

Entwicklung der Weizenerträge in Deutschland - Welchen Anteil hat der Zuchtfortschritt?

Progress in winter wheat yield in Germany - What's the share of the genetic gain?

Jutta Ahlemeyer^{1*} und Wolfgang Friedt¹

Abstract

For the current stagnation of winter wheat yields in Germany several reasons are discussed, like e.g. the increase of temperatures during the grain filling period, the expansion of winter wheat growing areas and changes in crop rotation. In order to determine the influence of the genetic gain, a set of 90 winter wheat cultivars, which were registered in Germany between 1966 and 2007 is currently analysed in field trials at five sites over three years at two treatment levels. On basis of results of the first two years the genetic improvement in grain yield

is calculated at 34 kg·ha⁻¹·yr⁻¹ in the fully treated variant and at 37.5 kg·ha⁻¹·yr⁻¹ for the variant without fungicide and with reduced fertilizer treatment. The increase in grain yield is attended by a better resistance to diseases like powdery mildew, leaf rust and Septoria leaf blotch. Altogether our results give no hints that the stagnation in yield on farmers field is due to stagnation in the genetic improvement of cultivars.

Keywords

Breeding, disease resistance, genetic improvement, grain yield, *Triticum aestivum*

Einleitung

In den vergangenen fünf Jahrzehnten sind die Winterweizenerträge in Deutschland im Mittel um fast eine Dezitonne pro Hektar und Jahr gestiegen (Besondere Erntermittlung; *Abbildung 1*). Betrachtet man den Verlauf dieses Anstiegs detaillierter, indem man die jährliche Veränderung der Erträge anhand einer entsprechenden Regression über einen Zeitraum von 15 Jahren berechnet, so wird deutlich, dass der durchschnittliche jährliche Ertragszuwachs in den 1960er und 1970er Jahren bei etwa 0,9 dt·ha⁻¹ lag. Ende der 1970er Jahre stiegen die Ertragszuwächse sogar noch an, so dass Anfang der 1980er Jahre maximale jährliche Zuwächse von fast 1,7 dt·ha⁻¹ erreicht wurden. Seit Mitte der 1980er Jahre ist diese Entwicklung rückläufig bis hin zur Stagnation. In ähnlicher Weise entwickelten sich auch die Erträge für Wintergerste und Roggen im gleichen Zeitraum.

Als mögliche Ursachen für eine Stagnation der Erträge werden u.a. die zunehmenden Wetterextreme diskutiert. Die Jahresdurchschnittstemperatur hat sich in den vergangenen 60 Jahren in Deutschland um durchschnittlich 0,7°C erhöht (DWD). Gerade in der für die Ertragsentwicklung wichtigen Kornfüllungsphase im Mai hat die Monatsdurchschnittstemperatur im gleichen Zeitraum sogar um 1,9°C zugenommen. Diese Temperaturerhöhung geht einher mit starken sowohl zeitlichen als auch räumlichen Schwankungen in der Niederschlagsverteilung mit einer entsprechenden Zunahme von Starkregen-Ereignissen und Frühlings-Trockenheit (TRÖMEL und SCHÖNWIESE 2008).

Ein weiterer Faktor mit potenziell negativem Einfluss auf den Durchschnittsertrag von Winterweizen ist die

