

## **Einfluss des Ertragspotentials des Standorts und des Anbausystems auf die Züchtungskriterien bei Weizen in Deutschland**

### **Influence of Environment on Breeding Criteria for Wheat in Germany**

J. P. Baresel<sup>1</sup>, H. J. Reents<sup>1</sup>, G. Zimmermann<sup>2</sup>

**Key words:** Wheat, genotype-environment-interactions, organic farming

**Schlüsselwörter:** Weizen, Genotyp-Umwelt-Interaktionen, Ökologischer Landbau

#### **Abstract:**

*Baking quality is a major problem of wheat production in organic farming in Germany. The main reason is low protein content, but also different gluten characteristics. The aim of our investigations was to verify, whether selection of varieties with special adaptation to organic farming (or OF systems with particular low input) is advantageous. 66 Genotypes of winter wheat (registered German varieties, breeding lines, older varieties and varieties bred for organic farming) were compared in 5 environments over two years. Yield, protein content and quality parameters were assessed. Aptitude to LI- or HI- conditions was determined using intravarietal linear regression. While selection for special adaptation proved to be superior for yield and protein yield, this could not be confirmed for gluten characteristics.*

#### **Einleitung und Zielsetzung:**

Für den Ökologischen Landbau werden Weizensorten benötigt, die auch bei relativ niedriger N-Verfügbarkeit die von den Verarbeitern gestellten Anforderungen hinsichtlich der Backqualität erfüllen. Die derzeit in Deutschland verfügbaren Sorten sind für die Bedingungen des intensiven konventionellen Landbaus gezüchtet worden; ihre Ertragsleistungen und Qualitätseigenschaften unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus sind oft unzureichend. Daher wird immer häufiger gefordert, eigene Sorten für den Ökologischen Landbau (ÖL) zu entwickeln. Zu berücksichtigen ist, dass innerhalb des ÖL die Unterschiede in der Ertragsfähigkeit der Standorte und Produktionssysteme oft genauso groß sind wie die Ertragsunterschiede zwischen ökologischem und konventionellem Landbau. Ziel der hier beschriebenen Arbeiten war

- (1) das Potential einer solchen speziellen Züchtungen für den ÖL abzuschätzen
- (2) festzustellen, ob eine darüber hinausgehende Differenzierung zwischen Produktionssystemen bzw. Graden der Anbauintensität notwendig ist.
- (3) zu prüfen, ob hierfür besondere Züchtungsprogramme, gegebenenfalls mit erweitertem Genpool, notwendig sind.

#### **Methoden:**

Insgesamt wurden 70 Genotypen untersucht, die in folgende Gruppen eingeteilt werden können: (1) Standardsorten (2) Zuchtstämme bayerischer Züchter, bei denen Eignung für den ÖL vermutet wurde (3) Ältere Sorten und Landsorten (4) Züchtungen für den Ökologischen Landbau, in der die Sorten *Ökostar*, (*heute Naturastar*) aus Deutschland sowie *Arus*, *Atar*, *Asita*, *Pollux* und *Wega* (*heute Wenga*) aus der Schweiz. Letztere sind, z. T. unter Verwendung genetischer Ressourcen, gezielt unter den Bedingungen des ÖL gezüchtet worden. Die Zuchtstämme entstammten dagegen Züchtungsprogrammen für Bedingungen konventioneller Bewirtschaftung.

---

<sup>1</sup> LS für Ökologischen Landbau TUM-Weihenstephan 85350 Freising, baresel@wzw.tum.de

<sup>2</sup> Bay. Landesanstalt f. Landwirtschaft 85354 Freising, Vöttinger Straße 38

Das Material wurde an 5 Standorten über 2 Jahre (2002-2003) in Parzellenversuchen geprüft. Zwei der Standorte wurden mit etwas reduzierter N-Düngung, konventionell bewirtschaftet, die restlichen nach den Richtlinien für den Ökologischen Landbau mit Leguminosenvorfrucht ohne zusätzliche N-Düngung. Neben den Kornerträgen wurden die Rohproteingehalte, der Sedimentationswert nach Zeleny und weitere Qualitätsparameter ermittelt.

