267

KALI-BRIEFE (Büntehof) **19** (5) 345–355 (1988)

Optimale N-Düngung verschiedener Winterweizensorten

R. Gutser und K. Oppitz

Zusammenfassung

Auf einer tiefgründigen Lößbraunerde in Weihenstephan wurden in den Jahren 1979 bis 1981 N-Verteilungsversuche auf Basis der N_{min}-Untersuchung der Böden zu Winterweizen (Sorten: Caribo, Götz, M. Huntsman und Monopol) durchgeführt und neben den Kornerträgen die ertragsbildenden Faktoren und N-Aufnahmen festgestellt. Zeitpunkt und Aufteilung der beiden ersten N-Gaben brachte allgemein nur geringe Veränderungen der Kornerträge. Die Kombination Summe 120 zu Vegetationsbeginn (N_{min}-Stickstoff + 1. N-Gabe) und 30–45 kg N/ha im Stadium ES 30/31 erwies sich in der Mehrzahl der Fälle als optimale Düngung, weitgehend unabhängig von der Sorte. Lediglich Monopol reagierte positiv auf eine um 20 kg N/ha höhere Andüngung. Die 2. N-Gabe im Stadium 30/31 brachte gegenüber dem Vergleich in ES 25/29 stets geringe Vorteile. Caribo zeigte bei niedrigem N-Düngungsniveau ein besseres Kompensationsvermögen mit höheren Kornerträgen gegenüber Götz, insbesondere aber Huntsman und Monopol.

Schlüsselworte:

Pflanzenernährung, Pflanzenbau – Winterweizen – N-Düngung – N_{min}-Methode – Kornertrag – N-Entzug

Einführung

Durch die Ermittlung des leichtlöslichen mineralischen Stickstoffs im durchwurzelbaren Bodenprofil (N_{min}) läßt sich die N-Düngung insbesondere von Wintergetreide weitgehend optimieren (*Scharpf* 1977, *Scharpf* und *Wehrmann* 1976); die für den Vegetationsbeginn festgelegten N-Sollwerte (Summe N_{min} + 1. N-Gabe) müssen allerdings je nach Standortbedingungen, Bestandsentwicklung und Bewirtschaftungsverhältnissen modifiziert werden (*Gutser* und *Teicher* 1980, *Teicher* und *Gutser* 1980, *Becker* und *Lang* 1982, *Buchner* und *Sturm* 1982, *Hege* 1982 und andere); im Mittel der N_{min}-Versuche liegt der Sollwert für alle Wintergetreidearten bei 120 kg N/ha (*Brenner* und *Mangstl* 1987). Nach *Becker* (1982) sowie *Wollring* und *Wehrmann* (1982) ergeben sich für verschiedene Winterweizensorten keine spezifischen Sollwerte, während *Hege* (1982) und *Oppitz* (1982) für standfeste, stark bestockende Sorten um 10–20 kg höhere Sollwerte und *Sturm* (1976) an die Sorte angepaßte Sollwerte fordern. Neben der Höhe der N-Andüngung spielen auch Zeitpunkt und Höhe der zweiten N-Düngung eine wichtige Rolle für die Ertragsbildung von Winterweizen (*Laloux* 1976, *Heyland* 1978, *Braun* 1980, *Hanus* und *Schönberger* 1980, *Schönberger* 1981, *Wüsten* 1982 und andere).

Ziel dieser Untersuchungen war es, die Wirkung verschiedener N-Düngungssysteme (Höhe und zeitliche Verteilung der Frühjahrsgaben) auf Kornertrag und N-Entzug von vier Winterweizensorten mit unterschiedlichem Ertragsaufbau (Bestandesdichte, Kornzahl/Ähre, Korngewicht) zu prüfen.

Material und Methoden

Versuchsdurchführung

In den Jahren 1979 bis 1981 wurden auf einer tiefgründigen Braunerde aus Lößlehm in Weihenstephan N-Steigerungsversuche zu ausgewählten Winterweizensorten durchgeführt und die Auswirkungen der Höhe und zeitlichen Verteilung der Düngung auf Ertragsfaktoren, Kornerträge und N-Entzüge geprüft.

Boden

Braunerde, schluffiger Lehm (18 % Ton, 60 % Schluff)
Krume: pH ($CaCl_2$) = 6,1–6,5
C_t = 1,4 % N_t = 0,15 %
CAL: 10–12 mg P_2O_5 / 100 g Boden
18–22 mg K_2O

Die Fläche erhielt in den vorausgehenden 10 Jahren keine Stallmist- oder Güllegabe, lediglich alle 3–4 Jahre eine Gründüngung mit Raps-Zwischenfrucht.