Ausweitung der Anbaufläche in Deutschland (*Abbildung 2*). Während die Winterweizen-Anbaufläche Anfang der 1960er Jahre bei rund 1,8 Mio. Hektar lag, werden inzwischen mehr als 3 Mio. Hektar mit Winterweizen bestellt. Damit wird auf etwa einem Viertel der bundesdeutschen Ackerflächen Winterweizen angebaut. Ein guter Teil dieser Flächen war früher weniger anspruchsvollen Getreidearten wie Wintergerste oder Roggen vorbehalten. Gleichzeitig haben sich auch die Fruchtfolgen verschoben. Anfang der 1960er Jahre wurden zu etwa ähnlichen Anteilen Roggen, Winterweizen und Wintergerste aber auch Kartoffeln angebaut. Auf Rang fünf rangierte Hafer mit immerhin noch gut 1 Mio. Hektar. Heute ist Winterweizen die dominierende Feldfrucht, gefolgt von Wintergerste, Mais und Raps. Sowohl der Hafer- als auch der Hackfrucht-Anbau sind inzwischen relativ gering. Insgesamt kommen als mögliche Ursache für die Ertrags-Stagnation bei Winterweizen eine Vielzahl von möglichen Einflussfaktoren und deren komplexe Interaktionen in Frage. Die Sorte als ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Ertrag soll im Folgenden anhand von Ergebnissen zweijähriger Exakt-Versuche mit insgesamt 90 Winterweizen-Sorten, die in den letzten 40 Jahren zugelassen wurden, näher untersucht werden.

Material und Methoden

Das Untersuchungssortiment besteht aus 90 Winterweizen-Sorten, die zwischen 1966 und 2007 zugelassen wurden. Die Auswahl erfolgte anhand der für die Feldbesichtigung angemeldeten Vermehrungsflächen der Sorten und aufgrund ihrer Qualitätseinstufung (*Abbildung 3*).

¹ Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Heinrich-Buff-Ring 26-32, D-35392 GIESSEN

