

# Einfluß unterschiedlicher Anbauintensität auf Ertrag, Qualität und ökonomisches Ergebnis im Winterweizenanbau (*Triticum aestivum* L.) unter Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes

Influence of Varying Cultivation Intensity on Yield, Quality and Economic Result in Winter Wheat Cropping (*Triticum aestivum* L.) under the Conditions of the Central German Dry Region

H.-G. Stock, Kristina Warnstorff, W. Diepenbrock, H. Matthies & A. Pfefferkorn  
Institut für Acker- und Pflanzenbau und Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik,  
Universität Halle-Wittenberg

## Zusammenfassung

An zwei Standorten im Mitteldeutschen Trockengebiet wurden in Parzellenfeldversuchen zwei Winterweizensorten und unterschiedliche Intensitäten von Stickstoffdüngung, Fungizideinsatz und Wachstumsregleranwendung in ihrer Wirkung auf den Kornertrag, die Qualitätsparameter Rohproteingehalt und Hektolitergewicht und das ökonomische Ergebnis geprüft. Kornertrag und Rohproteingehalt wurden als Versuchsserie über 6 Umwelten (Orte und Jahre) verrechnet. Die Auswertung der Einzelversuche erfolgte für eine vierfaktorielle hierarchische Spaltanlage.

Die Prüffaktoren zeigten deutliche Wechselwirkungen auf den Kornertrag. Der Rohproteingehalt wurde ausschließlich durch die Stickstoffdüngung beeinflusst. Die ökonomischen Ergebnisse belegten die Notwendigkeit einer sortenspezifischen Anbautechnik. Die Sorte Greif als Vertreter einer ertragreicheren Sortengruppe mit Brotweizenqualität benötigte eine ausreichende Stickstoffdüngung, schnitt aber mit vermindertem bis unterlassenen Fungizidschutz am besten ab. Die Sorte Borenos als Vertreter der mit geringerer Resistenz versehenen Elite-Qualitätsweizensorten brauchte ebenfalls optimale Stickstoffversorgung, dankte aber auch höheren Fungizideinsatz durch entsprechende ökonomische Leistungen, besonders bei gleichzeitiger Wachstumsregleranwendung.

Neben einer sortenspezifischen Anbautechnik übt die Erlösdifferenz zwischen den Qualitätsstufen entscheidenden Einfluß auf das ökonomische Ergebnis verschiedener Sortengruppen aus.

**Schlüsselworte:** Winterweizen, Anbauintensität, Varianzanalyse

## Summary

On two locations in the Central German dry region field plot experiments with two winter wheat varieties were run to study the effect of varying intensities in the application of nitrogen, fungicides and growth regulators on grain yield, the quality parameters 'crude protein content' and 'hectolitre weight' as well as the economic result. Grain yield and crude protein content were balanced for the whole test series run under six different environmental conditions (locations and years). The single tests were

established as four-factorial split-split-split-split-plot design.

The test factors had a clear influence on the grain yield. The crude protein content depended only on the nitrogen rates. The economic results underlined the necessity of variety-specific cultivation methods. The bread wheat variety 'Greif', which has been grouped as high-yielding, requires sufficient N fertilization, however it ranked highest in case of reduced or completely omitted fungicide application. The variety 'Borenos' as representative of high-quality 'Elite' wheat cultivars with low resistance level needed also optimum N supply, however higher fungicide intensity was responded by corresponding economic performance, especially when simultaneously growth regulators were applied.

In addition to variety-specific cultivation methods, decisive influence on the economic result of different variety groups had the revenue difference between the quality grades.

**Keywords:** winter wheat, cultivation intensity, variance analysis

## Einleitung und Problemstellung

Für eine differenzierte Anbauintensität im Pflanzenbau besteht unterschiedliches Interesse, es kann reichen von der Ausrichtung auf Maximierung des Naturalertrages bis zur Minimierung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Energie- und Rohstoffvorräte. Vielfach wird die Gewinnmaximierung im Mittelpunkt stehen. In jedem Fall muß aber die günstigste Aufwandmenge der Betriebsmittel gefunden werden. Dazu sind zunächst pflanzenbauliche Erkenntnisse nötig, um dann entsprechend der ökonomischen Rahmenbedingungen zu Wirtschaftlichkeitsaussagen kommen zu können.

Bisherige Untersuchungen bei Winterweizen differenzierten meist nur das Intensitätsniveau insgesamt (EDER et al. 1995; VOGEL 1995) oder einzelne Intensivierungsfaktoren (FARACK 1996). Folglich sind sowohl der kausale Einfluß als auch die Wechselwirkung einzelner agronomischer Einflußgrößen nicht oder kaum zu erkennen. In vorliegender Arbeit sollte nicht vorrangig der Frage nachgegangen werden, ob eine insgesamt hohe, mittlere oder niedrige Intensität zum besten Ergebnis hinsichtlich Er-

trag, Qualität und ökonomischem Ergebnis führt, sondern es sollte untersucht werden, ob aufgrund von mehr oder weniger zu erwartenden Wechselwirkungen (DIERCKS et al. 1990, BÜSCHBELL 1992) eine Kombination unterschiedlicher Intensität im Einsatz der einzelnen Intensivierungsfaktoren das beste Ergebnis zeigt. Als pflanzenbauliche Einflußfaktoren mit erheblicher Wirkung und deutlicher Differenzierbarkeit in der Intensität des Einsatzes wurden Sortenwahl, Stickstoffdüngung, Fungizideinsatz und Wachstumsregleranwendung angesehen. Dabei mußten allerdings wegen eines beherrschbaren Versuchsumfanges die Stufen der Prüffaktoren begrenzt bleiben. Deshalb waren die Versuche auch nicht zur Prüfung unterschiedlicher Strategien beim Einsatz einzelner Intensivierungsfaktoren geeignet, wie sie beispielsweise für die Stickstoffdüngung von FEIL (1996) oder FISCHBECK et al. (1997), für die Fungizidanwendung von ZSCHALER und ENZIAN (1997) und für den Wachstumsreglereinsatz von HONERMEIER (1996) durchgeführt wurden. Solche Untersuchungen sind wegen des erforderlichen Umfangs meist nur ein- oder wenigfaktoriell möglich und lassen Fragen zum Zusammenwirken der Faktoren offen.

## Material und Methoden

### Versuchsstandorte und Versuchsjahre

Die Ergebnisse stammen aus Parzellenfeldversuchen der beiden im mitteldeutschen Trockengebiet gelegenen Lehr- und Versuchsstationen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Tab. 1): Leipzig-Seehausen, einem diluvial beeinflussten sandigen Lehmboden mit 61 Bodenpunkten (Versuchsjahre 1994 bis 1997) und Bad Lauchstädt, einer Löß-Schwarzerde mit 98 Bodenpunkten (Versuchsjahre 1995 bis 1997).

