

Pflanzen

Ertrag – Maßstab für Züchtungsfortschritt bei Weizen?

Gerhard Hartmann, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Sachsen-Anhalt, D-06406 Bernburg
 Auskünfte: Gerhard Hartmann, E-Mail: gerhard.hartmann@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de, Tel. +49 3471/334 210

Zusammenfassung

Die Erträge in der Weizenproduktion sind in Deutschland im Zeitraum von 1845 bis 2005 um das mehr als 6-fache auf nunmehr 75,2 dt/ha gestiegen. Für diesen Ertragsanstieg ist neben verbesserten agrotechnischen Bedingungen vor allem die Pflanzenzüchtung verantwortlich. Parallel mit der Ertragssteigerung ging die Verbesserung der Qualität einher. Die negative Korrelation zwischen Ertrag und Rohproteingehalt ist dabei ungebrochen. Das Resistenzniveau konnte in der Entwicklung neuer Sorten gehalten und verbessert werden. Aktuelle Krankheiten sind in diese Entwicklung einbezogen. Die hohen Ansprüche an Ertrag, Qualität, Resistenz und weitere Merkmalen drücken sich in zunehmender Sortenvielfalt aus. Landwirte nutzen diesen Züchtungsfortschritt gezielt.

Nach der Rekordernte beim Winterweizen im Jahr 2004 fragen viele Landwirte: Wo bleibt der Züchtungsfortschritt? Eine Dezitonne Mehrertrag pro Jahr wurde und wird immer wieder für möglich gehalten und angegeben. Schon hier muss die Einschränkung erfolgen: Züchtung beschränkt sich nicht allein auf Ertrag, und Züchtungsfortschritt ist nicht gleich Ertragsfortschritt. Die Einflüsse respektive Anforderungen an die Neuzüchtung sind sehr komplex, wie in Abbildung 1 aufgezeigt. Die Züchtung neuer Sorten bedeutet neben dem Ertrag weitere Wertigenschaften wie die

Qualität, die Gesundheit oder die Stand- und Winterfestigkeit einer Sorte zu berücksichtigen.

Der Artikel konzentriert sich auf die drei Komplexe Ertrag, Qualität und Gesundheit, beschreibt deren Entwicklung und zeigt die aktuelle Situation in Deutschland auf. Grundlagen dieser Betrachtungen sind die Ergebnisse der Besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung sowie die Beschreibende Sortenliste des Bundessortenamtes. Den Abschluss bilden Schlussfolgerungen aus der aktuellen Situation, verbunden mit einem Ausblick.

Ertragsentwicklung in Deutschland 1845 - 2005

Seit Beginn der offiziellen Aufzeichnungen der Erträge in Deutschland im Jahr 1845, sind die Weizenerträge von 11,5 dt/ha auf 75,2 dt/ha im Jahr 2005 gestiegen (Abb. 2).

Dies bedeutet einen jährlichen Ertragszuwachs von 1,88 dt/ha. Jeder beliebig herausgegriffene Zeitabschnitt liefert andere Werte für den Ertragszuwachs. Von 1845 bis 1945 liegt dieser bei 0,6 dt/ha und Jahr. Für den Zeitraum von 1910 bis 1925 stellt man dagegen einen Ertragsrückgang von 0,2 dt/ha und Jahr fest. Dieser Rückgang ist jedoch hauptsächlich auf wirtschaftliche/politische und nicht auf züchterische/wissenschaftliche Ursachen zurückzuführen. Zur damaligen Zeit hielten selbst namhafte Agrarwissenschaftler weitere Ertragssteigerungen für kaum noch möglich (Heuser 1929). Welche Potenziale letztendlich gefunden und realisiert wurden, zeigt der gänzlich andere Kurvenverlauf ab 1950. 4,9 dt/ha und Jahr Ertragszuwachs weist die Regression bis zum Jahr 2005 aus - fast das Dreifache der Ertragssteigerungen für den gesamten Zeitraum von 1845 bis 2005. Ähnliche Entwicklungen zeigen sich in der Schweiz und Österreich. Fossati und Brabant (2003) weisen für die Schweiz einen jährlichen Ertragszuwachs von 0,8 dt/ha seit 1850 aus. Allein seit 1950 haben sich die Weizenerträge mehr als verdoppelt und lagen 2004 bei 62,8 dt/ha (SBV Statistik 2006). In Österreich wurde im