* Ansprechpartner: Jutta AHLEMEYER, jutta.ahlemeyer@agr.uni-giessen.de

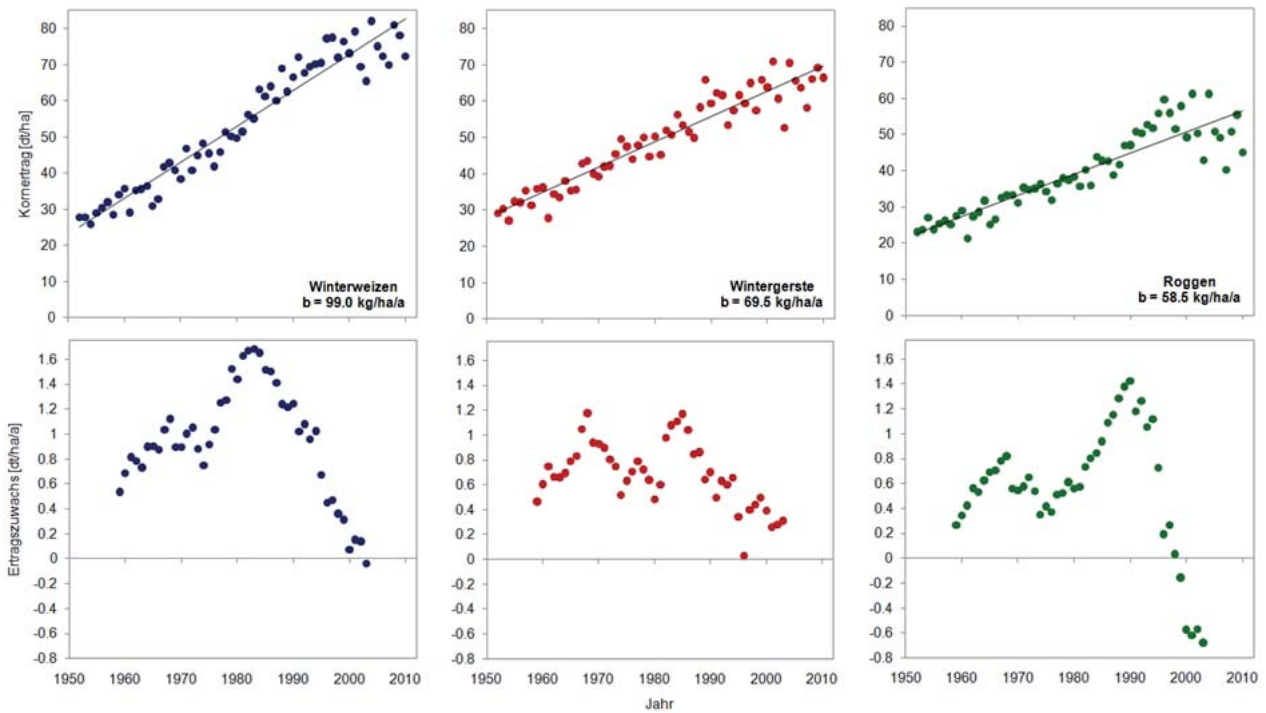


Abbildung 1: Erträge von Winterweizen, Wintergerste und Roggen im Zeitraum 1952 bis 2010 in Deutschland (oben) und der mittlere jährliche Ertragszuwachs (unten) (Quelle: Besondere Ernteermittlung, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, <http://www.bmelv-statistik.de/de/fachstatistiken/besondere-ernteermittlung>)

Figure 1: Yields of winter wheat, winter barley and rye (from left to right) between 1952 and 2010 in Germany (top) and the average annual increase in yield (bottom)

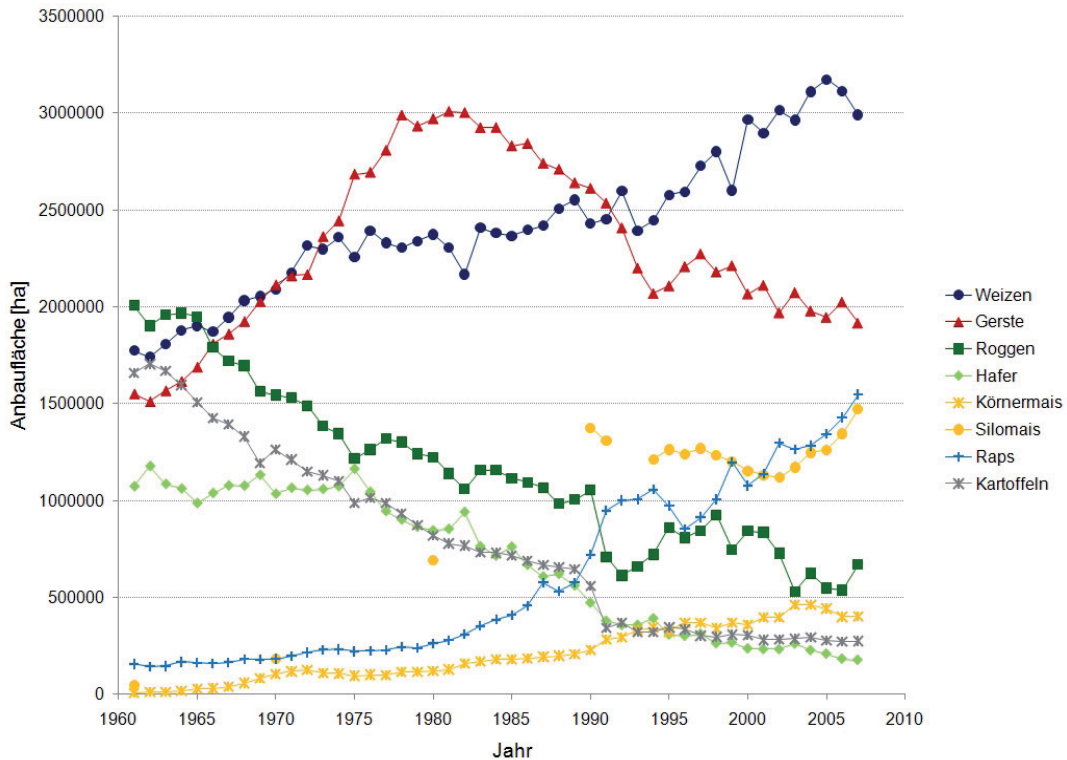


Abbildung 2: Anbauflächen der wichtigsten Feldfrüchte in Deutschland zwischen 1961 und 2007 (Quelle: FAOStat; <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>)