Die Versuchsjahre 1994, 1995 und 1997 zeichneten sich durch einen überdurchschnittlich frühen Vegetationsbeginn aus, 1996 trat er nach langanhaltendem, strengem Winter deutlich verspätet ein. 1994 folgte auf ein niederschlagsreiches Frühjahr eine lange trockene Periode im Juni und Juli, die die Kornfüllungsphase verkürzte und die Reife beschleunigte. 1995 herrschte feucht-kühle Witterung bis in den Juni hinein, sommerliche Wärme und

Trockenheit traten erst im Juli auf. Der Witterungsverlauf der beiden Jahre 1996 und 1997 glich sich insofern, als jeweils nach der typischen Vorsommertrockenheit im Juni feuchte und kühle Witterung im Juli die Kornfüllungsphase verlängerte und damit negative Auswirkungen auf die Ertragsbildung teilweise wieder aufhob.

### Versuchsplan und Versuchsdurchführung

Bei den Prüffaktoren wurden von den Sorten typische Vertreter zweier Sortengruppen ausgewählt: die Sorte Greif für die Gruppe der ertragreicheren, wenig krankheitsanfälligen, relativ standfesten Brotweizen (B) und die Sorte Borenos für die Elite-Qualitätsweizen (E) mit etwas schwächerer Ausprägung von Ertragspotential, Krankheitsresistenz und Standfestigkeit (Bundessortenamt 1994). Bei Stickstoffdüngung und Fungizideinsatz wurden jeweils einer Standard-Variante, die dem standorttypischen Optimum entsprach, eine Variante mit reduzierter Intensität und eine unbehandelte Kontrollvariante gegenübergestellt. Wachstumsreglereinsatz wurde nur in den zwei Stufen mit und ohne Behandlung geprüft.

In vierfaktorieller hierarchischer Spaltanlage (A/B/C/D-Block) mit vier Wiederholungen wurde die Wirkung der Prüffaktoren Sorte (Kleinteilstücke), Stickstoffdüngung (kleine Mittelteilstücke), Fungizideinsatz (große Mittelteilstücke) und Wachstumsreglereinsatz (Großteilstücke) mit den folgenden Stufen auf Ertrag und Qualitätsmerkmale geprüft:

#### Prüffaktor D Sorte

Stufe 1: Greif (B-Weizen)

Stufe 2: Borenos (E-Weizen)

#### Prüffaktor C Stickstoffdüngung

Stufe 1: Standard (n. Programm PULS-BEFU und Nitratschnelltest)

Stufe 2: reduziert (Standard minus 20...30 %)

Stufe 3: ohne N-Düngung

#### Prüffaktor B Fungizideinsatz

Stufe 1: Standard (Fuß-, Blatt- und Ährenbehandlung)

Stufe 2: reduziert (eine kombinierte Fuß-Blatt-Behandlung)

Stufe 3: ohne Fungizid

Tab. 1: Charakteristik der Versuchsstandorte

### Characteristics of the test sites

	<b>Leipzig-Seehausen</b> (Sachsen)	<b>Bad Lauchstädt</b> Landkreis Merseburg / Querfurt (Sachsen-Anhalt)
<b>Klima</b>		
mittl. Jahrestemperatur	9,1 °C	8,8 °C
mittl. Jahresniederschlag	552 mm	480 mm
<b>Boden</b>		
Bodenschätzung	sL 4 LöD 58/61	L 1 Lö 94/98
FAO-Klassifikation	Gleyic Luvisol	Haplic Phaeozem
Bodenform	Lößtieflehm-Braunstaugley	Löß-Schwarzerde
Standorttyp	D 5 c	Lö 1 a
C <sub>r</sub> -Gehalt Krume	0,8–1,0%	2,1%
<b>Allgemeine Angaben</b>		
Höhenlage über NN	132 m	113 m
Grundwasserstand/ Schichtwasserstand	20 m	12 m 3–5 m

## Prüffaktor A Wachstumsreglereinsatz

- Stufe 1: mit CCC  
Stufe 2: ohne CCC.

Die in den einzelnen Jahren und Prüffaktorstufen eingesetzten Pflanzenschutzmittel und die Höhe der N-Düngergaben sind in Tab. 2 zusammengestellt. Vorfrüchte waren in Leipzig-Seehausen Ackerbohnen und in Bad Lauchstädt Kartoffeln. Die  $N_{\min}$ -Gehalte in 0 bis 60 cm Tiefe lagen bei einer jahresbedingten Schwankungsbreite zwischen 31 und 69 kg N ha<sup>-1</sup> etwa im Normalbereich für die Versuchsstandorte. Nur im Versuch Bad Lauchstädt 1996 fiel der  $N_{\min}$ -Gehalt mit 169 kg N ha<sup>-1</sup> deutlich überdurchschnittlich hoch aus. Das als Entscheidungshilfe für die Bemessung der Stickstoffdüngung verwendete Programm PULS-BEFU entspricht als Vorläuferversion weitgehend dem ausführlich beschriebenen Programm BEFU der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (FÖRSTER et al. 1997). Maßnahmen der Bodenbearbeitung, Bestellung, Unkrautbekämpfung und Ernte erfolgten ortsüblich jeweils einheitlich in allen Varianten eines Versuches. Die Parzellengrößen betragen für die Anlage- bzw. Ernteparzellen 36,0 m<sup>2</sup> bzw. 16,8 m<sup>2</sup> in Leipzig-Seehausen und 26,25 m<sup>2</sup> bzw. 12,375 m<sup>2</sup> in Bad Lauchstädt.

Prüfmerkmale waren zum einen der Kornertrag (dt ha<sup>-1</sup> bei 86% TS), zum anderen die Qualitätsparameter Rohproteingehalt (% TS; N × 5,7), bestimmt nach der NIT-Methode (INFRADEC 1255 Food and Feed Analyzer der Fa. Perstorp Analytical Rodgau) und Hektolitergewicht (kg hl<sup>-1</sup>), gemessen mit einem 1 Liter-Getreideprober (Fa. G. Kern & Sohn Albstadt).

Zur ökonomischen Einschätzung wurde der um die Spezialkosten der geprüften Produktionsfaktoren verminderte Erlös („spezialkostenfreie Leistung“) als wichtiges Ziel

kriterium ermittelt. Die dafür angenommenen Erlöse betragen	
für E-Qualitätsweizen ≥14% RP	25,50 DM dt <sup>-1</sup>
A-Qualitätsweizen ≥13% RP	24,50 DM dt <sup>-1</sup>
Brotweizen ≥12% RP	23,50 DM dt <sup>-1</sup>
Futterweizen	22,00 DM dt <sup>-1</sup> .

Diese Werte orientieren sich an den Erzeugerpreisen für Getreide, Durchschnitt Region Ost, vom August 1997 (ZMP 1997) und entsprechen auch den Angaben von BOESE und DEBRUCK (1998) für Sachsen-Anhalt zur Ernte 1997. Als Kosten für die Pflanzenschutzmittel dienten die Abgabepreise mit Mehrwertsteuer für das größte Gebinde aus der Raiffeisen-Pflanzenschutz-Preisliste 1997 (Raiffeisen 1997). Für ein Kilogramm Reinstickstoff im Kalkammonsalpeter wurden Kosten von 1 DM angesetzt und für jeden Arbeitsgang Ausbringungskosten von 25 DM ha<sup>-1</sup> angenommen.