Abb. 1. Auswahl von Einflussfaktoren auf den Züchtungsfortschritt.



gleichen Zeitraum eine Verdreifachung der Erträge erreicht, von 17,6 dt/ha im Jahr 1950 auf 59,2 dt/ha im Jahr 2004 (STATISTIK AUSTRIA 2008).

Die Pflanzenzüchtung hat mit der kontinuierlichen Bereitstellung neuer Sorten hierfür den Grundstein gelegt. Eine bis dahin nicht gekannte industrielle Entwicklung eröffnete auch der Landwirtschaft neue Möglichkeiten. Die Mechanisierung mit neuen Verfahren der Bodenbearbeitung, der Aussaat, der Ernte und der Aufbereitung/Lagerung sowie die Chemisierung mit dem zunehmenden Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln haben im hohen Maße zu dieser Ertragssteigerung und -sicherung beigetragen. Die Ursachen liegen nach Schuster (1997) für den Zeitraum 1952-1993 gleichrangig bei Züchtung und Agrotechnik. Diese Anteile verschieben sich in Abhängigkeit vom untersuchten Zeitraum. Während für die Zeit von 1970-1986 die Anteile mehr bei der Agrotechnik (32/68) liegen, kehrt sich das Verhältnis für den Zeitraum 1986-1993 mit 77/23 zu Gunsten der Züchtung um. Die Agrotechnik bewegt sich seit einigen Jahren auf sehr hohem Niveau und lässt kurzfristig keine gravierenden Änderungen mehr erwarten. Nahezu alles, was jetzt an Ertragszuwachs geleistet wird, ist damit dem Fortschritt in der Pflanzenzüchtung zuzurechnen. Ähnliche Ergebnisse fanden Brancourt-Hulmel *et al.* (2003) bei Untersuchungen von Winterweizensorten in Frankreich. Sie führen 33 bis 63 % der Ertragssteigerungen im Zeitraum von 1946 bis 1992 auf verbesserte Sorten zurück.

Betrachtet man die Weizenenerträge in den Jahren 1990 bis 2006, kann ein Ertragszuwachs von 0,71 dt/ha und Jahr nachgewiesen werden. Die Schwierigkeit, kurzfristige Ertragsfortschritte

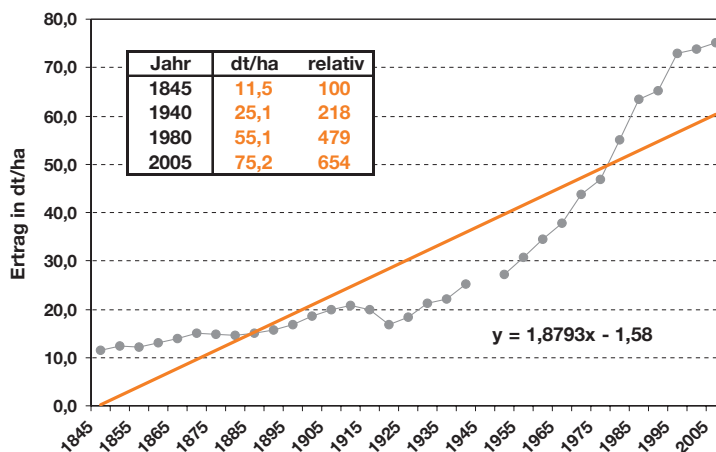


Abb. 2. Winterweizen - Ertragsentwicklung in Deutschland von 1845 -2005 (fünfjährig gleitendes Mittel); Quellen: Schuster (1997); Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland (div. Jg.).

aufzuzeigen, wird aus der Abbildung 3 deutlich.

