgeschehen überwiegend

durch ein komplexes Zusammenwirken von Sorteneigenschaften und Witterung während der Reife bestimmt.

### Österreichische Untersuchungen zum Getreideauswuchs

Erstmals analysierte WEGMANN (1951) das österreichische Getreidesortiment mittels dreier künstlicher Methoden, die Ährenkeimung wurde als die am besten geeignete angesehen. Auch WUNDERLICH (1955) berichtet über diese Ergebnisse. HÄNSEL (1953) erzielte Auswuchs, indem er Ähren in feinen Quarzsand, der täglich oder jeden zweiten Tag einmal bis zur vollen Wasserkapazität angefeuchtet wird, einlegte. WEINBERGER (1984) untersuchte die Auswuchsfestigkeit von Weizensorten und -zuchtmaterial nach einem modifizierten Ährenkeimtest. OITZL (2004) beurteilte das Auswuchsrisiko von Getreide unter Zuhilfenahme meteorologischer Daten. Seit den 1950er Jahren werden im Rahmen der Sortenzulassungsprüfung Untersuchungen mittels Ährenkeimmethode in Nylonsäckchen angestellt (MEINX 1962). Eine Feuchtkammer steht seit 1996 zur Verfügung. Aktuell testen wir Roggen, Triticale, Weich- und Durumweizen sowie Dinkel und Hafer. Die Daten von natürlichem und künstlich erzeugtem Auswuchs werden getrennt verrechnet, dann in *eine* Ausprägungsstufe zusammengeführt (AGENTUR 2005).

### Genetische Faktoren der Auswuchsresistenz

Phytohormone in den Getreidekörnern sind für den Grad der Auswuchsresistenz wesentlich. Die Abscisinsäure hemmt das Auskeimen, die Gibberellinsäure fördert es, indem sie die Bildung von Enzymen, beispielsweise die  $\alpha$ -Amylase, induziert (GORDON 1980, WALKER-SIMMONS und SESING 1987). Auch andere chemische Verbindungen (Indolacetaldehyd usw.), welche von Licht, höheren Temperaturen und über die Zeit abgebaut werden, nehmen Einfluss auf die Keimruhe (DERERA und BHATT 1980, WU 1987). Die primäre Keimruhe dauert je nach Getreideart und Sorte einige Tage bis mehrere Wochen. Weiters sind Unterschiede in der Widerstandskraft der Stärke gegenüber enzymatischem Abbau nachgewiesen.

Als sekundäre Faktoren der Auswuchsresistenz gelten die Standfestigkeit des Genotyps (verschieden rasches Abtrocknen der Körner nach Niederschlägen), die Ährendichte, der Spelzenschluss, die Begrannung und Behaarung sowie eine zuletzt aufrechte oder überhängende Ährenhaltung. Begrannete oder behaarte und aufrechte Ähren sollen wegen des größeren Wasserhaltevermögens ungünstiger abschneiden (VARIS und MANNERI 1963). Weiters führen Unterschiede im Aufbau und der Beschaffenheit von Frucht- und Samenschale zu Differenzen in der Keimruhe (BELDEROK 1976, WU 1987). Von ihnen hängt vermutlich der Wasser- bzw. Sauerstoffeintritt ins Korn ab. KING (1984) konnte jedoch nur 16 % des sortenunterschiedlichen Auswuchses durch die Variation der Wasseraufnahme erklären. DERERA und BHATT (1980) fanden auch in Weizenspelzen keimhemmende Substanzen.

### Produktionstechnische Wirkungen

Auch die Stickstoffdüngung nimmt Einfluss. N-Mangel scheint die Auswuchsfähigkeit zu mindern, ein hohes N-Düngungsniveau führt zu einem Anstieg der  $\alpha$ -Amylasewerte und fördert das Keimen. Bei WEILENMANN (1976) reduzierte eine zu Winter- und Sommerweizen verabreichte N-Spätgabe die Fallzahl um 20 bis 70 Sekunden. Auch DETJE (1992) wies auf zunehmende  $\alpha$ -Amylasewerte und die auswuchsfördernde Wirkung hoher N-Düngegaben hin. Eigene Ergebnisse (35 Versuche mit je 3 Sorten, 2000 bis 2005) einer variierten N-Spätgabe zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Fallzahl. Es wurde beobachtet, dass die Applikation von Fungiziden die Fallzahl senkt (DIMMOCK und GOODING 2002). Im Pannonikum führte die Anwendung eines Strobilurin-Azol-Fungizids (Juwel, Juwel top) gegenüber der Kontrolle zu einer im Mittel um 11 Sekunden geringeren Fallzahl (17 Versuche, 2000 bis 2005). Im Feuchtgebiet unterschieden sich die beiden Varianten nur zufällig (18 Versuche, 2001 bis 2005).

### Witterung und Auswuchsgeschehen

Die Keimruhe - und damit die Neigung zum Auswachsen - hängt gravierend von



der Witterung ab. Hohe Temperaturen ab der späten Milchreife und in der Teigreife der Körner sowie eine längere Dauer dieser Phase reduzieren im Allgemeinen die Keimruhe. Folgt darauf eine Regenperiode, ist mit Auswuchs zu rechnen. Jedoch ist das Wirkungsgeflecht von Genotyp, Reifezustand des Getreides, der Temperatur (BELDEROK 1965, GRAHL 1969), Licht und Strahlung (KING 1983), Feuchtigkeit in Form von Regen, Tau und relativer Luftfeuchte (KING und CHADIM 1983) schwer zu entwirren. Manche Aspekte im Zusammenhang mit dem Auswuchsgeschehen sind nur ansatzweise geklärt und die Ergebnisse mitunter widersprüchlich.

### Auswuchsresistenz von Getreidearten und -sorten

Roggen, Triticale und Durumweizen sind tendenziell weniger auswuchsfest, als Weichweizen. Da die Witterung nicht beeinflusst werden kann, und andere Maßnahmen wenig wirksam sind, kommt der Auswuchsselektion im Rahmen der Züchtung hohe Bedeutung zu. Die Wertprüfungsergebnisse von Triticale, Weizen und Winterdurum lassen allerdings keinen eindeutigen Trend zu verminderter Auswuchsneigung erkennen. Züchterische Fortschritte gab es hingegen bei Winterroggen. Innerhalb jeder Art besteht eine signifikante genotypische Variabilität.