## Statistische Auswertung

Da nicht die Beurteilung der Einzelfallsituation (Standort, Jahr) Ziel der Untersuchungen war, sondern die Erfassung der Faktorenwirkungen über verschiedene Umwelten, wurden die Versuche als Versuchsserie zur Beurteilung des Einflusses der Prüffaktoren über Orte und Jahre, d.h. im Mittel der Umwelten, ausgewertet. Deshalb wurde im Anschluß an die Einzelversuchsauswertung eine Varianzanalyse der Versuchsserie durchgeführt mit der Kombination Orte Jahre als Faktor Umwelt. Der Versuch in Lauchstädt 1995 wurde wegen hoher Restvarianz nicht in die Auswertung einbezogen. Umwelt ist ein Faktor im Sinne von Modell II der Varianzanalyse (Umwelt – zufällig). Die Schätzung erfolgte mit dem Modell einer vierfaktoriellen hierarchischen Spaltanlage A/B/C/D-BI für die Einzelversuche.

Tab. 2: Realisierter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und N-Dünger in den Stufen der Prüffaktoren (Angaben der Aufwandmengen in l bzw. kg ha<sup>-1</sup>)

Actual input of plant protection agents and N-fertilizer per factor level (application rates in litres or kg ha<sup>-1</sup>)

Prüffaktor und Faktorstufe		Leipzig-Seehausen				Bad Lauchstädt		
		1994	1995	1996	1997	1995	1996	1997
Faktor A: Wachstumsregler								
Stufe 1		2,5 CCC 460	2,25 CCC 460	2,0 CCC 460	1,5 CCC 720	1,5 CCC 460	1,0 CCC 720	1,5 CCC 720
Faktor B: Fungizideinsatz								
Stufe 1	1. Termin	1,5 Sportak alpha	1,5 Sportak alpha	1,5 Sportak alpha	1,5 Sportak alpha	1,5 Sportak delta	1,25 Sportak delta	1,5 Sportak alpha
	2. Termin	1,0 Folicur + 0,5 Corbel	1,0 Folicur + 0,5 Corbel	1,0 Folicur + 0,5 Corbel	1,0 Folicur + 0,5 Corbel	1,0 Folicur	1,5 Opus top	1,5 Opus top
	3. Termin	1,0 Folicur	1,0 Folicur	1,0 Folicur	1,0 Folicur	–	1,0 Folicur	1,0 Folicur
Stufe 2		1,25 Sportak delta	1,25 Sportak delta	1,25 Sportak delta	1,25 Sportak delta	1,5 Sportak alpha	1,5 Sportak alpha	1,25 Sportak delta
Faktor C: N-Düngung (als KAS)								
Stufe 1	1. Gabe	75 N	50 N	75 N	60 N	70 N	40 N	50 N
	2. Gabe	35 N	50 N	30 N	50 N	30 N	30 N	30 N
	3. Gabe	50 N	50 N	30 N	40 N	30 N	30 N	40 N
Stufe 2	1. Gabe	50 N	35 N	60 N	40 N	55 N	30 N	35 N
	2. Gabe	25 N	35 N	20 N	35 N	20 N	20 N	20 N
	3. Gabe	40 N	35 N	20 N	30 N	20 N	20 N	30 N

Die varianzanalytische Auswertung für das Prüfmerkmal Kornertrag ergab im F-Test außer signifikanten Hauptwirkungen signifikante Wechselwirkungen: AxD, BxC, BxD und AxCxD. Der F-Test für das Prüfmerkmal Rohproteingehalt ergab signifikante Hauptwirkungen A und C sowie signifikante Wechselwirkungen BxC und BxCxD (DÖRFEL & BÄTZ 1980).

Für die Mittelwertvergleiche wurde das t-Testverfahren verwendet. Die Formeln für die Schätzung der Varianzen der entsprechenden Mittelwertsdifferenzen wurden analog den Schätzformeln (Versuchsserie über Orte und Jahre mit zweistufigen zweifaktoriellen Spaltanlagen in den Einzelversuchen) in RASCH et al. (1998) abgeleitet. Die Formeln gelten unter der Voraussetzung, daß alle Komponenten des oben genannten Modells existieren (Tab. 3).

Zur Schätzung der Grenzdifferenzen für die jeweiligen Mittelwertvergleiche wurden gewogene t-Quantile ermittelt (BÄTZ u. DÖRFEL 1987). Die Grenzdifferenzen für die Mittelwertvergleiche der Prüfmerkmale Kornertrag und Rohproteingehalt sind in Tab. 4 angegeben. Die varianzanalytische Auswertung erfolgte mit SAS 6.12 für WINDOWS (SAS Institut Inc. 1988). Die Varianzen der Mittelwertsdifferenzen, die gewogenen t-Quantile und die Grenzdifferenzen wurden mit EXCEL 5.0 ermittelt.

**Ergebnisse**

*Kornertrag*

Die in Tab. 5 zusammengestellten mittleren Kornerträge zeigen eine Schwankungsbreite von 101,4 dt ha<sup>-1</sup> bei Sorte Greif mit Standard-Einsatz von N-Düngung, Fungizid und Wachstumsregler bis 70,2 dt ha<sup>-1</sup> bei der Sorte Borenos bei Verzicht auf N-Düngung, Fungizid- und Wachstumsreglerapplikation. Zu erkennen sind hier bereits optisch die später auch statistisch nachgewiesenen Wechselwirkungen der Prüffaktoren auf den Kornertrag, die bei der Beurteilung der Prüffaktoreinflüsse berücksichtigt werden müssen.

So sind in Abb. 1 zur Beurteilung der Wirkung des Prüffaktors Sorte als auf Grund signifikanter Wechselwirkungen sinnvolle Mittelwertvergleiche die Kornertragsdifferenzen zwischen Greif und Borenos auf den Stufen der übrigen Prüffaktoren dargestellt. Sie zeigen, daß die Brotweizensorte Greif im mittleren Ertrag der Eliteweizensorte Borenos überlegen war, und zwar umso deutlicher je höher die N-Düngung, je geringer der Fungizidschutz und je geringer die Standfestigkeitssicherung waren.

Tab. 3: Varianzen der Mittelwertsdifferenzen

*Variances of the mean differences*

MQ(...)	$s_{d\bar{A}}^2$	$s_{d\overline{BCD}/CD}^2$	$s_{d\overline{BCD}/BD}^2$	$s_{d\overline{BCD}/BC}^2$	$s_{d\overline{ACD}/CD}^2$	$s_{d\overline{ABCD}/ABD}^2$	$s_{d\overline{ABCD}/ABC}^2$
Nenner	bcdrm	acdrn	abdrn	abcrn	bcdrm	abdrn	abcrn
AU	1				1		
BU		1					
CU			1			1	
DU				1			1
ABU	1	1			1		
ACU	1		1		c	a	
ADU	1			1	d		a
BCU		c	b			b	
BDU		d		b			b
CDU			d	c		d	c
ABCU	1	c	b		c	ab	
ABDU	1	d		b	d		ab
ACDU	1		d	c	cd	ad	ac
BCDU		cd	bd	bc		bd	bc
ABCDU	1	cd	bd	bc	cd	abd	abc
RA	(bcd - 1)				(bcd - 1)		
RAB	(cd - 1)	(cd - 2)			(cd - 2)		
RABC	(d - 2)	(cd - 2c)	(bd - 2b - 2)		(cd - 2c)	(abd - ab - a - b)	
RABCD	-3	-(cd + 2d)	-(bd + 2d)	-(bd + 2b + 2c + 2)	-(cd + 2d)	-(a + b + d)	-(ab + ac + bc + a + b + c + 1)