Für den Zeitraum 2001 - 2006 konnte kein Ertragszuwachs festgestellt werden. Das zugehörige Bestimmtheitsmaß von 0,0 bedeutet jedoch nur, dass für diesen Zeitraum mit den verwendeten Daten eine Aussage zum Ertragsfortschritt nicht möglich ist. Aus den Abbildungen 2 und 3 geht aber auch hervor, dass mit zunehmender Länge des gewählten Zeitraumes, die Aussagen hinsichtlich des Ertragsfortschrittes sicherer werden. Die Bestimmtheitsmaße für den Zeitraum von 1845 - 2005 sowie den beiden angegebenen Teilabschnitten 1845 - 1945 und 1950 - 2005 liegen zwischen 0,80 und 0,99.

Warum aber entsteht dann der Eindruck, dass es in jüngster Zeit keinen Ertragsfortschritt gibt oder zumindest einen kleineren als erwartet?

Ursachen dieser scheinbaren Stagnation sind u.a. in der enormen Ausdehnung der Anbaufläche von Winterweizen in Deutschland zu finden. Von 1990 bis 2005 ist sie um 32 % gestiegen, von 2,37 Mio ha auf 3,12 Mio ha. Im Bundesland Sachsen-Anhalt ist die Weizenanbaufläche im gleichen Zeitraum gar auf 154 % angewachsen.

Das führt unter anderem zu:

- einer Ausdehnung des Weizenanbaus auf bedingt weizenfähige Böden
- einer Zunahme des Anbaus von Weizen in Selbstfolge - Stoppelweizen
- Aussaatzeiten außerhalb der regional bekannten optimalen Zeitspanne

Es soll hier nicht diskutiert werden, warum dies geschehen ist

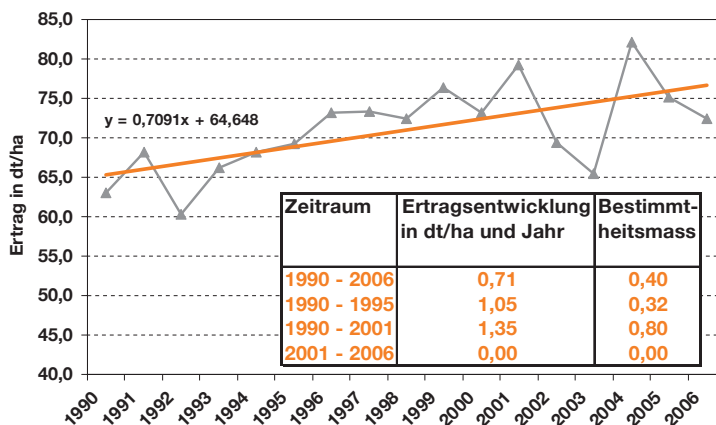


Abb. 3. Winterweizen - Ertragsentwicklung in Deutschland von 1990 - 2006; Quelle: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, 1991 ff.

Tab. 1. Ausgewählte Anforderungen für die Zuordnung zu Qualitätsgruppen;
Quelle: Beschreibende Sortenliste - Bundessortenamt (BSL-BSA, 2007)

Merkmal	Qualitätsgruppe				Absolutniveau Ausprägungs- stufe 5 (APS)*
	E- Elite- Weizen	A - Qualitäts- Weizen	B - Brot- Weizen	C - sonstiger Weizen	
Rohprotein- gehalt	mind. 6	mind. 4	mind. 3	-	13,0 - 13,3 %
Fallzahl	mind. 6	mind. 5	mind. 4	-	256 - 285 s
Sedimenta- tionswert	mind. 7	mind. 5	mind. 3	-	33 - 39 Eh
Volumenaus- beute (RMT)	mind. 8	mind. 6	mind. 4	-	622 - 651 ml