Für die Selektion in der Züchtung ist es von Bedeutung, zu wissen, welche Genotypen in welchen Umwelten besser abschneiden und unter welchen Umweltbedingungen die Selektion am effizientesten ist. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Anbauintensität. Unter einem intensivem Anbausystem (HI, High-Input) versteht man ein Anbausystem mit einem auf die Fläche bezogen hohem Einsatz von Produktionsmitteln und folglich hoher Ertragsleistung; bei extensiven (LI, Low-Input) Anbausystemen ist beides niedrig. Es gibt keine einheitliche Vorstellung darüber, wo die Grenze zwischen HI- und LI- Systemen anzusetzen ist. Häufig wird „LI“ mit „ökologisch“ und „HI“ mit „konventionell“ gleichgesetzt. Eines der Ziele dieser Untersuchungen ist es aber, eine für die Züchtung sinnvolle Differenzierung der Umwelten erst zu finden, wenn nötig auch innerhalb des Ökologischen Landbaus. Daher wird zunächst ein kontinuierliches Maß für die Anbaubedingungen benötigt. Die verbreitetste Methode ist die lineare Regression der individuellen Erträge bzw. Ausprägungen anderer Merkmale auf die Umwelt-Mittel nach FINLAY und WILKINSON (1963). Da nach den durchgeführten Wachstumsbeobachtungen neben der primär limitierenden N-Verfügbarkeit andere limitierende Faktoren wie z. B. Krankheiten oder Unkrautbefall nur eine untergeordnete Rolle spielten, erscheint diese Vorgehensweise gerechtfertigt. Anhand der Regressionsgleichung kann die erwartete Ertragsleistung ( $\hat{E}$ ) für jedes beliebige Ertragsniveau ( $E$ ) einer Umwelt berechnet werden. Wir betrachten zunächst die Extremwerte, d. h. den erwarteten Ertrag an den Umwelten mit den höchsten und den niedrigsten mittleren Erträgen. ( $\hat{E}_{\min}$  und  $\hat{E}_{\max}$ ). Diese Beiden Werte geben, wenn auch überzeichnet, die Eignung für die intensiveren bzw. extensiveren Anbausysteme wieder. Durch den Schnittpunkt ( $G$ ) der Regressionsgerade mit der Diagonalen lassen sich die Bereiche abgrenzen, in denen die Leistung der Sorte besser oder schlechter ist als das Umweltmittel.

Die Rohproteinträge wurden in gleicher Weise beurteilt, für den Sedimentationswert ( $S$ ) wurde das Umwelt-Mittel durch den Rohproteingehalt ersetzt.

### **Ergebnisse und Diskussion:**

In Abb. 1 sind als Beispiel die Regressionsgeraden zweier Zuchtstämme gezeigt. Zuchtstamm A erzielt unter Umweltbedingungen mit hohem Ertragspotential überdurchschnittliche Erträge, der Zuchtstamm B unter Bedingungen mit niedrigem Ertragspotential. Der Grenzwert (d. h. der Schnittpunkt [ $G$ ] der Regressionsgeraden mit der Diagonalen) liegt in diesen beiden Fällen bei ca. 50 dt/ha, was aber nicht immer der Fall sein muß.

Die aus dieser Berechnung abgeleitete Gegenüberstellung der  $\hat{E}_{\min}$  und  $\hat{E}_{\max}$  – Werte (Abb. 2) zeigt eine sehr geringe, leicht negative Korrelation. Am Beispiel einer (willkürlich gewählten) Selektion von HI- und LI- Sorten kann in Abb. 2 gezeigt werden, dass sowohl unter HI- als auch unter LI- Bedingungen Sorten mit überdurchschnittlichen Leistungen identifiziert werden können, dass Kombinationstypen aber eher selten sind. Das gilt zunächst für die Umwelten mit dem niedrigsten bzw. höchsten Ertragsniveau, unter Berücksichtigung des Schnittpunkts [ $G$ ] aber auch für Umwelten, deren Ertragspotential dazwischen liegt. Die Auswertung aller 70 Genotypen in der Ertragspanne der Versuche von 20 – 78 dt/ha zeigte, dass sich die Schnittpunkte im Bereich von 37-40 dt/ha häufen. Es kann also erwartet werden, dass eine Selektion unterhalb dieses Grenzwerts besonders notwendig ist, weil die Erträge vieler der verfügbaren Handelssortenorten in diesem Bereich unterdurchschnittlich sind. Außerdem

kann erwartet werden, dass sie unter diesen Bedingungen besonders erfolgreich sein wird, da viele der Zuchtlinien und der genetischen Ressourcen in diesem Bereich überdurchschnittliche Leistungen erbringen.

Der durchschnittliche Ertrag von Weizen im Ökologischen Landbau liegt bei ca. 40 dt/ha (BMVEL, 2003). Damit wäre es notwendig, auch die Anbausysteme innerhalb des ökologischen Landbaus zu differenzieren.