Tab. 4: Grenzdifferenzen für die Mittelwertvergleiche

*Least significant differences of mean value comparisons*

Beurteilung der Hauptwirkung	Kornertrag dt ha <sup>-1</sup>		Beurteilung der Hauptwirkung	Rohproteingehalt %TS	
	Mittelwertvergleich	GD		Mittelwertvergleich	GD
A	$\overline{ACD}/CD$	5,88	A	$\bar{A}$	0,39
B	$\overline{BCD}/CD$	4,40	B	$\overline{BCD}/CD$	0,32
C	$\overline{ABCD}/ABD$	9,26	C	$\overline{BCD}/BD$	0,58
D	$\overline{ABCD}/ABC$	5,92	D	$\overline{BCD}/BC$	0,64

Tab. 5: Mittlerer Kornertag (dt ha<sup>-1</sup> bei 86% TS) von Winterweizen je Sorte, N-Düngungs-, Fungizid- und Wachstumsreglerstufen (Mittel der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Mean grain yield (dt ha<sup>-1</sup> with 86% DM) of winter wheat per variety and factor level of N, fungicides and growth regulator input (averaging the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

	Wachstumsregler Standard (A1)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	101,4	98,6	80,8	96,3	94,8	76,8
Fungizid reduziert (B2)	96,6	95,4	80,5	87,7	87,9	76,0
Fungizid ohne (B3)	92,3	91,8	78,5	81,9	83,3	72,0

	Wachstumsregler ohne (A2)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	99,3	97,5	78,5	90,8	89,7	75,7
Fungizid reduziert (B2)	95,3	92,7	75,8	84,3	84,0	72,4
Fungizid ohne (B3)	91,8	90,0	76,3	79,1	79,7	70,2

Bei Standard-Fungizideinsatz war die Überlegenheit der Sorte Greif nur bei Verzicht auf Wachstumsreglereinsatz und bei Standard- und reduzierter N-Düngung nachzuweisen. Bei reduziertem Fungizideinsatz lag eine signifikante Ertragsüberlegenheit zusätzlich auch bei Wachstumsreglereinsatz vor. Ohne Fungizidschutz brachte Greif schließlich bei allen N- und Wachstumsreglerkombinationen gegenüber Borenos gesicherte Mehrerträge zwischen 6,1 und 12,7 dt ha<sup>-1</sup>. Die ertragliche Überlegenheit von Greif war also umso höher, je weniger die Nachteile von Borenos in Resistenz und Standfestigkeit durch Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz ausgeglichen wurden und je mehr Stickstoff für die Ertragsbildung zur Verfügung stand.

Zwischen Standard- und reduzierter Stickstoffdüngung ergaben sich keine signifikanten Ertragsdifferenzen im

mittleren Kornertag. Demzufolge bestanden zwischen dem mittleren Kornertag bei Standard- bzw. reduzierter gegenüber unterlassener N-Düngung ähnliche Relationen zwischen den Ertragsdifferenzen. Dargestellt sind in Abb. 2 die Ertragsdifferenzen zwischen den Stufen N<sub>Standard</sub> und N<sub>ohne</sub>, die in nahezu allen Vergleichen statistisch gesichert waren. Die Sorte Greif reagierte im Ertrag stets stärker auf die N-Düngung als die Sorte Borenos. Die Wechselwirkung Stickstoffdüngung und Fungizideinsatz auf den Kornertag ist besonders klar erkennbar: die Mehrerträge durch N-Düngung gingen mit abnehmendem Fungizidschutz deutlich zurück. Dagegen unterschieden sich die N-düngungsabhängigen Ertragsunterschiede zwischen den Stufen mit und ohne Wachstumsregler je Stufe des Fungizideinsatzes nur unerheblich.

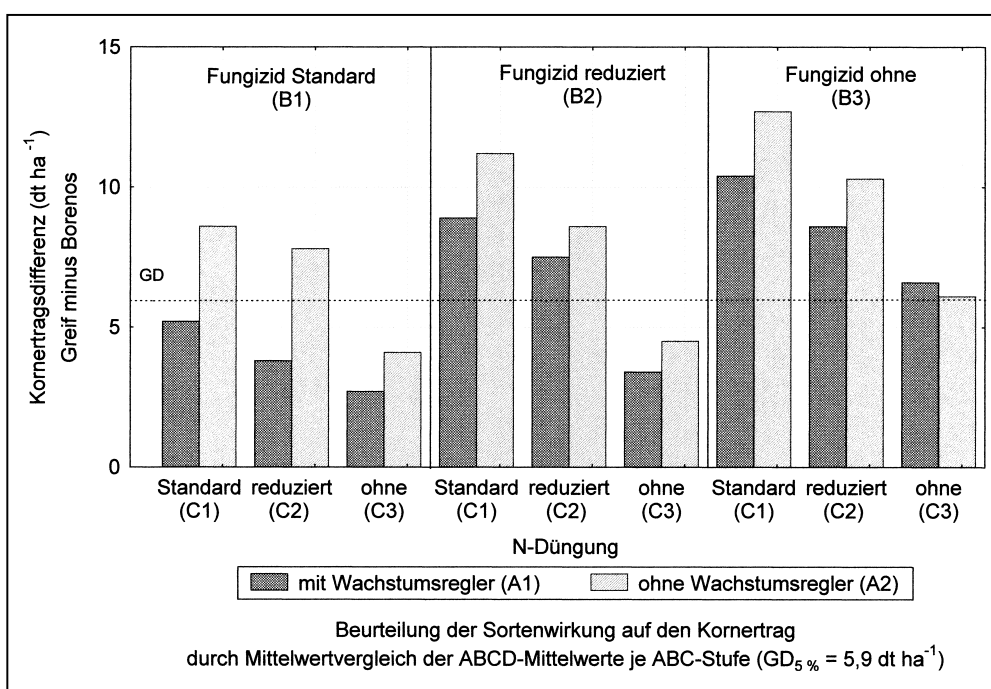


Abb. 1: Differenzen im mittleren Kornertag (dt ha<sup>-1</sup>) zwischen den Sorten Greif und Borenos je Stufe von N-Düngungs-, Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz (Mittel der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Differences between the mean grain yields (dt ha<sup>-1</sup>) of the varieties 'Greif' and 'Borenos' per factor level of N, fungicide and growth regulator input (averaging the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