Figure 2: Production areas of wheat, barley, oilseed rape, forage maize, rye, corn, potato and oat (order corresponds to order of the curves from top to bottom in 2007) in Germany between 1961 and 2007 (Source: FAOStat)

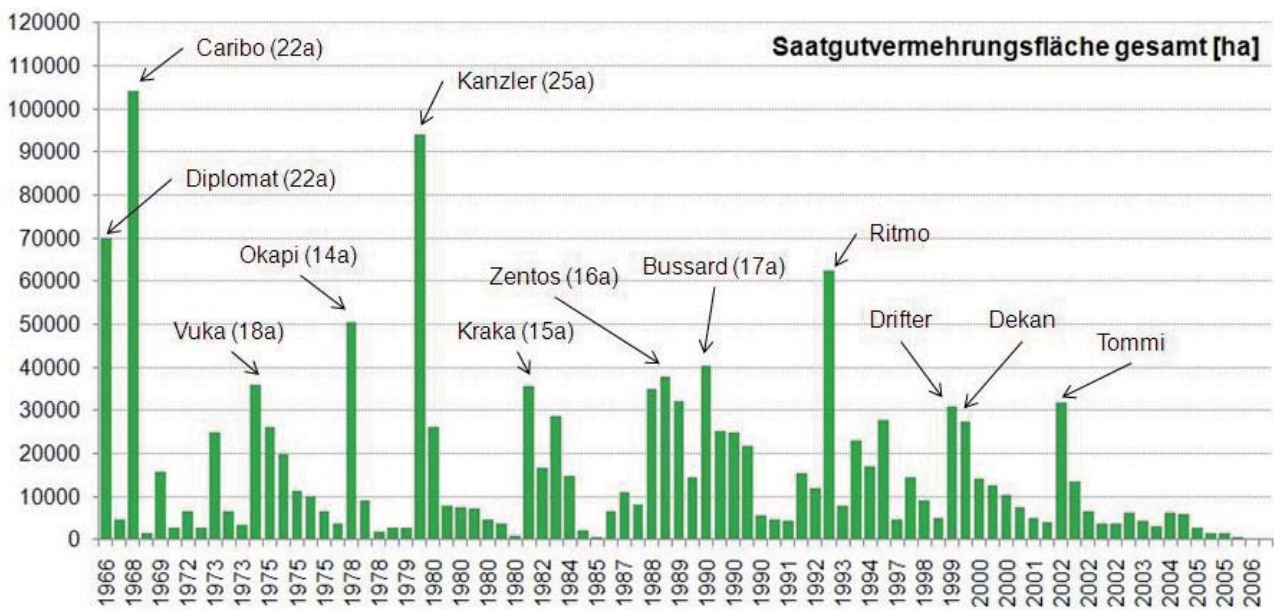


Abbildung 3: Vermehrungsflächen der Sorten des Untersuchungssortiments. In Klammern angegeben ist der Zeitraum, über den die Sorte vermarktet wurde.

Figure 3: Seed production areas of the cultivar set under investigation and their years on the market (given in brackets)

Das Sortiment wird zurzeit über einen Zeitraum von 3 Jahren (Erntejahre 2009 bis 2011) an fünf Orten in Deutschland in Leistungsprüfungen angebaut. An drei der fünf Standorte (Gießen, Rauschholzhausen, Groß Gerau) wurden die Versuche in den Erntejahren 2009 und 2010 in drei Wiederholungen angelegt, wobei je eine Wiederholung bei leicht reduzierter Düngung unbehandelt blieb und zwei Wiederholungen ortsüblich gedüngt und mit Fungizid behandelt wurden. An den zwei übrigen Standorten (Seligstadt und Nienstädt in 2009 bzw. Moosburg in 2010) wurden zwei Wiederholungen angebaut und ortsüblich gedüngt und behandelt.

Die Anlage der Versuche erfolgte in Form von Alpha-Gittern mit 10er Teilblöcken. Zur Abschätzung der Versuchsfehler der einzelnen Versuche wurden zunächst die Umwelten getrennt gemäß des Versuchsdesigns ausgewertet.