* APS 9 = sehr hoch; APS 5 = mittel; APS 1 = sehr niedrig

oder geschieht. Es bleibt nur festzustellen, dass die Erträge unter solchen Bedingungen deutlich unter denen bleiben, die bei optimalen Anbaubedingungen erreichbar sind. So wurden von Guddat und Schreiber (2005) in Versuchen am Standort Bernburg (Sachsen-Anhalt) bei Stoppelweizen ein Ertragsrückgang um 15,0 bis 19,4 dt/ha und von Hartmann (2001) in Spätsaatversuchen an drei Standorten im Mitteldeutschen Trockengebiet ein Rückgang zwischen 0,1 und 32,6 dt/ha in Abhängigkeit von Sorte, Jahr und Standort nachgewiesen. Gleiches geschieht in der Praxis, und in der Folge wird der mittlere Ertrag, der in der Besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) ausgewiesen wird, gedrückt. Ein «geringerer» oder «scheinbar kein Fortschritt» lautet die Fehlinterpretation.

Qualität als Vermarktungskriterium

Neben dem Ertrag ist die Qualität einer Weizensorte entscheidend

für eine marktgerechte Produktion und damit für ihre Erfassung, Verarbeitung und Verwendung. Auf der Grundlage von definierten Mindestanforderungen bei wichtigen Qualitätseigenschaften werden die Weizensorten bestimmten Qualitätsgruppen zugeordnet (Tab. 1). Das Deutsche und das Schweizer Qualitätssystem stimmen in groben Zügen überein. In beiden Systemen wird von der höchsten Qualität (E bzw. TOP) zur niedrigsten Qualität (C bzw. Futter) differenziert. Die Grenzen für die Schweizer Qualitätsklassen sind aber wesentlich enger gesetzt. So sind die meisten A-Weizen der Klasse II zuzuordnen, variieren jedoch mit einer Bandbreite von einer schlechten Klasse I bis zur Klasse III. In der Abbildung 4 werden beide Qualitätssysteme verglichen und je eine in Deutschland zugelassene Sorte einer Schweizer Qualitätsklasse zugeordnet.

Diese qualitativ differenzierten Sorten kommen in Abhängig-

Abb. 4. Vergleich des Deutschen und des Schweizer Qualitätssystem und die Zuordnung in Deutschland zugelassener Sorten in das Schweizer System.

		Deutsche Qualitätsgruppen			
		E	A	B	C
Schweizer Qualitätsklassen	TOP	Monopol			
	I	Akteur	Türkis		
	II		Tommi		
	III		Akratos	Dekan	
	Futter			Mulan	Skalmeje

keit von Boden- und Klimabedingungen, hier insbesondere der Niederschlagsmenge, und den Produktionszielen (Marktf Frucht- oder Veredlungsproduktion) zum Einsatz. Seling und Lindhauer (2007) geben für die ostdeutschen Bundesländer Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen 76 bis 86 % Anteile E- und A-Weizen in der Weizenproduktion an, während diese in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen zwischen 16 und 36 % liegen. Der Anteil des E-Weizens liegt hier bei unter einem Prozent. In den östlichen Bundesländern, die der trockenen und warmen Witterung des kontinentalen Klimaeinflusses unterliegen, haben E- und A-Weizen eine große Anbaubedeutung (Hartmann 1999).

Milde Winter, die eine lange Vegetationsperiode bedeuten, in Verbindung mit hohen Niederschlagsmengen, erlauben in den nördlichen und westlichen Bundesländern die Realisierung hoher Erträge. Ertragsstarke B- und C-Weizen dominieren hier den Anbau.

Beim genauen Betrachten der Ertrags- und Qualitätsentwicklungen der Sorten in den einzelnen Qualitätsgruppen des Weizens zeigt sich eine deutliche Verbesserung. In der Abbildung 5 ist für die aktuellen Sorten der Zusammenhang zwischen Ertrag und Rohproteingehalt anhand der Ausprägungsstufen dargestellt.