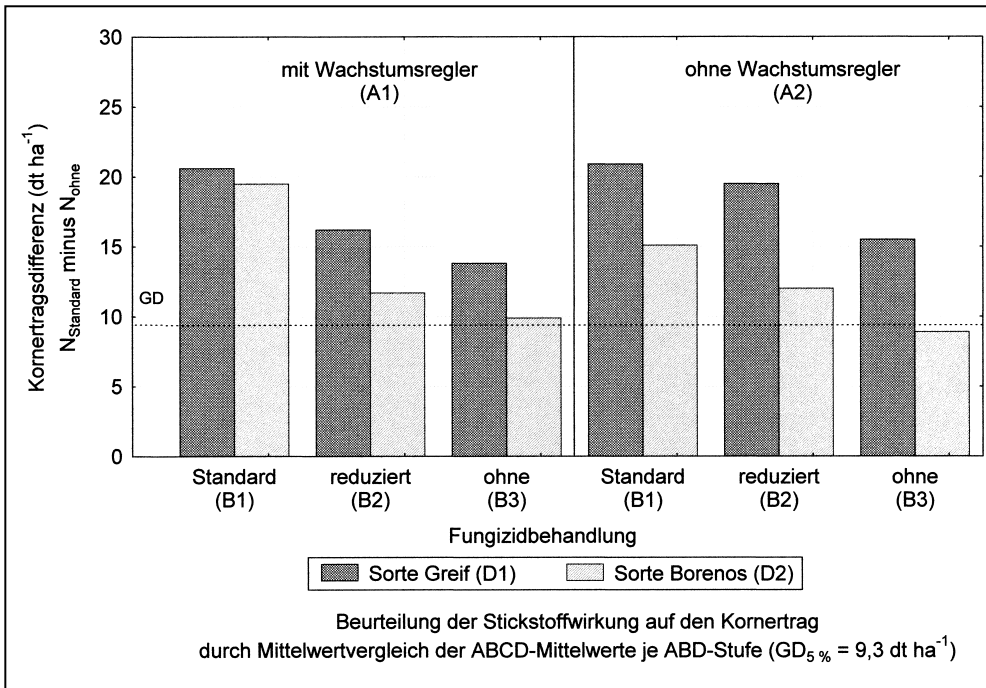


Abb. 2: Differenzen im mittleren Kornertrag ( $\text{dt ha}^{-1}$ ) zwischen den Stufen  $N_{\text{Standard}}$  und  $N_{\text{ohne}}$  je Stufe von Sorte, Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz (Mittel der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Differences between the mean grain yields ( $\text{dt ha}^{-1}$ ) on the factor levels  $N_{\text{standard}}$  and  $N_{\text{zero}}$  per variety, fungicide and growth regulator treatment (averaging the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

Die Mehrerträge bei Standard-Fungizideinsatz gegenüber Verzicht auf Fungizidschutz zeigten überzeugend die Wechselwirkung von Fungizidapplikation, Sorte und N-Düngung auf den Kornertrag (Abb. 3). Die Ertragszunahmen waren bei der Sorte Borenos in allen N-Stufen im Mittel der Wachstumsregleranwendung statistisch gesichert und deutlich höher als bei der Sorte Greif, bei der sie nur unter Standard- und reduzierter N-Düngung signifikant waren. Bei reduziertem Fungizideinsatz lagen die Mehrerträge gegenüber Verzicht auf Fungizidanwendung deutlich niedriger und waren nur bei Borenos mit Standard- und reduzierter N-Düngung statistisch gesichert.

Wachstumsreglereinsatz führte in der Tendenz durchweg zu Mehrerträgen, die je Düngungsstufe im Mittel der Fungizidstufen bei der Sorte Greif zwischen 1,3 und 3,1  $\text{dt ha}^{-1}$  und bei der Sorte Borenos zwischen 2,1 und 4,2  $\text{dt ha}^{-1}$  schwankten, damit aber die Grenzdifferenz von 5,9  $\text{dt ha}^{-1}$  nicht erreichten.

$\text{ha}^{-1}$  schwankten, damit aber die Grenzdifferenz von 5,9  $\text{dt ha}^{-1}$  nicht erreichten.

#### Rohproteingehalt und Hektolitergewicht

Der Rohproteingehalt (Tab. 6) wurde im wesentlichen durch die Stickstoffdüngung beeinflusst. Die N-Wirkung wurde beurteilt durch den Vergleich der BCD-Mittelwerte auf gleicher Fungizidstufe und bei gleicher Sorte. Bei den Mittelwertvergleichen zur Beurteilung von Sorte, Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz traten keine signifikanten Differenzen im Rohproteingehalt auf. Besonders groß waren verständlicherweise die Rohproteingehaltsdifferenzen zwischen der ungedüngten und den beiden gedüngten Stufen (Abb. 4). Aber auch die Erhöhung der Stickstoffdüngung von der Stufe  $N_{\text{reduziert}}$  auf  $N_{\text{Standard}}$ , die keinen ge-

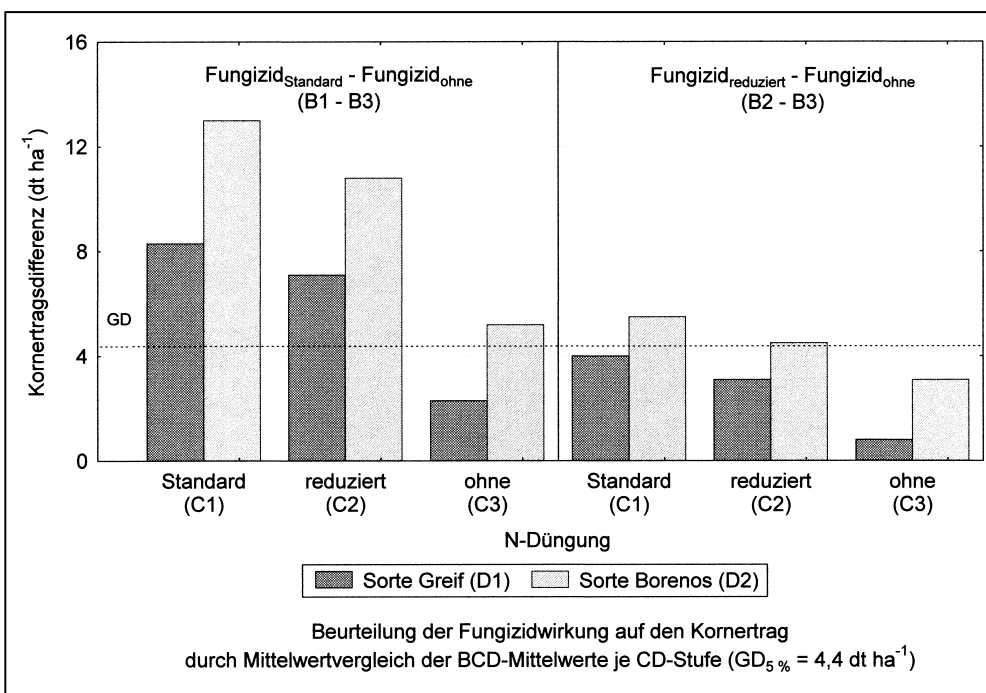


Abb. 3: Differenzen im mittleren Kornertrag ( $\text{dt ha}^{-1}$ ) zwischen den Stufen Fungizid<sub>Standard</sub> und Fungizid<sub>ohne</sub> sowie Fungizid<sub>reduziert</sub> und Fungizid<sub>ohne</sub> je Stufe von Sorte und N-Düngung (Mittel beider Wachstumsreglerstufen der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Differences between the mean grain yields ( $\text{dt ha}^{-1}$ ) on the factor levels fungicide<sub>standard</sub> and fungicide<sub>zero</sub> per variety and and N treatment (averaging both growth regulator levels in the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