Anschließend wurden für alle Sorten die geschätzten Randmittel getrennt nach Behandlungsstufe mit Hilfe eines gemischten Modells über alle Umwelten berechnet. Der Zuchtfortschritt wurde als der Regressionskoeffizient der Regression der Sortenerträge auf dem Zulassungsjahr geschätzt.

Ergebnisse und Diskussion

Ertragsermittlung in den Feldversuchen

In der behandelten Stufe wurden in den einzelnen Umwelten im Versuchsmittel zwischen 67 und 98

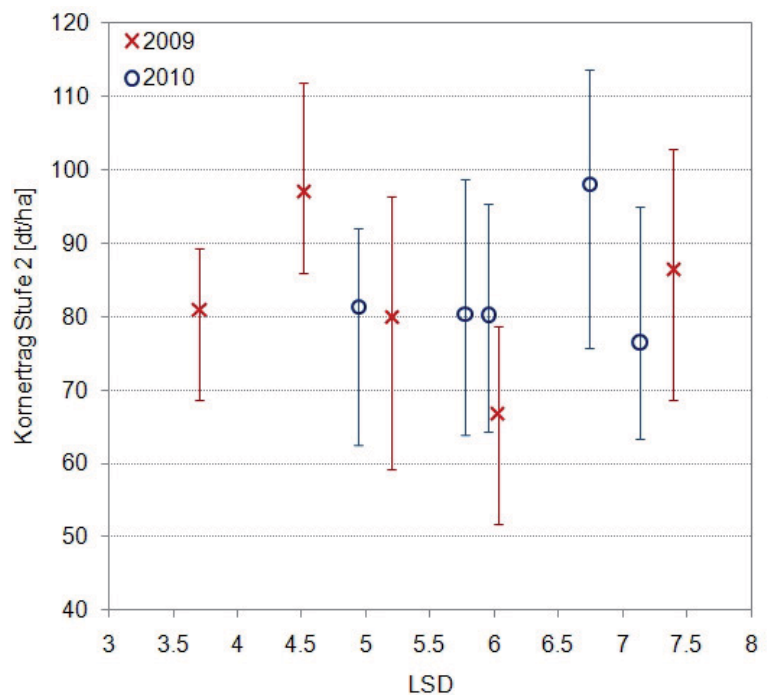


Abbildung 4: Mittlere Kornträge und LSDs der Versuche für die ortsüblich behandelte Variante (Fehlerbalken entsprechen der Variationsbreite)

Figure 4: Grain yields and LSDs for the fully treated variant of the field trials (error bars correspond to range)

dt \cdot ha $^{-1}$ geerntet (Abbildung 4). Der Sorteneffekt ist in allen Umwelten signifikant. Die LSDs (least significant differences) liegen zwischen 3,7 und 7,4 dt \cdot ha $^{-1}$. Die Sortenerträge in den einzelnen Umwelten sind mit den aus der einstufigen Analyse geschätzten Randmitteln zwischen 34,1 und 77,1% korreliert. In der Behandlungsstufe 1 wurden in den einzelnen Umwelten zwischen 53,2 und 87,7 dt \cdot ha $^{-1}$ geerntet. Die Korrelationen