Die **Proteinerträge** wurden in derselben Weise ausgewertet. Die Auswertung führte zu ähnlichen Ergebnissen (hier nicht dargestellt). Auffallend war aber der sehr hohe Proteinertrag der Sorten *Atar*, *Pollux* und *Asita*, unabhängig von der Prüfumgebung. Eine erhöhte N-Aufnahme kann prinzipiell mit einer erhöhten Biomasseproduktion oder mit einer Erhöhung der Proteinkonzentration verbunden sein. Im Interesse einer Verbesserung der Backfähigkeit ist eine Erhöhung der N-Aufnahme ins Korn nur dann von Nutzen, wenn sie eine Erhöhung der Rohproteingehalte zur Folge hat. Bei der Gegenüberstellung von Proteingehalt und Proteinertrag (Abb. 3) zeigt sich, dass die gezielte Selektion auf Backfähigkeit unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus einen Zuchtfortschritt (Beispiel: *Pollux*, *Asita*, *Atar*) gegenüber den in der deutschen Sortenliste als N-effizient eingestuften Sorten *Batis* und *Pegassos* ermöglicht hat. Dass betrifft sowohl den Proteinertrag als auch die Proteinkonzentration.

Beim **Sedimentationswert** als Kriterium für die Proteinqualität ist die Korrelation zwischen  $\hat{S}_{\min}$  und  $\hat{S}_{\max}$  wesentlich höher ( $R=0,56$ ) als bei den Ertragsmerkmalen (Abb. 4), d.h. die Anbaubedingungen haben eine geringere Bedeutung für die Selektion auf dieses Merkmal.

Das unterschiedliche Verhalten von *Pollux* und *Asita* zeigt aber, dass eine Selektion auf beide Merkmale (Proteingehalt und Sedimentationswert) notwendig ist, um eine gute Backfähigkeit zu erreichen. Im untersuchten Genpool zeigt sich die Möglichkeit zur züchterischen Verbesserung der Proteinleistung (Abb. 3). Es gibt aber keinen Hinweis, dass für die Verbesserung der Proteinqualität die Selektion unter LI-Bedingungen erfolgen sollte.

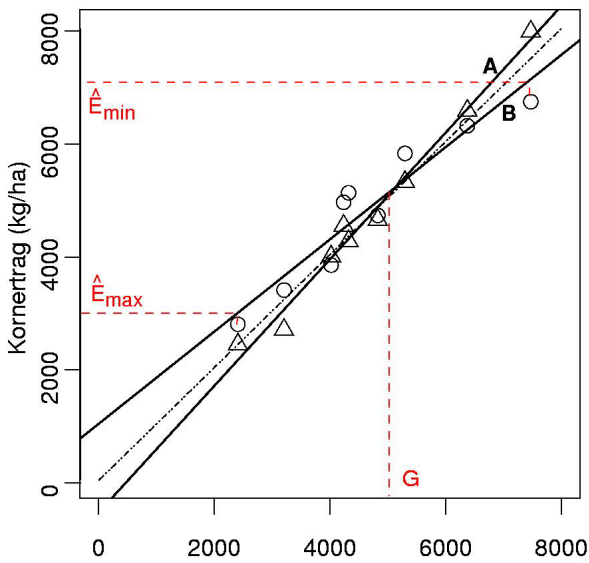
#### **Schlussfolgerungen:**

- (1) Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass durch Selektion auf Leistung unter speziellen Wachstumsbedingungen möglicherweise ein in Deutschland bisher ungenutztes Potential zur züchterischen Verbesserung von Weizen erschlossen werden kann.
- (2) Das gilt besonders für den Korn- und den Proteinertrag unter sehr extensiven Anbaubedingungen mit einem Ertragsniveau von weniger als 40 dt/ha.
- (3) Wie das Beispiel der Sorten *Pollux*, *Wenga*, *Atar* und *Asita* zeigt, können durch besondere Züchtungsprogramme Proteingehalt und Backqualität bei zufrieden stellenden Erträgen gegenüber den derzeit verfügbaren Handelsorten wesentlich erhöht werden.
- (4) Bei den Qualitätsmerkmalen ist eine Selektion für spezielle Anbaubedingungen weniger notwendig als bei den Ertragsmerkmalen.
- (5) Innerhalb des Ökologischen Landbaus scheint eine Differenzierung im Hinblick auf die Anbauintensität bei der Selektion notwendig, da die Ertragsbedingungen sehr unterschiedlich sind und etwa die Hälfte aller ökologisch wirtschaftenden Betriebe nur ein Ertragsniveau von bis zu 40 dt/ha erreicht.