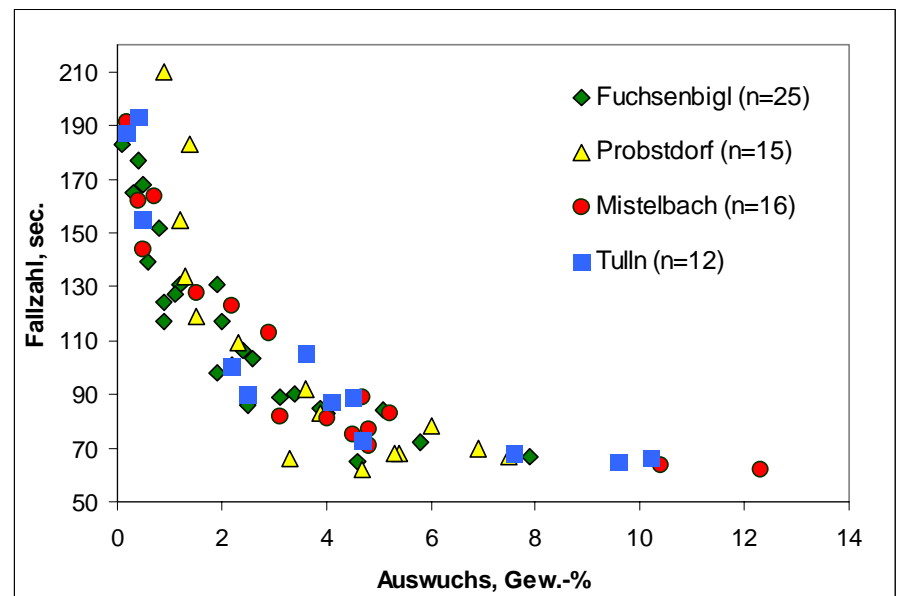
### Winterroggen

Roggen gilt nach wie vor als stärker auswuchsfähig. Die Schlechtwettertoleranz neuerer Sorten ist, beurteilt anhand von Fallzahl-, Amylogramm- und Auswuchsdaten, aber deutlich verbessert worden. Diese dürfte auch von einem höheren Pentosengehalt bedingt sein (WEIPERT 1993). Die Sorten Amilo,

**Tabelle 2: Winterroggen Sorten und Prüfstämme - Feldauswuchs und Fallzahl (3 Versuche von 2005)**

Sorte/Prüfstamm	Auswuchs, Gew.-%			Mittlere Fallzahl sec.
	Fuchsenbigl	Tulln	Mistelbach	
Elect	7,9	9,6	10,4	65
Emro	4,6	7,6	12,3	65
Nikita	5,1	4,7	4,8	76
Conduct	3,9	4,1	4,5	82
HY-01206	4,0	4,5	4,0	84
Kier	2,6	3,6	4,8	95
Agronom	2,2	2,5	4,7	93
Picasso	1,9	0,5	2,9	133
LPH 66	0,8	0,2	2,2	154
Amilo	0,5	0,4	0,4	174

Reihung nach fallendem Auswuchs



**Abbildung 3: Winterroggen - Zusammenhang von Feldauswuchs und Fallzahl (4 Versuche von 2005)**

Evolvo, Picasso und Visello überstehen „Auswuchswetter“ besser als EHO-Kurz, Elect, Emro und Schlägler. Bei mehr als 1 bis 2 % Auswuchs fällt die Fallzahl unter die in Anbau-Lieferverträgen genannten 150 bzw. 120 Sekunden ab (Tabelle 2, Abbildung 3).

### Wintertriticale

Die Keimruhe von Triticale ist gering, die Auswuchsfestigkeit ist mit der des Roggens vergleichbar. Es gibt markante Unterschiede im Verhalten der Sorten. Kortego, Rambus und Versus zeigten 2005 wesentlich mehr Auswuchs als

**Tabelle 3: Wintertriticale Sorten - Feldauswuchs und Fallzahl (6 Versuche von 2005)**

Sorte	Fuchsenbigl	Tulln	Auswuchs, Gew.-%				Mittlere Fallzahl sec.
			Mistelbach	Obersiebenbrunn	Zwettl	Wartberg	
Rambus	11,2	30,1	31,2	15,4	50,7	33,7	62
Versus	15,1	19,8	22,7	17,4	42,3	38,6	62
Presto	6,1	4,4	17,2	4,9	2,0	16,5	64
Agrano	2,5	6,0	7,4	2,7	11,5	10,7	62
Passus	2,4	7,6	5,5	0,9	5,7	9,3	64
Ticino	1,3	5,2	6,8	3,1	5,3	7,4	63
Triamant	2,1	2,3	3,9	1,7	12,5	5,3	74
Tremplin	1,4	3,3	3,8	0,5	13,2	5,5	68
Polego	1,7	2,8	5,9	1,0	3,5	4,1	98