Witterung

	Niederschlag mm		Lufttemperatur °C	
	Okt.–Sept.	April–Aug.	Okt.–Sept.	April–Aug.
langjähriger Ø	818	455	7,6	13,8
1978/79	871	514	7,2	13,1
1979/80	835	483	7,4	12,3
1980/81	768	362	7,6	13,8

Vom langjährigen Mittel stärker abweichend sind der extrem nasse Juni des Jahres 1979 (240 mm) und die um 1,5° C niedrigere Lufttemperatur in der Vegetationszeit 1980 nach einem relativ warmen Winter hervorzuheben.

Winterweizensorten

Sorte	Backqualität	Bestandesdichte	Körner/Ähre	Korngewicht
Götz	B 4	+	+	–
M. Huntsman	CT	–	0	0
Monopol	A 9	0	–	+
Caribo	B 4	0	0	+

+ = hoch 0 = mittel – = niedrig

Die Sorten unterscheiden sich mehr oder weniger in ihren Ertragsfaktoren. Schwächen weist Huntsman in der Bestandesdichte, Monopol in der Kornzahl/Ähre und Götz im Korngewicht auf; Caribo stellt eine gut anpassungsfähige Sorte mit hohem Kompensationsvermögen der ertragsbildenden Faktoren dar.

Anlagedaten

Vorfrucht: Kartoffeln

Saattermine:
20.10.1978 (450 Körner/m²)
10.10.1979 (430 Körner/m²)
23.10.1980 (440 Körner/m²)

PK-Düngung: einheitlich optimal

Erntetermine:
15.8.1979
22.8.1980
8.8.1981 (Caribo z.T. leichtes-mittleres Lager)

Pflanzenschutz

Herbizideinsatz:		Basagran Plus/Stomp/Tribunil + Basagran Plus
Fungizideinsatz	1979:	Derosal ES 31
	1980:	Cercobin M ES 31, Corbel ES 49, Cercobin Super ES 51/55
	1981:	Calixin ES 39, Cercobin M 49, Ortho Difolatan ES 51/55
CCC-Behandlung (l/ha):		Monopol und Caribo: 0,7 (1981 Caribo + 0,3) Huntsman 1,5 (1,0 + 0,5) Götz 0,5

N-Düngung (KAS)

Neben der N-Andüngung zu Vegetationsbeginn (Summe N_{min} des Bodens + 1. N-Gabe) wurde der Zeitpunkt der 2. N-Gabe modifiziert und zum Teil die Spätdüngung unterlassen. In den Versuchsgliedern 13–15 enthält der Summenwert zu Vegetationsbeginn den in 0–60 cm Tiefe festgestellten N_{min}-Stickstoff, der Summenwert im Stadium ES 25/29 die N_{min}-Menge in der Tiefe von 60–90 cm. Diese betrug nur 15–20 kg N/ha, so daß in den Varianten 13–15 die Kombination einer schwachen Andüngung und kräftigen Bestockungsgabe geprüft wurde.

Düngungstermine

	1979	1980	1981
Veg.-Beginn	22.2.	23.2.	16.3.
ES 25/29	7.5.	30.4.	14.4.
ES 30/31	22.5.	21.5.	14.5.
ES 49/51	11.6.	13.6.	4.6.

N_{min}-Untersuchung der Böden zu Vegetationsbeginn:

Jahre	0–90 cm	60–90 cm
1979	50 kg N/ha	15 kg N/ha
1980	57 kg N/ha	21 kg N/ha
1981	48 kg N/ha	19 kg N/ha

Variante	Veg.-Beginn	ES 25/29	ES 30/31	ES 49/51	Ges.-Summe kg N/ha
1	Kontrolle	–	–	–	N_{min}
2	Summe 100	–	–	+	150
3	100	+	–	+	195
4	100	–	+	+	195
5	Summe 120	–	–	+	170
6	120	+	–	+	215
7	120	+	–	–	165
8	120	–	+	+	215
9	Summe 140	–	–	+	190
10	140	+	–	+	235
11	140	+	–	–	185
12	140	–	+	+	235
13	Summe 70	Summe 80	–	+	200
14	80	90	–	+	220
15	80	90	–	–	170
		30 N (1979) bzw. 45 N (1980/1981)		50 N	1979: minus 15 N

Ergebnisse

Erträge und ertragsbildende Faktoren im Mittel der Jahre und Sorten

Die gegenüber 1979 (58 dt/ha) höheren Kornerträge der Jahre 1980 (70 dt/ha) und insbesondere 1981 (71 dt/ha) waren auf gesichert höhere Ährendichten (trotz geringerer Auflaufdichten) und Korngewichte zurückzuführen (**Tabelle 1**); die niedrigeren Kornzahlen/Ähre waren eine Folge des dichteren Pflanzenbestandes.