Die negative Korrelation kommt deutlich zum Ausdruck. Im rechten unteren Quadrant sind die qualitativ hochwertigen, aber ertragschwachen E-Weizen, im linken oberen Quadrant hingegen die ertragsstarken C-Weizen, an deren Qualität keine Anforderungen gestellt werden, zu finden. Die A- und B-Weizen stellen die nahtlose Verbindung zwischen den beiden her. Insbesondere im Bereich der

		Rohproteingehalt								
geringer		← →							höher	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		Inspiration (5)							9	Ertrag ↑ höher ↓ geringer
	Skalmeje (5)	Carenius (5) Hermann (2) Winnetou (-)	Boomer (6) Jenga (6) Tuareg (6) Fedor (7) Limes (4) Manager (5)	Paroli (6) Hycory (7)					8	
		Buteo (5) Anthus (5) Mythos (5) Biscay (2)	Cubus (6) Akratos (6) Nirvana (6) Retro (6) Mulan (5) Dekan (4) Certo (3)	Brilliant (6) Türkis (8) Potenzial (7) Impression (6) Meteor (7) Esket (6)	Tommi (6) Schamane (7) Torrid (7)				7	
		Ritmo (5)	Drifter (5) Skater (4) Magnus (6) Contra (4)	Batis (6) Ellvis (6)	Skagen (8) Sokrates (6) Toras (7) Kranich (7) Discus (6) Tarso (7)	Magister (8) Tiger (6)	Format (7)		6	
	E-Weizen A-Weizen B-Weizen C-Weizen						Akteur (8) Aron (8)		5	
						Cetus (9)		Astardo (8)	4	
							Bussard (9)		3	
									2	
							Monopol (9)		1	

A-Weizen ist der enorme Züchtungsfortschritt ersichtlich. Die meisten neueren A-Weizen sind in den Ertragsstufen 7 und 8 zu finden. Stufen, in denen in der Vergangenheit nur C- und ertragreiche B-Weizen zu finden waren. Der züchterische Fortschritt wird im Vergleich zur C-Weizen Sorte *Contra* (in Abb.5 kursiv) deutlich. *Contra* wurde im Jahr 1990 zugelassen und zwar mit der Ertragseinstufung 9, der höchsten Bewertung, die möglich ist. Heute ist *Contra* nur noch in der Ertragsstufe 6 zu finden, weit unterhalb der neuen A-Weizen. Und das nicht, weil sie soviel schwächer geworden wäre. *Contra* realisiert heute noch die gleichen Erträge wie 1990. Es sind die neuen A-Weizen-Sorten, die das höhere Ertragspotential haben. Zu diesen hohen Erträgen bringen die A-Weizen mittlere (APS 5) und höhere Rohproteingehalte. Zieht man als weiteres Qualitätskriterium das Backvolumen hinzu, in Abbildung 5 in Klammer ausgewiesen, dann zeigt der A-Weizen

Türkis ein Backvolumen wie die E-Weizen. Die neuen A-Weizen haben insgesamt deutlich verbesserte Erträge und das bei gleich gebliebener, wenn nicht gar verbesserter Qualität.

Entwicklungen in der Blatt- und Ährengesundheit

Die Resistenzzüchtung ist das beste Beispiel für eine ständige Regeneration des Bestehenden. Hintergrund ist der mehr oder weniger schnelle Zusammenbruch von Resistenzen. Das wiederum hat mit dem natürlichen Abbau von Resistenz, der Nutzung der Sorte und in erheblichem Maß mit veränderten agrotechnischen Bedingungen zu tun, so u.a.:

- Veränderte Fruchtfolgen, Beschränkung auf wenige Kulturen, hoher Getreideanteil bis hin zur Weizenselbstfolge (Stoppelweizen)
- Konzentration der Weizenproduktion durch Anbauausdehnung

- Veränderte Bodenbearbeitungsstrategien - Minimalbodenbearbeitung

- Anpassen der Produktionsbedingungen an optimale Intensitäten

- Bevorzugung weniger Sorten in der Praxis - von insgesamt 143 in Deutschland zugelassenen/vertriebsfähigen Sorten beanspruchen zehn Sorten 54 % der Vermehrungsfläche (Tab. 2).