Reihung nach fallendem Auswuchs

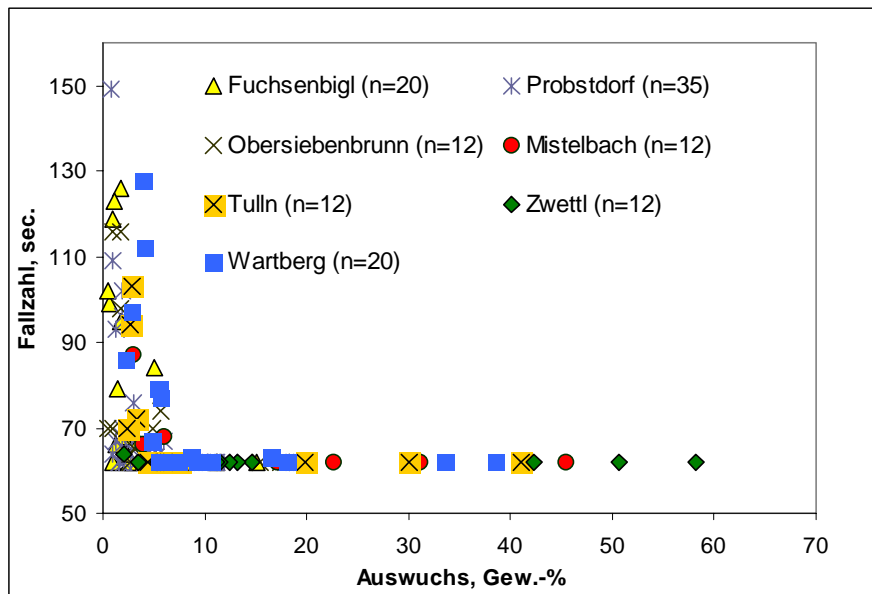


Abbildung 4: Wintertriticale - Zusammenhang von Feldauswuchs und Fallzahl (7 Versuche von 2005)

Polego, Tremplin, Triamant, Ticino und Passus (Tabelle 3, Abbildung 4). Die Stärke von Triticale ist enzymatisch rasch abbaubar. Auch bei wenig sichtbarem Auswuchs (unter 2 %) liegen die Fallzahlen oft auf sehr niedrigem Niveau (unter 70 Sekunden).

**Winterweizen**

Bei der Weizenzüchtung scheint die Auswuchsfestigkeit im eigentlichen Sinn etwas in den Hintergrund getreten zu sein. Geänderte Rahmenbedingungen und Wirtschaftsweisen erfordern mehr Aktivitäten bei neuen Zuchtzielen (Eignung für Getreide-Mulchsaat, Erhöhung des Resistenzniveaus gegenüber Ährenfusarium usw.). Zudem ist die Zeitspanne zwischen der Kreuzung und dem Beginn der offiziellen Sortenprüfung kürzer geworden. Damit sinkt die wite-

Tabelle 4: Winterweizen (Serie 1) Sorten - Feldauswuchs und Fallzahl (4 Versuche von 2005)

Sorte	Auswuchs, Gew.-%					Mittlere Fallzahl sec.
	Fuchsenbigl 1	Albrechtsfeld 1	Mistelbach	Obersiebenbrunn 1	Mittel	
Astardo	17,1	10,8	20,5	27,2	18,9	72
Antonius	11,5	5,4	17,9	26,0	15,2	93
Saturnus	15,6	7,1	17,7	13,7	13,5	75
Lukas	3,4	6,0	12,2	10,5	8,0	108
Fridolin	1,9	0,7	7,9	6,2	4,2	143
Ludwig	2,6	2,6	4,0	3,2	3,1	162
Edison	0,5	0,7	2,3	4,2	1,9	206
Capo	0,6	4,7	1,3	0,3	1,7	223
Eurofit	0,7	0,0	3,0	0,9	1,1	220
Manhattan	0,6	2,3	0,8	0,6	1,1	198
Erla Kolben	0,0	0,3	0,1	2,7	0,8	240
Altos	0,0	0,7	0,5	0,3	0,4	273
SW Maxi	0,0	0,2	0,3	0,0	0,1	297

Reihung nach fallendem Auswuchs

Tabelle 5: Winterweizen (Serie 2) Sorten und Prüfstämme - Feldauswuchs und Fallzahl (6 Versuche von 2005)

Sorte/ Prüfstamm	Auswuchs, Gew.-%						Mittlere Fallzahl sec.	
	Weikendorf (Bio)	Obersiebenbrunn 4 (Bio)	Zwettl 2 (Bio)	Probstdorf (konv.)	Leopoldsdorf (konv.)	Moidrams (konv.)		
SZD 2319 AB	25,8	33,4	11,7	24,5	63,4	44,2	33,8	62
Pireneo	20,0	32,8	4,6	4,9	33,0	26,8	20,3	88
Saturnus	6,5	8,0	3,4	6,0	20,3	25,4	11,6	108
Ludwig	2,8	11,5	10,4	1,2	7,8	15,2	8,1	128
Edison	5,1	4,8	2,9	1,6	4,6	8,9	4,7	185
Exquisit	1,9	0,9	11,4	0,3	2,2	10,6	4,5	204
Stefanus	2,4	6,2	3,9	0,8	3,0	8,1	4,0	179
SZD 1766	2,1	3,8	2,8	0,9	2,4	10,7	3,8	185
Eurofit	1,3	2,2	3,5	1,0	3,7	10,3	3,7	195
Capo	1,4	0,5	1,2	0,4	1,1	12,8	2,9	205
Ataro	0,7	5,2	3,7	1,3	1,4	4,6	2,8	195
SE 327/02	3,1	0,0	2,1	0,6	2,3	4,6	2,1	208
Erla Kolben	0,5	0,5	1,0	1,3	1,2	2,3	1,1	253
Exklusiv	0,3	0,1	1,1	0,4	0,9	2,6	0,9	294
SE 315/03	0,9	0,0	1,9	0,0	0,2	1,8	0,8	270

Reihung nach fallendem Auswuchs

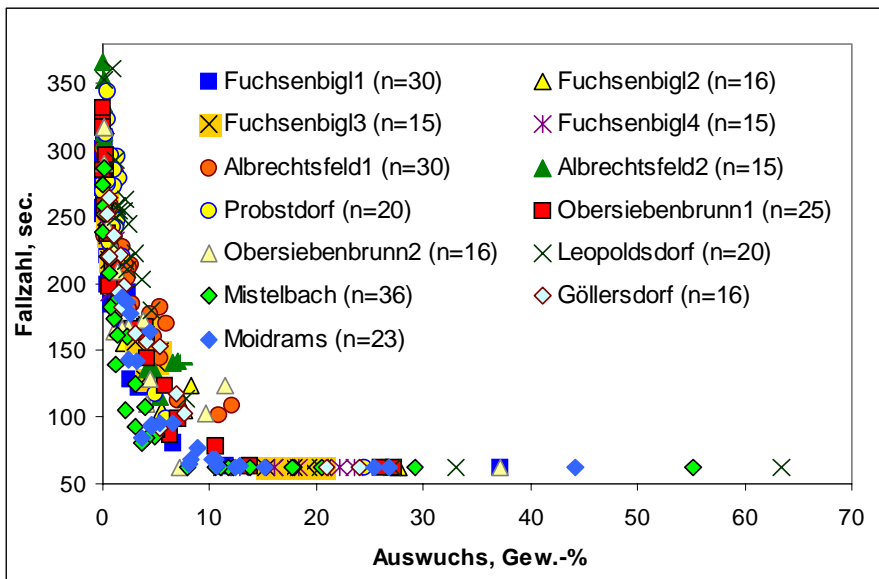


Abbildung 5: Winterweizen - Zusammenhang von Feldauswuchs und Fallzahl (13 konventionelle Versuche von 2005)