Tabelle 1
Sorten- und Jahresmittel (ø N-Stufen mit insgesamt 190–235 kg N/ha)

Jahre bzw. Sorten	Ähren/ m^2	TKG g	Kornzahl/ Ähre errechnet	Kornertrag dt/ha (86 % TS)	N-Gehalt der Körner % i. TS	N-Entzug kg/ha	Auflauf Pfl./m^2
1979	440	40,2	32,9	58,0	2,23	109	402
1980	548	45,1	28,8	70,0	2,24	133	221
1981	567	46,0	27,9	70,9	2,23	133	209
GD 5 %	10	1,8	0,9	0,6	0,02	2	11
Götz	569	42,5	29,7	70,4	2,24	133	278
Huntsman	440	43,9	32,5	62,3	2,21	116	275
Monopol	517	43,5	27,7	61,1	2,26	117	297
Caribo	549	45,1	29,6	71,3	2,18	133	258
GD 5 %	12	2,1	1,0	0,7	0,03	2	12

Die N-Gehalte der Körner unterschieden sich nur unwesentlich, so daß der N-Entzug 1980 und 1981 um 24 kg/ha deutlich über dem von 1979 lag.

Die Sorten Götz und Caribo erreichten im Mittel der Jahre merklich höhere Kornerträge als Huntsman und Monopol dank hoher Bestandesdichten, im Falle von Caribo zusätzlich auch hoher Korngewichte. Den mit Abstand dünnsten Bestand bildete Huntsman, der diesen Nachteil z.T. jedoch über eine höhere Kornzahl/Ähre kompensieren konnte. Monopol blieb in der Einkörnung (Kornzahl/Ähre) deutlich zurück. Die N-Gehalte schwankten nur wenig, so daß als Folge der Mehrerträge Götz und Caribo um 16 kg/ha mehr N entzogen als die beiden Vergleichssorten.

N-Düngungsniveau zu Vegetationsbeginn

In Kombination mit gleichen N-Gaben zur Bestockung und zum Ährenschieben führte die N-Steigerung zu Vegetationsbeginn von Summe 100 auf 140 im Mittel über Sorten und Jahre zu einer Zunahme der Kornerträge und geringfügig auch der N-Entzüge (**Tabelle 2**). Summe 120 erwies sich jedoch bereits als ausreichend; die Steigerung auf 140 brachte keine signifikanten Änderungen. Die Mehrerträge waren stets auf höhere Bestandesdichten und nicht auf Unterschiede in der Kornzahl/Ähre bzw. der Korngewichte (eher rückläufig) zurückzuführen.

Tabelle 2

Wirkung steigender N-Gaben zu Vegetationsbeginn auf Erträge, N-Entzüge und Ertragskomponenten (ø Sorten und Jahre)

N-Gaben (kg/ha) Veg.-Beg.	25/29	49/51	Kornertrag dt/ha	Rohprot. gehalt %	N-Entzug kg/ha	Ähren/ m^2	Kornzahl/ Ähre	TKG g
Σ 100	45	50	65,0	12,5	123	509	29,8	43,5
Σ 120	45	50	67,3	12,6	128	547	29,7	42,4
Σ 140	45	50	67,6	12,6	128	543	29,4	42,8
Σ 75	Σ 85	50	67,2	12,4	125	539	29,7	42,6
Σ 85	Σ 95	50	67,5	12,6	128	544	29,4	42,6
GD 5%			1,1	0,3	3	19	1,7	1,7

Auch eine schwache N-Andüngung mit kräftiger 2. N-Gabe in der frühen Bestockungsphase bewirkte hohe Bestandesdichten und Erträge; die Varianten Summe 75/85 und Summe 120/45 waren einander gleichwertig und führten zu den besten Ergebnissen.