Tab. 6: Mittlerer Rohproteingehalt (% TS) im Korn von Winterweizen je Sorte, N-Düngungs-, Fungizid- und Wachstumsreglerstufen (Mittel der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Mean crude protein content (% DM) in the grain of winter wheat per variety and factor level of N, fungicides and growth regulator input (averaging the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

	Wachstumsregler Standard (A1)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	13,2	12,3	10,5	13,0	12,0	9,8
Fungizid reduziert (B2)	13,1	12,3	10,3	12,8	12,0	10,1
Fungizid ohne (B3)	13,1	12,4	10,6	12,7	12,0	10,0

	Wachstumsregler ohne (A2)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	13,1	12,6	10,7	13,3	12,4	10,2
Fungizid reduziert (B2)	13,2	12,4	10,6	13,2	12,4	10,3
Fungizid ohne (B3)	13,0	12,2	10,6	12,8	12,2	10,3

sicherten Ertragszuwachs mehr brachte, führte zu einer signifikanten Steigerung des Rohproteingehaltes zwischen 0,6 und 1,0 abs.% (Abb. 4). Damit wird die bekannte Tatsache belegt, daß durch die Stickstoffdüngung der Qualitätsparameter Rohproteingehalt gezielt gesteuert werden kann (DENNERT und FISCHBECK 1998).

Bei der Sorte Greif wurde die für die Vermarktung von Brotweizen erforderliche Qualitätsgrenze von 12% Rohprotein in der Stufe  $N_{\text{reduziert}}$  in der Mehrzahl und im Mittel aller Versuche erreicht und in der Stufe  $N_{\text{Standard}}$  in allen Versuchen und damit auch im Mittel deutlich überschritten (Tab. 6). Dagegen erreichte die Sorte Borenos die für E-Qualitätsweizen notwendigen 14% Rohprotein bei dem angewendeten Düngungssystem selbst in der Stufe  $N_{\text{Standard}}$  nur in einem Versuch (Leipzig-Seehausen 1996), so daß

nur in diesem Fall der potentiell erreichbare Erlös ausgeschöpft werden konnte. Bei dieser Einschätzung muß allerdings berücksichtigt werden, daß eine statistische Prüfung auf Einhaltung der Qualitätsgrenzen nicht vorgenommen wurde.

Das in Tab. 7 dargestellte Hektolitergewicht wurde nur variantenweise bestimmt und konnte deshalb nicht statistisch verrechnet werden. Es zeigten sich allerdings nur sehr geringe Wirkungen der Prüffaktoren. Als Tendenzen sind etwas geringere Hektolitergewichte bei dem B-Weizen Greif gegenüber dem E-Weizen Borenos und bei den ungedüngten gegenüber den gedüngten Prüfliegern zu erkennen. Die erforderlichen Qualitätsgrenzen von 76 kg  $hl^{-1}$  für Brotweizen bzw. 78 kg  $hl^{-1}$  für E-Qualitätsweizen wurden von den jeweiligen Sorten Greif und

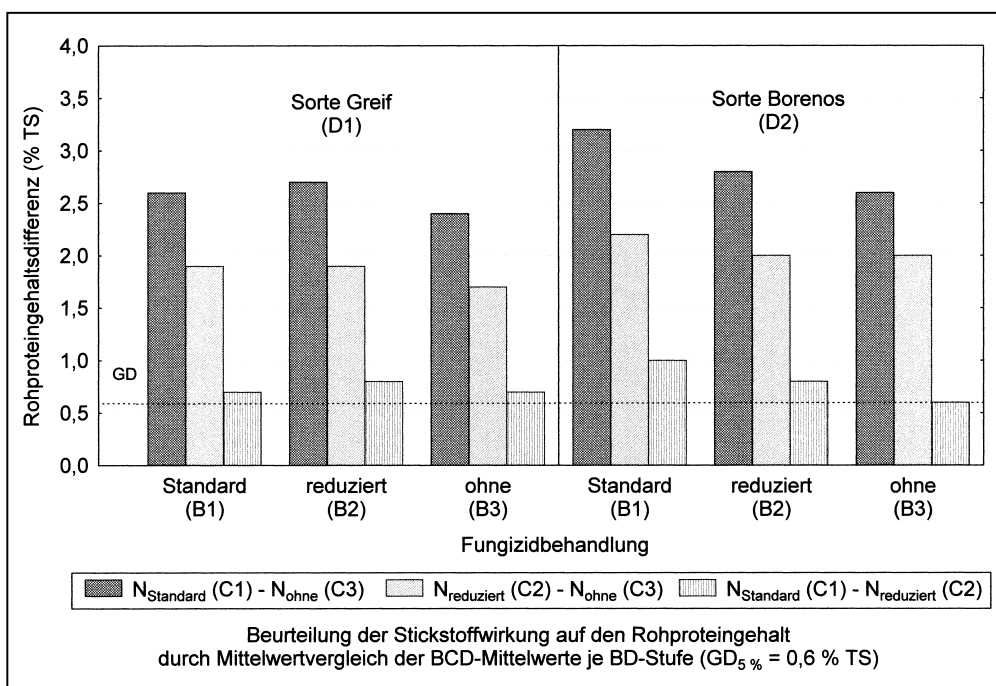


Abb. 4: Rohproteingehaltsdifferenzen (% TS) zwischen  $N_{\text{Standard}}$  und  $N_{\text{ohne}}$ ,  $N_{\text{reduziert}}$  und  $N_{\text{ohne}}$  sowie  $N_{\text{Standard}}$  und  $N_{\text{reduziert}}$  je Stufe von Sorte und Fungizideinsatz (Mittel der Wachstumsregulatorstufen der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Differences of the crude protein content (% DM) between the factor levels  $N_{\text{standard}}$  and  $N_{\text{zero}}$  as well as  $N_{\text{standard}}$  and  $N_{\text{reduced}}$  per variety and fungicide treatment (averaging both growth regulator levels in the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

Tab. 7: Hektolitergewicht (kg hl<sup>-1</sup>) von Winterweizen je Sorte, N-Düngungs-, Fungizid- und Wachstumsreglerstufen (Mittel der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Hectolitre weight (kg hl<sup>-1</sup>) of winter wheat per variety and factor level of N-fertilizer, fungicide and growth regulator input (averaging the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

	Wachstumsregler Standard (A1)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	78,03	78,19	76,78	80,32	79,90	77,23
Fungizid reduziert (B2)	77,77	77,66	77,13	79,62	79,55	77,39
Fungizid ohne (B3)	77,44	77,56	76,70	79,42	79,38	77,51

	Wachstumsregler ohne (A2)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	78,70	78,88	77,33	80,38	80,18	78,32
Fungizid reduziert (B2)	78,45	78,42	77,07	80,20	80,12	78,29
Fungizid ohne (B3)	77,94	78,35	77,03	79,58	79,83	78,22

Borenos sowohl im Mittel aller Versuche als auch in allen Einzelversuchen überschritten. Damit hatte das Hektolitergewicht keinen Einfluß auf die Höhe des Erlöses und brauchte zu seiner Festlegung nicht herangezogen zu werden.