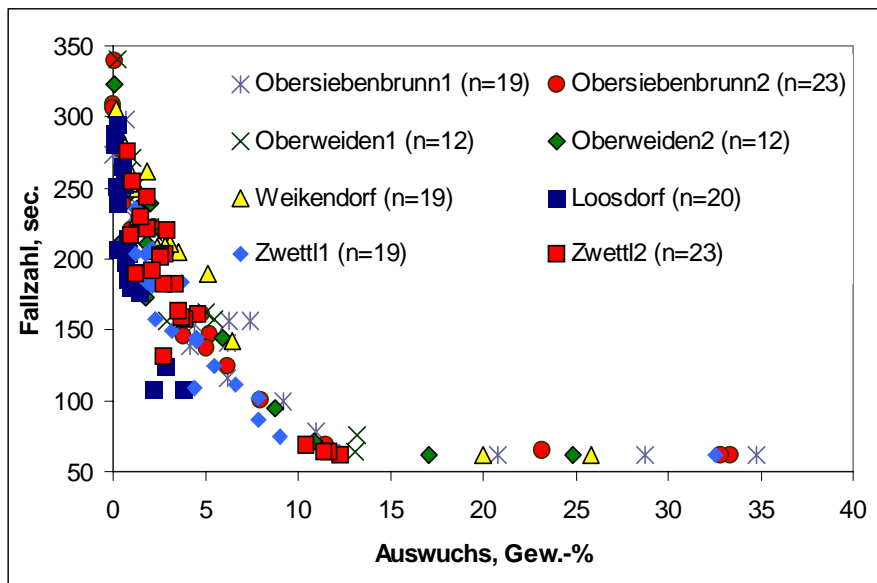


Abbildung 6: Winterweizen - Zusammenhang von Feldauswuchs und Fallzahl (8 Bioversuche von 2005)

Tabelle 6: Winterdurum Sorten und Prüfstämme - Feldauswuchs und Fallzahl (5 Versuche von 2005)

Sorte/Prüfstamm	Fuchsenbigl	Großnondorf	Auswuchs, Gew.-%			Mittel	Mittlere Fallzahl sec.
			Gerhaus	Weikendorf	Probstdorf		
GK Selyemdur	51,7	3,1	62,5	66,5	55,7	47,9	87
SZD 1974	41,8	2,4	52,0	62,5	44,6	40,7	92
Windur	59,0	2,3	23,5	31,9	29,0	29,1	88
Superdur	20,5	5,5	10,8	39,4	40,6	23,4	94
SZD 1904AC	19,0	4,2	15,0	26,0	20,3	16,9	80
SZD 1817	5,5	4,5	4,0	25,5	14,2	10,7	95
Auradur	8,5	2,9	5,4	22,5	9,1	9,7	114
Inverdur	10,0	2,1	8,9	16,5	10,4	9,6	100
Prowidur	10,6	1,6	10,1	12,5	10,5	9,0	106

Reihung nach fallendem Auswuchs

rungsbedingte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von natürlichem Auswuchs in den Zuchtgärten. Vielfach wird die Fallzahl als ausreichender Parameter der Auswuchsfestigkeit angesehen.

In den Prüfungen 2005 waren der Zuchtstamm SZD 2319 AB sowie die Sorten Astardo, Antonius, Globus, Pireneo, Saturnus und Xenos gravierend von Auswuchs betroffen. Als ziemlich widerstandsfähig erwiesen sich SW Maxi, Altos, Exklusiv, Erla Kolben, Manhattan, Belmondo, Levendis, Toras, Ataro, Eurofit, Capo, SE 315/02 und SE 327/02 (Tabelle 4 und 5). Bei mehr als 1 bis 2 % Auswuchs sinkt die Fallzahl im Durchschnitt unter den Wert von 220 Sekunden ab. Zwischen konventionell durchgeführten Versuchen und Bioprüfungen ist darin kein Unterschied erkennbar (Abbildung 5 und 6).

### Winterdurum

Sowohl Winter- als auch Sommerdurum tendieren stärker zum Auswachsen, es gibt signifikante Sortenunterschiede. GK Selyemdur, SZD 1974, Windur und Superdur keimten mehr als Prowidur, Inverdur und Auradur (Tabelle 6). Bei über 1 bis 1,5 % Auswuchs liegt die Fallzahl meist unter den in Anbau-Lieferverträgen genannten Werten von 220 bzw. 280 Sekunden (Abbildung 7).