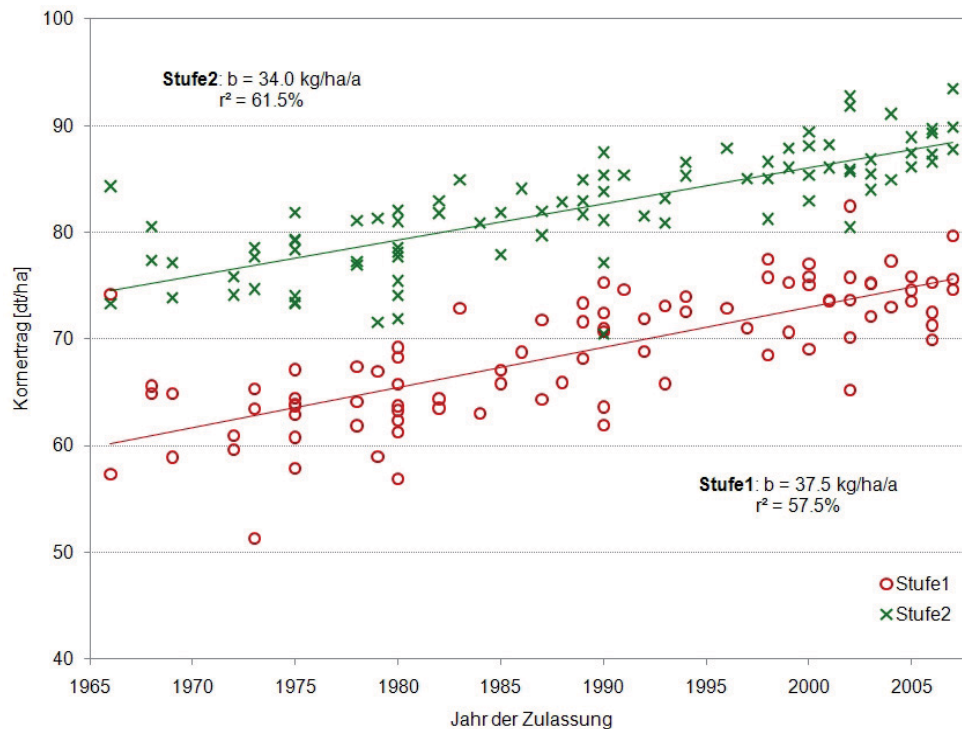


Abbildung 5: Mittlere Kornträge der Sorten in Relation zum Jahr ihrer Zulassung. Der Regressionskoeffizient (b) entspricht der mittleren jährlichen Ertragszunahme aufgrund verbesserter Sortenleistung

Figure 5: Grain yield of varieties in relation to their year of release. The regression coefficient (b) corresponds to the average annual increase in yield due to genetic improvement

zwischen den Sortenleistungen in den Einzelumwelten und den geschätzten Randmitteln aus der Verrechnung über alle Umwelten liegen in dieser unwiederholt angebaute Behandlungsstufe zwischen 34,0 und 75,3%.

Schätzung des Zuchtfortschritts

Der im Mittel in den vergangenen 40 Jahren in Deutschland allein aufgrund verbesserter Sortenleistung erreichte Ertragsfortschritt schätzt sich aus der Regression der Sortenmittel über die Jahre ihrer Zulassung mit 34,0 kg pro Hektar und Jahr in der behandelten und 37,5 kg pro Hektar und Jahr in der unbehandelten Variante. Die Erträge der vor 40 Jahren

zugelassenen Sorten liegen im Mittel in der unbehandelten Variante 15 dt ha⁻¹ (entsprechend 25%) unter den Erträgen der aktuellen Sorten. In der behandelten Variante wurden bei den alten Sorten im Mittel 14 dt ha⁻¹ (entsprechend 19%) weniger geerntet als bei den aktuellen.

Der aus unseren Versuchen für den Zeitraum 1966 bis 2007 geschätzte Zuchtfortschritt liegt damit mehr als doppelt so hoch wie der Ertragsfortschritt, den KARPENSTEIN-MACHAN und SCHEFFER (1989) für den Zeitraum zwischen 1921 und 1978 aus Exaktversuchen mit 10 Sorten in zwei Behandlungsstufen schätzten (15,8 bzw. 12,8 kg ha⁻¹ a⁻¹). Im Gegensatz zu den Praxiserträgen ist die allein aufgrund