Trotz dieser sehr nachteiligen Bedingungen zum Erhalt der Pflanzengesundheit steigt die Anzahl der Sorten mit verbesserten Resistenzen (Abb. 6), bei gleichzeitig steigender Sortenzahl.

Mit Ausnahme von Blattseptoria und noch stärker bei DTR (*Drechslera tritici-repentis*) sind heute weit mehr als die Hälfte der Sorten in jeder Krankheit sogar besser als mittel eingestuft. Dabei sind Sorten mit Resistenzen beziehungsweise Toleranzen für

Abb. 5. Klassifizierung ausgewählter Weizensorten* nach Rohproteingehalt und Ertrag (in Klammern Backvolumen); Quelle: BSL-BSA (2007).

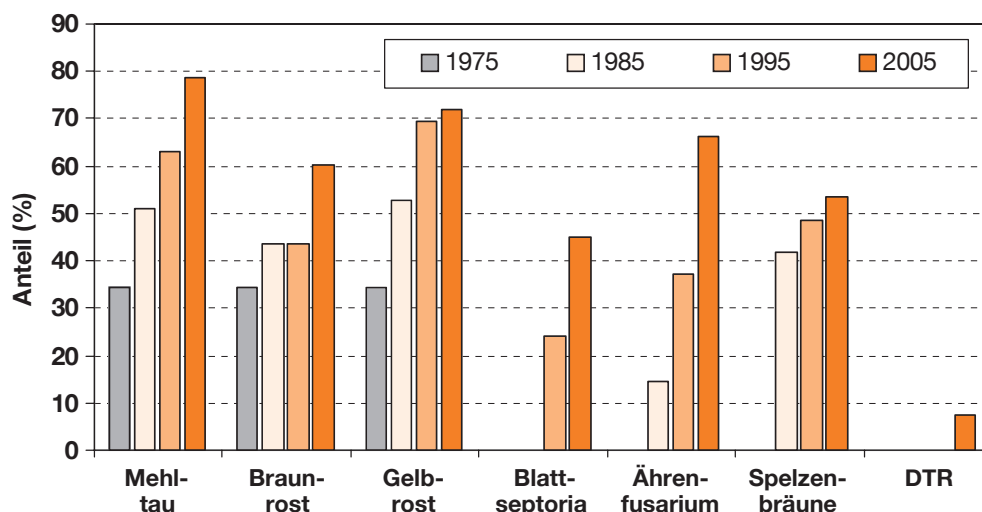
Tab. 2. Vermehrungsflächen 2007 der zehn bedeutendsten Winterweizensorten;
Quelle: BSL-BSA (2007)

Sorte			Vermehrungsfläche (ha)	Vermehrungsfläche (%)		Jahr der Sortenzulassung
				je Sorte	kumulativ	
Gesamt			57,365	100		
1	Dekan	B	5,254	9,2	9	1999
2	Tommi	A	4,729	8,2	17	2002
3	Cubus	A	3,449	6,0	23	2002
4	Akteur	E	3,440	6,0	29	2003
5	Hermann	C	3,388	5,9	35	2004
6	Brilliant	A	2,789	4,9	40	2005
7	Türkis	A	2,688	4,7	45	2004
8	Paroli	A	1,701	3,0	48	2004
9	Mulan	B	1,648	2,9	51	2006
10	Schamane	A	1,607	2,8	54	2005

Krankheiten, die erst in Folge der sich ändernden agrotechnischen Bedingungen Aufmerksamkeit erlangten - wie etwa Blattseptoria oder Ährenfusarium - in kürzester Zeit entwickelt worden. Demgegenüber sind die Fortschritte bei DTR deutlich geringer. Stellt man die Frage nach der Kombination dieser Resistenzen/Toleranzen in einer Sorte, so wird aus der Abbildung 7 ersichtlich, dass 49 Sorten bei der Anfälligkeit für Krankheiten in der Kombination Mehltau plus Braunrost plus Gelbrost besser als mittel einzustufen sind.