#### Spezialkostenfreie Leistung

Die aus Erträgen, qualitätsabhängigen Erlösen und Kosten für die geprüften agronomischen Maßnahmen resultierenden spezialkostenfreien Leistungen zeigten im Durchschnitt aller Versuche die höchsten mittleren Werte für die Sorte Greif bei Standard-N-Düngung, ohne Fungizid- und ohne Wachstumsreglereinsatz und für die Sorte Borenos bei Standard-N-Düngung, Standard-Fungizidein-

setzung und mit Wachstumsreglerapplikation (Tab. 8). Wenn man Abweichungen bis 50 DM ha<sup>-1</sup> als wenig bedeutsam ansieht, so bewegte sich das beste ökonomische Ergebnis im Mittel aller Versuche in einem Bereich, in dem auch der überwiegende Teil der höchsten Werte in den Einzelversuchen auftrat. Es sind das bei der Sorte Greif sowohl mit als auch ohne Wachstumsreglereinsatz bei N<sub>Standard</sub> die Stufen Fungizid<sub>reduziert</sub> und Fungizid<sub>ohne</sub> und bei N<sub>reduziert</sub> die Stufe Fungizid<sub>ohne</sub>. Bei der Sorte Borenos umfaßt dieser Bereich bei Wachstumsreglereinsatz alle Fungizidstufen bei N<sub>Standard</sub> und die Stufen Fungizid<sub>reduziert</sub> und Fungizid<sub>ohne</sub> bei N<sub>reduziert</sub> sowie ohne Wachstumsreglereinsatz die Stufen Fungizid<sub>reduziert</sub> und Fungizid<sub>ohne</sub> bei N<sub>Standard</sub> und Fungizid<sub>ohne</sub> bei N<sub>reduziert</sub>.

Tab. 8: Spezialkostenfreie Leistung (DM ha<sup>-1</sup>) von Winterweizen je Sorte, N-Düngungs-, Fungizid- und Wachstumsreglerstufen (Mittel der Versuche Leipzig-Seehausen 1994–1997 und Bad Lauchstädt 1996–1997)

Winter wheat productivity free of special costs in marks per ha<sup>-1</sup> per variety and factor level of N-fertilizer, fungicide and growth regulator input (averaging the experiments in Leipzig-Seehausen 1994–1997 and Bad Lauchstädt 1996–1997)

	Wachstumsregler Standard (A1)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	1755	1678	1409	1724	1610	1297
Fungizid reduziert (B2)	1892	1828	1602	1700	1675	1504
Fungizid ohne (B3)	1891	1872	1706	1689	1695	1541

	Wachstumsregler ohne (A2)					
	Sorte Greif (D1)			Sorte Borenos (D2)		
	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)	N Standard (C1)	N reduziert (C2)	N ohne (C3)
Fungizid Standard (B1)	1750	1721	1399	1648	1574	1338
Fungizid reduziert (B2)	1903	1808	1563	1700	1662	1488
Fungizid ohne (B3)	1923	1873	1700	1678	1675	1544



Einen erheblichen negativen Einfluß auf die spezialkostenfreie Leistung hatte unter allen anderen Prüfbedingungen der Verzicht auf N-Düngung, weil er sowohl Ertrag als auch Qualität erheblich beeinträchtigte. Die Wechselwirkung von Stickstoffdüngung und Fungizideinsatz auf den Kornertrag, die u. a. auch von KRATZSCH (1997) beschrieben wird, führte dazu, daß bei reduzierter oder unterlassener N-Düngung zunehmender Fungizideinsatz das ökonomische Ergebnis verschlechterte. Bei optimaler N-Düngung verbesserte dagegen Fungizideinsatz die spezialkostenfreie Leistung, wobei die in der Regel dreimalige Fungizidapplikation in der Stufe Fungizid<sub>Standard</sub> kostengünstig das Verfahren so stark belastete, daß sie nur bei Standard-N-Düngung und Wachstumsreglereinsatz bei der Sorte Borenos ein besseres ökonomisches Ergebnis erbrachte als reduzierter Fungizideinsatz.

## Diskussion und Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse belegen die Notwendigkeit einer sortenspezifischen Anbautechnik zur Erzielung eines günstigen ökonomischen Ergebnisses. Der ertragreiche, resistere Brotweizen Greif benötigt zwar zur Sicherung seiner Ertragsbildung eine ausreichende Stickstoffdüngung, scheidet dabei aber mit vermindertem bis unterlassenen Fungizidschutz ökonomisch am besten ab. Wachstumsreglereinsatz bleibt ohne Bedeutung. Der mit geringerer Resistenz versehene Eliteweizen Borenos braucht ebenfalls optimale Stickstoffversorgung, dankt dabei aber auch höheren Fungizideinsatz durch entsprechende ökonomische Leistung, insbesondere bei gleichzeitigem Wachstumsreglereinsatz. Die Aussagen zu den beiden Sorten sind sicher auf eine Gruppe von Sorten mit ähnlichen Eigenschaften übertragbar.

Ein Vergleich der beiden geprüften Sorten unter gleichem Intensitätsniveau würde zu einer falschen Einschätzung führen. So brachten in der höchsten Intensitätsstufe (N<sub>Standard</sub>, Fungizid<sub>Standard</sub>, Wachstumsregler<sub>mit</sub>) die Sorten Greif mit 1755 DM ha<sup>-1</sup> und Borenos mit 1724 DM ha<sup>-1</sup> nahezu gleiche spezialkostenfreie Leistungen. Beim Vergleich der sortenspezifisch optimalen Intensitätsstufen lag Greif (N<sub>Standard</sub>, Fungizid<sub>ohne</sub>, Wachstumsregler<sub>ohne</sub>) aber 200 DM ha<sup>-1</sup> über Borenos (N<sub>Standard</sub>, Fungizid<sub>Standard</sub>, Wachstumsregler<sub>mit</sub>). Sortenvergleiche unter einheitlicher Anbauintensität sind also entgegen der Behauptung von HARTMANN et al. (1997) nur sehr bedingt für ökonomische Aussagen geeignet. Vertreter bestimmter Sortentypen sollten dafür unter differenzierter Intensität geprüft werden, wie es beispielsweise durch BEESE und DELLING (1998) erfolgte. GRAF (1998) unterbreitet Vorschläge, wie der dafür erforderliche Aufwand begrenzt gehalten werden kann. Wesentlich ist, daß nicht ein allgemein vermindertes Intensitätsniveau, sondern eine die Wechselwirkung berücksichtigende Differenzierung der einzelnen Intensitätsfaktoren erfolgt. Diese Wechselwirkung der Intensitätsfaktoren auf Kornertrag und ökonomisches Ergebnis ist besonders deutlich bei der Wirkung von N-Düngung und Fungizideinsatz. Bei niedrigerer N-Versorgung besteht eine geringere Notwendigkeit eines Fungizidschutzes der Bestände und umgekehrt.