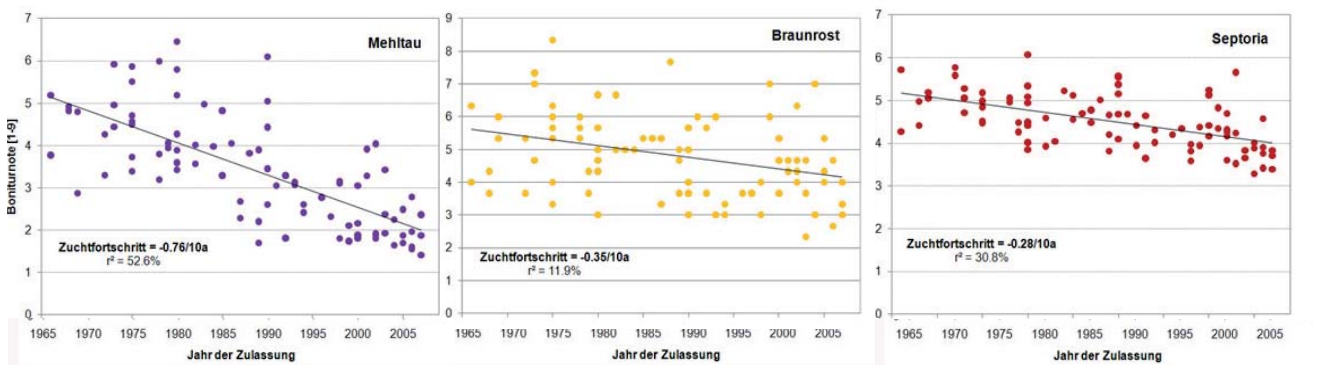


Abbildung 6: Anfälligkeit der Winterweizensorten gegenüber Mehltau, Blattseptoria und Braunrost in Relation zum Jahr ihrer Zulassung

Figure 6: Susceptibility to powdery mildew, Septoria leaf blotch and leaf rust (from top to bottom) of winter wheat varieties in relation to their year of release

des Zuchtfortschritts erzielte Ertragszunahme auch in den letzten Jahren ungebrochen (vgl. *Abbildung 1* und *Abbildung 5*).

Neben dem Ertrag ist auch die Krankheitsresistenz der aktuellen Sorten gegenüber denen früherer Zulassungszeiträume deutlich verbessert. Die Anfälligkeit gegenüber Mehltau hat im Mittel alle 10 Zulassungsjahre um 0,76 Boniturnoten abgenommen (*Abbildung 6*). Während einige der älteren Sorten mit Noten über 5 bonitert wurden, wurde die Anfälligkeit der aktuellen Sorten im Mittel mit zwei eingestuft. Auch für Braunrost und Blattseptoria nimmt die Anfälligkeit der Sorten mit jüngerem Zulassungsjahr deutlich ab. Gleichzeitig zeigt die geringe Differenz im Ertragsfortschritt zwischen beiden Behandlungsstufen, dass die erfolgreiche Resistenzzüchtung der vergangenen Jahrzehnte nicht zu Ertragseinbußen geführt hat.

Schlussfolgerung

Insgesamt ergeben sich aus den Versuchsergebnissen keine Hinweis darauf, dass die Stagnation der Winterweizen-

Erträge in der landwirtschaftlichen Praxis auf das Erreichen eines genetisch bedingten Limits zurückzuführen wäre. Vielmehr scheint die züchterische Verbesserung der Sorten hinsichtlich ihres Ertrags ungebrochen.

Danksagung

Für die gewissenhafte Durchführung von Feldversuchen danken wir der KWS Lochow GmbH, der Nordsaat Saatzuchtgesellschaft mbH, der Dieckmann GmbH & Co. KG und der SAATEN-UNION Versuchsstation Moosburg.

Literatur

- KARPENSTEIN-MACHAN M, SCHEFFER MK, 1989: Der Werdegang unserer Weizensorten - dargestellt anhand der Erträge und Ertragsaufbaus von Sorten ab 1921 bis zu den heutigen modernen Sorten. *Angew. Bot.* 63, 417-427.
- TRÖMEL S, SCHÖNWIESE CD, 2008: Robust trend estimation of observed German precipitation. *Theor. Appl. Climatol.* 93, 107-115.