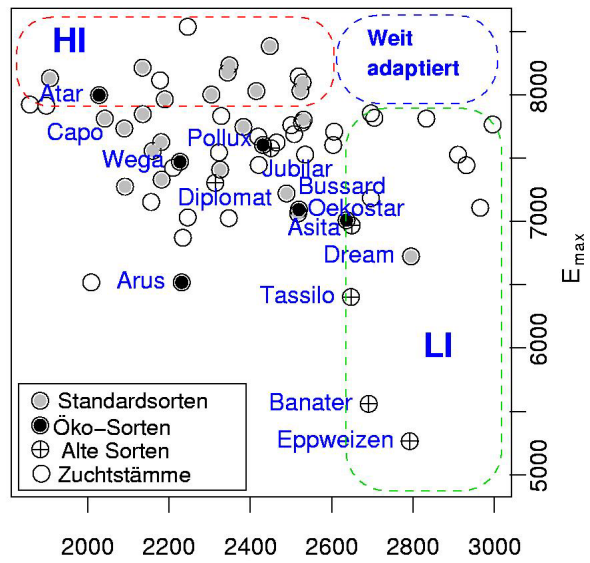
#### **Literatur:**

Finlay KW, Wilkinson GN (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programme, Aust. J. Agr. Res. 14:742-754

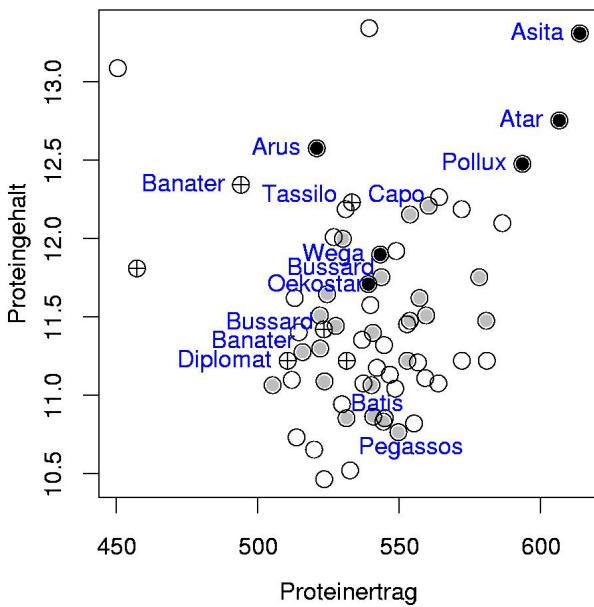
BMVEL (2003) Agrarbericht der Bundesregierung



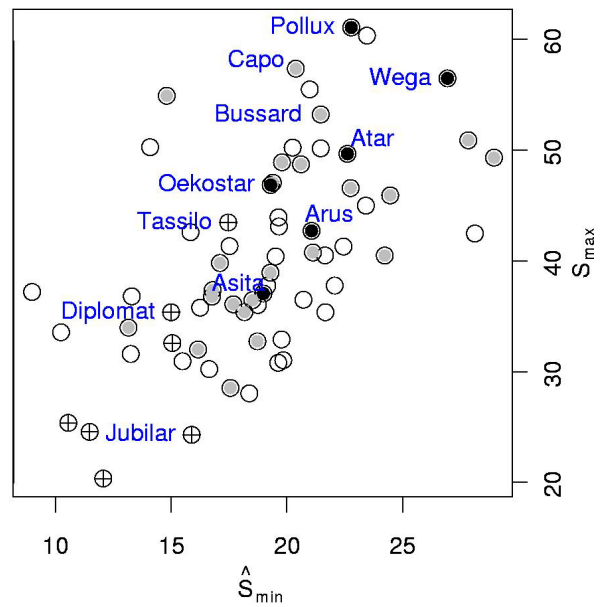
**Abb. 1**  
Beispiele für unterschiedliche Beziehungen zwischen Ertragspotential der Umwelt und erzielten Erträgen einzelner Sorten.



**Abb. 2**  
Gegenüberstellung der Ertragsfähigkeit in Anbausystemen mit niedrigem und hohem Ertragspotential, die nach Abb. 1 berechnet wurden.



**Abb. 3**  
Gegenüberstellung von Proteingehalt und Proteinertag der untersuchten Genotypen; Mittelwerte über alle Umwelten.



**Abb. 4**  
Gegenüberstellung der Sedimentationswerte in Anbausystemen mit niedrigem und hohem Rohproteingehalten im Korn.