### $\alpha$ -Amylase, Fallzahl und Auswuchs

Da die  $\alpha$ -Amylaseaktivität negativ mit der Fallzahl korreliert ist, gilt sie als indirekter Parameter der Auswuchsfestigkeit (WEIPERT 1993). Partien von Roggen, Weich- und Durumweizen mit mehr als 3 % Auswuchs haben fast stets eine

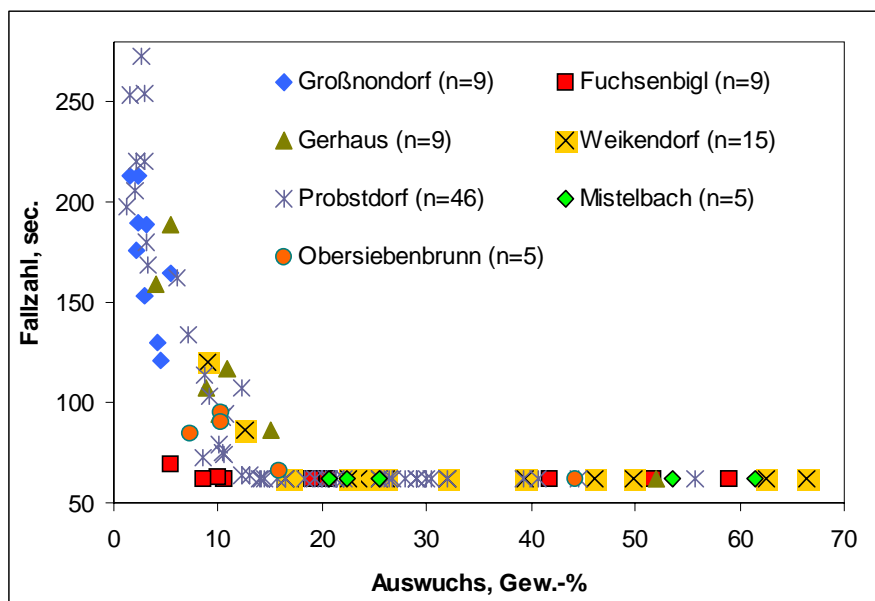


Abbildung 7: Winterdurum - Zusammenhang von Feldauswuchs und Fallzahl (7 Versuche von 2005)

für Vermahlungszwecke zu niedriger Fallzahl. Dagegen ist es durchaus möglich, dass trotz reduzierter Fallzahlen offener Auswuchs fehlt. Bei solchem Getreide ist die  $\alpha$ -Amylase bereits aktiviert und Stärkemoleküle gespalten, eine sichtbare Keimung hat noch nicht stattgefunden (latenter Auswuchs). Ab 6 bis 8 % sichtbarem Auswuchs bei Roggen, 4 bis 6 % bei Triticale bzw. 8 bis 12 % bei Weich- und Durumweizen liegt die Fallzahl fast ausnahmslos beim Minimum von 62 bis 65 Sekunden, mögliche Resistenzunterschiede werden damit verschleiert.

Bei Roggen zeigen Prüfjahre mit mittlerem Auswuchsdruck den engsten Zusammenhang von Fallzahl und Auswuchsresistenz (WEIPERT 1998). Bei Triticale ist oftmals keine Beziehung zwischen dem Anteil gekeimter Körner und der Fallzahl erkennbar. Die Variation der Fallzahlen trocken abgereifter Prüfungen von Weich- und Durumweizen gibt kaum Hinweise zum Auswuchsverhalten (vgl. auch REITAN 1990). Beispielsweise fiel bei Saturnus die Fallzahl lediglich in 3 von 84 Versuchen der Jahre 1998 bis 2004 unter 220 Sekunden ab. Astaro (43 Versuche) hatte diesen Grenzwert bis 2004 noch nie und Antonius (37 Versuche) nur ein einziges Mal knapp unterschritten. Die Juliwitterung 2005 brachte bei den drei Sorten die Auswuchsanfälligkeit deutlich zutage. Bei Weichweizen liefern Jahre mit (bei

einzelnen Sorten) starkem Auswuchs die besten Informationen für die Selektion und Beurteilung dieses Merkmals.

### Auswuchs und andere Merkmale

In Versuchen, wo sämtliche Prüfglieder zu einem gemeinsamen Termin geerntet werden, schneiden frühreife Genotypen wegen des Risikos eines verspäteten Drusches weniger gut ab als später reifende. DERERA et al. (1976) verweisen auf diese negative Korrelation zwischen Frühreife und Auswuchsfestigkeit.

GALE (1976) erwähnt, dass bei Weizen eine gute Frosthärte mit einer geringen Auswuchsneigung positiv korreliert ist. Bei Roggen kann die Selektion auf hohes Tausendkorngewicht zu Lasten der Fallzahl gehen (OHNMACHT 1990, WEHMANN 1990). Die Ergebnisse der österreichischen Weizenprüfungen von

Tabelle 7: Winterroggen - Intervarietale Korrelationen (Pearson) zwischen dem Auswuchs in der Feuchtkammer, der Fallzahl und dem Feldauswuchs von Ernteparzellen (Versuche 1996 bis 2005)

Erntejahr	Umwelten (Fallzahl)	Genotypen	Mittlere Fallzahl sec.	r (Fallzahl)	r (Feldauswuchs)
1996	10	13	170	-0,46	-
1997	11	15	149	-0,70**	-
1998	11	13	160	-0,83**	-
1999	9	16	152	-0,76**	-
2000	9	14	159	-0,61**	0,70**
2001	8	14	159	-0,88**	-
2002	9	11	248	-0,59**	-
2003	5	15	223	-0,22	-
2004	5	17	249	-0,74**	-
2005	10	10	181	-0,55*	0,70**

\* Signifikant bei P = 0,05; \*\* Signifikant bei P = 0,01

2003 bis 2005 weisen keine signifikanten intervarietales Beziehungen von Winterfestigkeit, Datum der Gelbreife, Korngröße und Proteingehalt mit dem Feldauswuchs nach. Hingegen tendierten frühe Roggensorten stärker zum Keimen als später reifende ( $r = -0,68^{**}$ ,  $n = 18$ ). Das Tausendkorngewicht des Roggens steht mit dem Auswuchs in keiner Beziehung ( $r = 0,12$  n.s.,  $n = 18$ ). Auch beim Triticalesortiment waren die Merkmale Gelbreife, Tausendkorngewicht und Proteingehalt mit dem Feldauswuchs nicht assoziiert.

### Künstlicher und natürlicher Auswuchs

Wesentlich ist die Frage nach der Übereinstimmung von künstlichem Auswuchs (Ährenkeimmethode in der Feuchtkammer bzw. in Nylonsäckchen) mit der Fallzahl und gegebenenfalls dem natürlichen Auswuchs in Parzellenversuchen. Dies wurde anhand von Resultaten der Periode 1996 bis 2005 bei Winterroggen, Winterweizen im pannonischen Trockengebiet sowie Winterweizen der Feucht- und Übergangslagen untersucht.