Wird zusätzlich nach einer Kombination mit Blattseptoria, Ährenfusarium, Spelzenbräune und DTR gesucht, so reduziert sich die Anzahl der Sorten auf neun. Die kontinuierliche Verbesserung der Gesundheit - Anstieg der Sortenzahl, Anstieg der Zahl gesunder Sorten, Anstieg der Zahl der Sorten mit kombinierten Resistenzen/Toleranzen und Einbeziehung neuer Krankheiten in die Resistenzzüchtung - ging einher mit einer ständigen Steigerung des genetisch fixierten «Ertragssockels» (Spanakakis, 2001).

Abb. 6. Anteil Sorten mit fehlender bis geringerer/mittlerer Anfälligkeit bei ausgewählten Krankheiten (APS 1 - 4); Quelle: BSL-BSA (1975 - 2005)



Diese positiven Entwicklungen in der Resistenzzüchtung erfahren in der Praxis zunehmende Beachtung, wenn auch keine der in Tabelle 2 genannten Sorten zu den gesündesten zählt. Manche zeigen bei einzelnen Krankheiten sogar große Schwächen. Gesundheit, Qualität und weitere Merkmale, wie Stand- oder Winterfestigkeit, sind wichtige Auswahlkriterien für oder gegen eine Sorte. Entscheidendes Merkmal aber ist der Kornertrag. Neun der zehn Sorten sind im Kornertrag in den Stufen 7 und 8, hoch und hoch bis sehr hoch, zu finden. Die Sorten *Brilliant* und *Türkis* verkörpern zum Beispiel erfolgreiche Kombinationen von Ertrag, Qualität, Gesundheit, Winterfestigkeit und Standfestigkeit. Und die Sorte *Akteur* zählt mit der Ertragsnote 5 zu den ertraglich besten und stabilsten E-Weizen.

Dass die Landwirte Züchtungsfortschritt nutzen, verdeutlichen die Zulassungsjahre der zehn vermehrungsstärksten Sorten (Tab. 2). Es handelt sich ausschließlich um neue oder neueste Sorten. *Dekan* zeigt sich in dieser Tabelle schon als «alte» Sorte.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Ertragsniveau neuer Sorten steigt nach wie vor. Der Ertrag ist der wichtigste aber nicht der alleinige Maßstab für den Züchtungsfortschritt. Er kann und darf nicht losgelöst von anderen Werteigenschaften, wie Resistenz oder Qualität betrachtet werden. Spezifische Qualitäts- und Resistenzanforderungen, aber auch stark differierende Anbaubedingungen werden durch die Züchtung mit der Bereitstellung einer zunehmenden Sortenvielfalt abgedeckt. Die Kombinationsmöglichkeiten von Ertrag, Resistenz, Qualität und anderen Werteigenschaften sind nicht ausgeschöpft. Die Nachfrage nach Agrarprodukten steigt kontinuierlich. Für eine weitere Ertragsentwicklung

auf begrenzter Fläche sind Verfahren der Biotechnologie und der Gentechnik zu prüfen und gegebenenfalls zu nutzen. Veränderte Produktionsbedingungen sowie Vegetationsabschnitte mit teilweise extremen Witterungsverläufen beeinflussen stark die Durchschnittserträge. Wie lange Ertragsfortschritt, getragen durch neue Sorten, in dem bisherigen Maß anhalten wird, vermag niemand zu sagen. Unter sich ändernden Umweltbedingungen kann es ein Fortschritt sein, das derzeitige Ertragsniveau halten zu können.

Literatur

- Brancourt-Hulmel M., Doussinault G., Lecomte C., Bérard P., Le Buanec B. & Trottet M., 2003. Genetic Improvement of Agronomic Traits of Winter Wheat Cultivars Released in France from 1946 to 1992. *Crop Science* **43**, 37-45.
- BSL – BSA, 1975 ff., Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig) und Hackfrüchte (außer Kartoffeln) 1975 ff., Herausgeber Bundessortenamt, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Fossati D. & Brabant C., 2003. Die Weizenzüchtung in der Schweiz, *AGRARForschung* **10** (11-12), 447-458.