Das schlechte Abschneiden der Sorte Borenos gegenüber der Sorte Greif in der durchgeführten Versuchsserie beruhte zu einem Teil auf dem Nichterreichen des für eine volle Qualitätsbezahlung notwendigen Rohproteingehaltes von  $\geq 14\%$ . Die durchgeführte Steuerung der N-Düngung mit den Entscheidungshilfen Programm PULS-BEFU für die 1. Gabe und Nitratschnelltest für die 2. und 3. Gabe

führte zwar zur Ausschöpfung des Ertragspotentials, meist aber nicht zur Sicherung der gewünschten Qualität beim Elite-Qualitätsweizen Borenos. Wenn man auf Grund des bestätigten wesentlichen Einflusses der Stickstoffdüngung auf den Rohproteingehalt annimmt, daß mit einer Erhöhung der 3. N-Gabe um 30 kg N ha<sup>-1</sup> bei Borenos der gewünschte Rohproteingehalt für die volle Qualitätsbezahlung erreicht werden könnte, würde sich die spezialkostenfreie Leistung in der Optimalvariante von 1724 DM ha<sup>-1</sup> auf 1828 DM ha<sup>-1</sup> erhöhen, damit aber noch nicht das beste Ergebnis von Greif erreichen. Eine Ergebnisgleichheit beider Sorten wäre erst bei einer Erhöhung des Erlöses für E-Qualitätsweizen von 25,50 DM dt<sup>-1</sup> auf 26,50 DM dt<sup>-1</sup>, also bei einer Erlösdifferenz von 3 DM dt<sup>-1</sup> zwischen Brot- und E-Qualitätsweizen gegeben. MEISTER (1996) nennt eine erforderliche Erlösdifferenz von 2,80 DM dt<sup>-1</sup> und liegt damit auf gleichem Niveau. Eine Erlösdifferenz von über 4 DM dt<sup>-1</sup>, wie sie zur Ernte 1998 realisierbar war, verschafft dem Qualitätsweizenanbau natürlich ökonomische Vorteile.

Die Entscheidung für die Wahl der Qualitätsstufe im Weizenanbau ist also auch bei Realisierung einer sortenspezifischen Anbautechnik noch in starkem Maße von der Erlössituation abhängig, die leider zum Zeitpunkt der Bestandesetablierung meist noch nicht vorhersehbar ist. Dem Landwirt kann deshalb in Übereinstimmung mit BOESE und DEBRUCK (1998) nur die Empfehlung gegeben werden, durch planmäßigen Anbau mehrerer Qualitätsstufen das Risiko zu verteilen und durch spezifische Anbautechnik bei jeder Sorte ein bestmögliches Ergebnis anzustreben.

## Literatur

- BÄTZ, G. & H. DÖRFEL, 1987: Einführung in die Methodik des Feldversuches. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- BEESE, G. & M. DELLING, 1998: Bei der Bestandesführung die richtige Intensität finden. Bauernzeitung **39**, 17, 18–20.
- BOESE, L. & J. DEBRUCK, 1998: Weizenanbau in Trockengebieten. Getreide **4**, 34–36.
- Bundessortenamt, 1994: Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln) 1994, Landbuch Verlagsgesellsch. mbH, Hannover.
- BÜSCHBELL, T. & G.M. HOFFMANN, 1992: Die Effekte unterschiedlicher N-Versorgung auf die epidemiologische Entwicklung von Krankheitserregern in Winterweizen und deren Bekämpfung. Z. PflKrankh. PflSchutz. **99**, 381–403.
- DENNERT, J. & G. FISCHBECK, 1998: Umweltverträgliches Management der N-Düngung und Qualitätsweizenproduktion. Getreide **4**, 62–69.
- DIERCKS, R. & R. HEITEFUSS (Hrsg), 1990: Integrierter Landbau, BLV Verl.-Ges., München, Wien, Zürich.
- DÖRFEL, H. & G. BÄTZ, 1980: Mittelwertvergleiche in mehrfaktoriellen Versuchen bei signifikanten Wechselwirkungen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. **24**, 323–328.
- EDER, M. G., RUCKENBAUER, P. & K. EHRENDORFER, 1995: Vergleich unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten von Qualitätsweizen im Pulkautal/NÖ. Bodenkultur **46**, 141–163.
- FARACK, M., 1996: Einfluß von Anbauintensitäten auf Ertrag und Qualität von Winterweizen und Wintergerste in Thüringen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. **9**, 91–92.
- FEIL, B., 1996: Extensivierung der Stickstoffdüngung im Getreidebau. Agrarforschung **3**, 271–274.
- FISCHBECK, G., J. DENNERT & F. X. MAIDL, 1997: Auswirkungen von N-Spät düngungsmaßnahmen zu Winterweizen auf oberirdische Biomasse, Kornertrag und Proteingehalt bei unterschiedlicher N-Grunddüngung. Pflanzenbauwissenschaften **1**, 145–153.
- FÖRSTER, F., H. ERNST & E. ALBERT, 1997: BEFU – N, P, K, Kalk, Mg-Düngungsempfehlung, N, P, K-Schlagbilanzen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig.

- GRAF, R., 1998: Mehrstufige Sortenprüfung. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. **11**, 89–90.
- HARTMANN, G., BÄTZ, G. & S. SCHÜHLER, 1997: Qualitätssorten sind im Deckungsbeitrag überlegen. Neue Landwirtschaft **8**, 12, 46–48.
- HONERMEIER, B., 1996: Einsatz von Wachstumsregulatoren. Getreide **2**, 14–16.
- KRATZSCH, G., 1997: Bestandesführung im Einklang mit der Natur. Neue Landwirtschaft **8**, 2, 44–48.
- MEISTER, A., 1996: Elite-Weizen. Prinzip Hoffnung. DLG-Mitteilungen **111**, 9, 28–29.
- Raiffeisen, 1997: Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Preisliste 1997. Raiffeisen Hauptgenossenschaft Nord Aktiengesellschaft, Hannover.
- RASCH et al., 1998: Verfahrensbibliothek Band II. Oldenbourg Verlag.
- SAS Institut Inc. 1988: SAS 6.12. User's Guide. SAS Institute, Cary, USA.
- VOGEL, G., 1995: Wie intensiv müssen Sie Weizen führen? DLG-Mitteilungen **110**, 6, 22–24.
- ZMP, 1997: Erzeugerpreise für Getreide, Durchschnitt Region Ost, laufende Woche. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH. Am Markt – für den Landwirt im Freistaat Sachsen, Nr. 35 v. 30. 08. 1997, 3.
- ZSCHALER, H. & S. ENZIAN, 1997: Analyse des betriebsökonomischen Netto-Nutzens unterschiedlicher Strategien der Fungizidanwendung in Winterweizen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **49**, 74–82.
- Eingegangen am 07. Januar 1999;  
angenommen am 23. März 1999
- Anschriften der Verfasser:  
Prof. Dr. Hans-Georg Stock, Prof. Dr. Wulf Diepenbrock, Dr. Hermann Matthies und Dr. Albrecht Pfefferkorn, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherer-Straße 2, D-06099 Halle.  
Dr. Kristina Warnstorff, Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarformatik der Landwirtschaftlichen Fakultät, Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherer-Straße 82–85, D-06099 Halle.