Bei *Winterroggen* war in 8 von 10 Jahren die erwartete signifikant negative Korrelation ( $r = -0,55^*$  bis  $-0,88^{**}$ ) nachweisbar, 1996 und 2003 gab es nur eine schwache Tendenz. Die im Jahr 2000 und 2005 in Feldprüfungen ermittelten Auswuchsprozente decken sich mit Resultaten des Feuchtkammertests ( $r = 0,70^{**}$ , *Tabelle 7*).

Auch bei *Wintertriticale* ist eine befriedigende Übereinstimmung gegeben. In der Feuchtkammer zeigten Rambus und Versus mit Abstand den stärksten Aus-

**Tabelle 8: Winterweizen - Intervarietale Korrelationen (Pearson) zwischen dem Auswuchs in der Feuchtkammer und der Fallzahl von Ernteparzellen (Versuche 1996 bis 2005)**

Erntejahr	Umwelten (Fallzahl)	Trockengebiet			r	Umwelten (Fallzahl)	Feuchtlagen		
		Genotypen	Mittlere Fallzahl sec.				Genotypen	Mittlere Fallzahl sec.	r
1996	7	26	246	-0,50**	10	29	274	-0,14	
1997	7	23	244	-0,51**	10	27	262	-0,19	
1998	7	26	292	-0,06	10	27	284	-0,23	
1999	7	27	302	0,16	9	27	322	0,16	
2000	7	24	313	-0,04	9	25	290	-0,28	
2001	7	15	341	0,04	8	23	309	-0,32	
2002	7	22	348	0,19	11	23	321	0,13	
2003	6	20	289	-0,19	8	22	286	0,23	
2004	7	21	303	-0,03	10	21	305	-0,30	
2005	7	30	233	-0,80**	8	30	287	-0,24	

\* Signifikant bei P = 0,05; \*\* Signifikant bei P = 0,01

wuchs, am wenigsten keimten Tremplin, Polego und Passus. Das entspricht den Ergebnissen der Parzellenversuche 2005.

Anders ist die Situation bei *Winterweizen*: Eine relevante Beziehung zwischen dem an Ährenbündeln provozierten Auswuchs und der an Ernteparzellen ermittelten Fallzahl gab es lediglich 1996, 1997 sowie 2005 ( $r = -0,50^{**}$  bis  $-0,80^{**}$ ). Dies sind jene Jahre mit reduzierten Fallzahlen und geringem (1996, 1997) bis gravierendem (2005) Feldauswuchs. In den Versuchen der Feuchtlagen trat im vergangenen Jahrzehnt nur selten natürlicher Auswuchs auf. Die intervarietale Beziehung zwischen den Bonituren (Feuchtkammer) und Fallzahlen der Feldprüfungen war mit  $r = +0,23$  bis  $-0,32$  unwesentlich (Tabelle 8). Daraus folgt, dass die Fallzahlwerte trocken abgereifter Weizenparzellen kaum Hinweise zum Sortenverhalten bei Auswuchs auslösender Witterung geben. Eine Weizenzüchtung, die sich ausschließlich auf solche Fallzahldaten stützt, wird das Resistenzniveau gegenüber Auswuchs kaum steigern können.

Da bei Weich- und Durumweizen die Ausprägungsstufe der Fallzahl in Beschreibenden Sortenlisten überwiegend aus unbelasteten Prüfungen resultiert, werden bei Auswuchsbedingungen abweichende Sortenreaktionen die Regel sein. Bei Weizen zeigt die Ährenkeimmethode die tatsächliche Auswuchsneigung weniger präzise an, als bei Roggen oder Triticale. Beispielsweise keimen Capo, Exklusiv, Edison, Fridolin, Philipp, Manhattan und Winnetou am Feld nicht so stark, als der künstliche Test erwarten ließe. Hingegen würden Globus, Pegassos und Xenos bei alleiniger Verwendung von Feuchtkammerdaten zu gut eingestuft, bei entsprechender Witterung keimen sie in Parzellenversuchen stärker.

Bei *Winter- und Sommerdurum* liefert die Feuchtkammer wenig brauchbare Informationen zur Auswuchsresistenz. Beispielsweise keimen im selben Versuch angebaute Weichweizen im Labor ähnlich oder stärker als die Durumsorten, was den tatsächlichen Verhältnissen widerspricht. Die Gründe für die schein-

bar tiefere Keimruhe von Durum im Auswuchstest sind unklar, dürften aber mit der angewandten Methodik zusammenhängen. Eine Testung der Ährenbündel in der Feuchtkammer ohne vorheriges Einweichen könnte verlässlichere Werte bringen.

Noch mehr Erfolg verspricht die Feststellung der Auswuchsprozente und Fallzahlen von Erntemustern aus Überständigkeitsparzellen.

Die Auswuchsbonituren (Feuchtkammer) der beiden Einweichtermine sind bei Wintertriticale ( $r = 0,74^{**}$  bis  $0,94^{**}$ ,  $n = 9$  bis  $20$ ) und Winterweizen ( $r = 0,42^{**}$  bis  $0,93^{**}$ ,  $n = 20$  bis  $36$ ) durchwegs übereinstimmend. Ein Zeitabstand von 10 bis 14 Tagen hat mehrheitlich keine gravierend abweichende Sortenreaktion zur Folge. Bei Roggen ( $r = 0,31$  n.s. bis  $0,91^{**}$ ,  $n = 14$  bis  $23$ ) korrelieren die Boniturmittelwerte in den Jahren 1996 und 2003 nicht signifikant (Tabelle 9), teilweise beruht dies auf geringerer Variabilität im Sortiment.