■ Guddat C. und Schreiber E., 2005. Wenn Weizen Weizen folgt. *Bauernzeitung* **46** (50), 14-18.

■ Hartmann G., 1999. Sortenwahl bei Winterweizen – Ein Gratisfaktor für eine rentable Produktion, *Vortr. Pflanzenzüchtg.* **44**, 156-159.

■ Hartmann G., 2001. Winterweizen – Spätsaaten im Mitteldeutschen Trockengebiet. In: Berichte aus der Agrarwissenschaft, Gestaltung der Anbauverfahren landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Fachbeiträge anlässlich des 65. Geburtstages von Prof. Dr. Hans-Georg Stock; Herausgeber Wulf Diepenbrock, Shaker Verlag Aachen.

■ Heuser W., 1929. Die Struktur des Ertrages einiger Roggen- und Weizensorten und ihr Verhalten bei verschiedenem Standraum, Forschungen auf dem Gebiet des Pflanzenbaues und der Pflanzenzüchtung – Festschrift zum siebenzigsten Geburtstag von KURT von RÜMKER.

■ Schuster W., 1997. Welchen Beitrag leistet die Pflanzenzüchtung zur Leistungssteigerung von Kulturpflanzenarten?, *Pflanzenbauwissenschaften* **1** (1), 9-18.

■ Seling, S. und Lindhauer, M., 2007. Die Qualität der deutschen Weizenernte 2007, Teil 1: Quantitatives und qualitatives Ergebnis in Bund und Ländern, *Mühle + Mischfutter* **144** (20), 692-704.

Erreger	Anzahl Sorten mit den Ausprägungsstufen 1 – 4	
Mehltau	115	
+ Braunrost	89	
+ Gelbrost	49	
+ Blattseptoria	44	88
+ Ährenfusarium	24	65
+ Spelzenbräune	17	56
+ DTR	9	57

- Spanakakis A., 2001. Nutzung des Züchtungsfortschrittes in der Weizenproduktion, Getreide, Mehl und Brot **55** (4), 195-203.
- STATISTIK AUSTRIA Statistisches Jahrbuch 2008.
- Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, 2006. SBV, Brugg.
- Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1991 ff., Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart.

Abb. 7. Anzahl Winterweizensorten mit kombinierten Anfälligkeiten für Krankheiten in den APS 1 (fehlend oder sehr gering) – 4 (gering bis mittel); Quelle: BSL – BSA (2007)

RÉSUMÉ

Rendement: un critère de mesure des progrès de la sélection végétale du blé?

Les rendements céréaliers en Allemagne ont augmenté de plus de 6 fois entre 1845 et 2005 pour atteindre 75,2 dt/ha. Cette augmentation s'explique par une amélioration des techniques agricoles, mais principalement par la sélection végétale. Parallèlement à des rendements plus élevés, la qualité s'est aussi améliorée. Néanmoins, la corrélation négative entre le rendement et la matière azotée existe toujours. Le niveau de résistance, également en réponse à des maladies actuelles, pourrait être maintenu ou amélioré avec le développement de nouvelles variétés. Des exigences élevées en termes de rendement, qualité, résistance, et autres caractéristiques entraînent une augmentation de la diversité variétale. Les producteurs bénéficient de ces progrès variétaux ciblés.

SUMMARY

Is yield a measure for breeding improvement in wheat?

Between 1845 and 2005 yields of German wheat production increased more than 6-times to 75,2 dt/ha. Reasons are not only improved agricultural technology, but also particularly plant breeding. In combination with increasing yields, quality improved too. The negative correlation between yield and crude protein still exists. Breeding of new varieties, which takes current diseases into account, leads to a steady or even rising resistance level. High standards of yield, quality, resistance and other traits lead to an increasing breed diversity, which meets farmers demand.

Key words: wheat, yield, yield increase, quality, disease resistance, variety