**Tabelle 9: Winterroggen, Wintertriticale und Winterweizen - Intervarietale Korrelationen (Pearson) des Feuchtkammerauswuchses der beiden Einweichtermine (Versuche 1996 bis 2005)**

Erntejahr	Winterroggen (6 - 14 Bonituren)		Wintertriticale (6 - 16 Bonituren)		Trockengebiet Winterweizen (6 - 12 Bonituren)		Feuchtlagen Winterweizen (8 - 18 Bonituren)	
	n	r	n	r	n	r	n	r
1996	14	0,31	9	0,84**	36	0,42**	36	0,62**
1997	16	0,87**	13	0,81**	30	0,87**	36	0,89**
1998	16	0,91**	19	0,87**	30	0,74**	36	0,82**
1999	19	0,84**	20	0,78**	36	0,42**	36	0,75**
2000	15	0,48*	20	0,81**	30	0,67**	30	0,63**
2001	18	0,90**	16	0,87**	20	0,71**	30	0,79**
2002	18	0,78**	16	0,74**	25	0,74**	30	0,75**
2003	17	0,39	16	0,94**	25	0,85**	25	0,84**
2004	22	0,57**	16	0,89**	29	0,78**	30	0,68**
2005	23	0,80**	20	0,84**	30	0,74**	30	0,93**

\* Signifikant bei P = 0,05; \*\* Signifikant bei P = 0,01



#### 4. Zusammenfassung

Auswuchs ist ein wirtschaftlich bedeutendes Phänomen bei Getreide. Das Keimen der Körner auf der Ähre bzw. Rispe ist das Ergebnis des komplexen Zusammenwirkens von Witterungsfaktoren, Sorteneigenschaften und Maßnahmen des Landwirts. Im Jahr 2005 waren hauptsächlich nicht lagernde Bestände von Roggen, Triticale, Winter- und Sommerweizen sowie Winter- und Sommerdurum betroffen. Von 38 Parzellenversuchen wurden 35 g-Ernteproben (Mischmuster aus 3 bis 4 Wiederholungen) hinsichtlich des Auswuchses und der Fallzahl analysiert.

Bei mehr als 1 bis 2 % sichtbar gekeimter Körner sinkt die Fallzahl im Mittel unter 150 bzw. 120 Sekunden (Roggen) bzw. 220 Sekunden (Weizen) ab. Bei Winterdurum genügen 1 bis 1,5 % Auswuchs, um die laut Anbau-Liefervertrag gewünschten Werte von 280 bzw. 220 Sekunden zu unterschreiten. Triticale zeigt auch bei wenig sichtbarem Auswuchs oft niedrige Fallzahlen. Ab einem Anteil von 6 bis 8 % (Roggen), 4 bis 6 % (Triticale) bzw. 8 bis 12 % (Weich- und Durumweizen) Auswuchskörnern liegen die Fallzahlen beim Minimum von 62 bis 65 Sekunden. Innerhalb der Getreidearten gelten diese Zusammenhänge weitgehend genotypunabhängig.

Die Sorten Amilo, Evolo, Picasso und Visello (Winterroggen), Polego, Tremplin, Triamant und Ticino (Triticale), SW Maxi, Altos, Exklusiv, Erla Kolben, Manhattan, Eurofit und Capo (Winterweizen) sind vergleichsweise auswuchsresistent. Eine geringe Keimruhe ist für EHO-Kurz, Elect und Emro (Winterroggen), Rambus und Versus (Triticale), Astaro, Antonius, Globus, Pireneo, Saturnus und Xenos (Winterweizen) sowie Windur und Superdur (Winterdurum) charakteristisch. Die genotypischen Unterschiede waren über die Umwelten hinweg gut reproduzierbar.

Im Weizensortiment war der Einfluss von Ährenmerkmalen (Begrannung, Ährenhaltung) wenig bedeutsam bis nicht nachweisbar. Eine intervarietale Beziehung zwischen Frühreife und Auswuchsneigung war nur bei Roggen gegeben ( $r = -0,68^{**}$ ). Korngröße und Proteingehalt korrelierten weder bei Rog-

gen, noch bei Triticale und Weizen mit den Auswuchsprozenten.

Bei den Roggensorten gibt die Einstufung der Fallzahl gute Hinweise zur Auswuchsresistenz. Bei Winterweizen zeigt die Analyse mehrjähriger Fallzahldaten gravierende Sorte x Umwelt-Interaktionen. Die Ausprägung der Fallzahl in Sortenlisten von Weizen vermittelt wenig Information über das Verhalten bei „Auswuchswetter“.

Die Ährenkeimmethode (Feuchtkammer) erfasst die unterschiedliche Auswuchsneigung von Roggen und Triticale. Etwas weniger präzise Aussagen liefert dieser Test bei Weichweizen. Nicht zufrieden stellend sind die Ergebnisse bei Durumweizen.

In der österreichischen Getreidewertprüfung wird der künstliche Auswuchstest in einer optimierten Methodik beibehalten. Die Neigung zum Auswachsen bleibt Bestandteil des landeskulturellen Wertes.

#### Literatur

- ADAM, D., 1981: Untersuchungen über die Vererbung von Auswuchsneigung und  $\alpha$ -Amylase-Isozymmustern bei Roggen, *Secale cereale* L. Inaug.-Diss. FU-Berlin.
- AGENTUR für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (Hrsg.), 2005: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2005. Landwirtschaftliche Pflanzenarten.
- BELDEROK, B., 1965: Einfluss der Witterung vor der Ernte auf die Keimruhedauer und die Auswuchsneigung des Weizens. Z. Acker- und Pflanzenbau 122, 297-313.
- BELDEROK, B., 1976: Physiological-biochemical aspects of dormancy in wheat. Cer. Res. Comm. 4, 133-137.
- BUNDESAMT und Forschungszentrum für Landwirtschaft (Hrsg.), 2002: Methoden für Saatgut und Sorten. Richtlinien für die Sortenprüfung. Sorten- und Saatgutblatt, Schriftenreihe 59/2002 des BFL.
- DERERA, N.F., G.J. McMASTER and L.N. BALAAM, 1976: Pre-harvest sprouting resistance and associated components in 12 wheat cultivars. Cer. Res. Comm. 4, 173-179.
- DERERA, N.F. and G.M. BHATT, 1980: Germination inhabitation of the bracts in relation to the pre-harvest sprouting tolerance in wheat. Cer. Res. Comm. 8, 199-201.
- DETJE, H., 1992: Effects of varying nitrogen rates on pre-harvest sprouting resistance and  $\alpha$ -amylase activity in cereals. J. Agronomy & Crop Science 169, 38-45.
- DIMMOCK, J.P.R.E. and M.J. GOODING, 2002: The effects of fungicides on Hagberg falling number and blackpoint in winter wheat. Crop Protection 21, 475-487.

- GALE, M.D., 1976: High  $\alpha$ -amylase - breeding and genetical aspects of the problem. Cer. Res. Comm. 4, 231-243.
- GORDON, I. L., 1980: Germinability, dormancy and grain development. Cer. Res. Comm. 8, 115-129.
- GRAHL, A., 1969: Beeinflussung des Auswuchses bei Roggen. Landwirtsch. Forschung 22, 55-63.
- HAGBERG, S., 1960: A rapid method for determining  $\alpha$ -Amylase activity. Cer. Chem. 37, 218-222.
- HÄNSEL, H., 1953: Zur Beurteilung der Auswuchsneigung bei Winterweizen (Erste Erfahrungen mit einer neuen, einfachen Methode). Bericht Arbeitstag. 1953 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, Admont, 15-32.
- ICC – Internationale Gesellschaft für Getreidechemie (Hrsg.), 1995: Bestimmung der „Fallzahl“ nach Hagberg-Perten als Maß der  $\alpha$ -Amylase-Aktivität im Getreide und Mehl. ICC-Standard Nr. 107/1.
- ICC - Internationale Gesellschaft für Getreidechemie (Hrsg.), 1972: Bestimmung des Besatzes bei Weizen. ICC-Standard Nr. 102/1. Bestimmung des Besatzes bei Roggen. ICC-Standard Nr. 103/1.
- KING, R.W., 1983: The physiology of pre-harvest sprouting - A review. In: Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. on Pre-Harvest Sprouting in Cereals, Westview Press/Boulder, Colorado, 11-21.
- KING, R.W., 1984: Water uptake in relation to pre-harvest sprouting damage in wheat: Grain characteristics. Aust. J. Agric. Res. 35, 337-345.
- KING, R.W. and H. CHADIM, 1983: Ear wetting and pre-harvest sprouting of wheat. In: Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. on Pre-Harvest Sprouting in Cereals, Westview Press / Boulder, Colorado, 36-42.
- MEINX, R., 1962: Die Durchführung der Getreidesortenprüfungen. Jahrbuch 1961 der Bundesanstalt f. Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, Sonderheft d. Zeitschrift „Die Bodenkultur“, 79-90.
- OBERFORSTER, M., 2002: Wandel des Qualitätsbegriffes bei Brotgetreide in der Produktions- und Handelskette - Für die Produktion. Inform 2, 9-12.
- OHNMACHT, B., 1990: Einfluss von Witterung, Reifestadium und Cytoplasma auf die  $\alpha$ -Amylase-Aktivität im Roggenkorn. Diss. Univ. Hohenheim.
- OITZL, S., 2004: Analyse zum Thema Auswuchsrisiko in Österreich unter Verwendung von meteorologischen Daten. Wien, 26 S.
- REITAN, L., 1990: Relationship between seed dormancy and falling number in wheat. In: Proc. 5<sup>th</sup> Int. Symp. on Pre-Harvest Sprouting in Cereals, Westview Press/Boulder, San Francisco, Oxford, 233-240.
- SCHLEIP, H., 1938: Untersuchungen über die Auswuchsfestigkeit bei Weizen. Landw. Jahrbuch 86, 795-822.
- SCHMIDT, E., 1934: Experimentelle Untersuchungen über die Auswuchsneigung und Keimung als Sorteneigenschaften des Getreides. Angew. Botanik 16, 10-50.

- VARIS, E. and M. MANNERI, 1963: The effect of the morphological properties of the ear on the susceptibility of winter wheat to sprouting in the ear. *Eripainos, The Journal of Scientific Agriculture Society of Finland* 35, 27-35.
- VERORDNUNG (EG) Nr. 824/2000 der Kommission vom 19. April 2000 über das Verfahren und die Bedingungen für die Übernahme von Getreide durch die Interventionsstellen sowie die Analysemethoden für die Bestimmung der Qualität. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften*, L100, 31-50.
- WALKER-SIMMONS, M. and J. SESING, 1987: Development of a immunoassay for abscisic acid in wheat grain utilizing a monoclonal antibody. In: *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Symp. on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, Westview Press / Boulder, Colorado, 590-597.
- WEGMANN, H., 1951: Untersuchungen über die Auswuchsneigung österreichischer Getreidesorten Ernte 1950. *Diss., Hochschule f. Bodenkultur, Wien*.
- WEHMANN, F., 1990: Untersuchungen zur genetischen Basis der Auswuchsfestigkeit von Roggen. *Diss., Univ. Hohenheim*.
- WEILENMANN, F., 1976: Beitrag zur Prüfmethodik in der Züchtung auf Auswuchsfestigkeit bei Weizen (*Triticum aestivum* L.). *Diss. ETH* 5712.
- WEINBERGER, K., 1984: Auswuchsprüfung österreichischer Weizensorten und Weizenstämme. *Diplomarb. Univ. f. Bodenkultur, Wien*.
- WEIPERT, D., 1993: Messung der Auswuchsfestigkeit bei Roggen. *Getreide Mehl und Brot* 47, 3-9.
- WEIPERT, D., 1998: Roggen: Sorte und Umwelt. - 1. Teil: Indirekte Qualitätsmerkmale. *Getreide Mehl und Brot* 52, 208-217.
- WU, Z., 1987: Studies on dormancy and pre-harvest sprouting in Chinese wheat cultivars. In: *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Symp. on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, Westview Press / Boulder, Colorado, 408-413.
- WUNDERLICH, G., 1955: Ergebnisse bisheriger Untersuchungen über die Auswuchsneigung österreichischer Getreidesorten. *Bericht Arbeitstag. 1955 der Vereinigung österreichischer Pflanzzüchter*, Gumpenstein, 146-173.