Wirkung einer unterschiedlich terminierten 2. N-Gabe

Wie **Tabelle 3** zeigt, brachte im Mittel der drei Andüngungsniveaus die 2. N-Gabe in Höhe von 30–45 kg N/ha gesicherte Mehrerträge als Folge höherer Bestandesdichten (ES 25/29) bzw. höherer Kornzahlen/Ähre (ES 30/31). Letztere Variante erreichte mit 67,7 dt einen gegenüber ES 25/29 signifikanten Mehrertrag von ca. 1 dt Körner/ha.

Tabelle 3
Wirkung der 2. N-Gabe zur Bestockung bzw. Schossen auf Ertragskomponenten sowie Kornerträge
(⌀ Sorten und Jahre – einheitliche Spätgabe von 50 kg N/ha)

N-Gaben (kg/ha)	Ähren/ m^2	Kornzahl/ Ähre	TKG g	Kornertrag dt/ha
Σ 100–140 zu Veg.-Beg.	494	30,1	43,9	63,8
+ 30/45 in ES 25/29	533	29,6	42,9	66,6
+ 30/45 in ES 30/31	513	31,2	43,0	67,7
GD 5 %	13	1,3	1,4	1,0

Mit steigender N-Düngung zu Vegetationsbeginn nahm die Ertragswirkung der 2. N-Gabe bei sämtlichen Sorten erwartungsgemäß ab (**Tabelle 4**) und war unabhängig vom Düngungszeitpunkt in erster Linie auf einen Rückgang der Bestandesdichte zurückzuführen.

Die Korngewichte variierten allgemein wenig, etwas stärker allerdings die Kornzahlen/Ähre insbesondere von Götz und Monopol nach späterer N-Gabe. Die Düngung in ES 30/31 brachte gegenüber der in ES 25/29 nahezu ausnahmslos bei allen Sorten und N-Niveaus mehr oder weniger große Ertragsvorteile (meist noch innerhalb des Versuchsfehlers); einheitlich positiv reagierte Götz, am wenigsten Monopol (letzterer zeigte aber in der Kombination Summe 140/ES 30/31 einen signifikanten Ertragsanstieg). Die spätere 2. Gabe förderte in der Regel die Bestandesdichten (allerdings meist geringere Wirkung als die Gabe ES 25/29) sowie besonders die Kornzahlen/Ähre von Götz (Summe 100 und Summe 120) und Monopol (Summe 120 und 140). Die Differenzen der N-Entzüge waren im wesentlichen durch die unterschiedlichen Erträge bedingt.

Wirkung einer Spätdüngung

Die Ertragswirkung der Spätdüngung (50 kg N/ha) war in den Versuchsgliedern mit einheitlicher Bestockungsgabe abhängig vom Düngungsniveau zu Vegetationsbeginn (**Tabelle 5**): In der Reihe Summe 120 waren die Mehrerträge von 2,9 (Caribo) bis 3,7 (Huntsman) dt/ha signifikant, auf der Stufe Summe 140 mit bestenfalls 1,5 dt/ha (Huntsman, Monopol) allerdings nicht abzusichern.

Die Kornzahl/Ähre wurde durch die Spätdüngung sehr uneinheitlich beeinflußt; auffallend ist die deutliche Abnahme bei Huntsman und die deutliche Zunahme bei Caribo. Im Versuchsmittel führte die Spätdüngung auf Stufe Summe 120 zu einer Erhöhung der Kornzahl um 0,9 (GD 5 % = 2,9); auf Stufe 140 blieb sie unverändert. Die Rohproteingehalte stiegen im Schnitt um 1,4 bzw. 1,0 %, was einer rechnerischen Ausnutzung der N-Spätdüngung von 30 bzw. 21 % entspricht.

Tabelle 4

Ertragskomponenten, Kornerträge und N-Entzüge in Abhängigkeit von Höhe und Zeitpunkt der 2. N-Gabe

(ø Jahre – einheitliche Spätgabe 50 kg N/ha; ohne 2. N-Gabe = 100)

Sorte	Düngung Σ	Ähren/m² ES 25/29	Ähren/m² 30/31	Körner/Ähre 25/29	Körner/Ähre 30/31	TKG 25/29	TKG 30/31	Kornertrag 25/29	Kornertrag 30/31	N-Entzug 25/29	N-Entzug 30/31
Götz	100	103	103	101	109	100	95	107	109	113	110
	120	110	97	99	113	95	96	106	108	108	109
	140	104	103	100	101	99	99	101	103	101	107
Huntsman	100	115	115	95	100	99	98	108	111	113	119
	120	113	107	98	101	99	99	106	107	109	110
	140	106	102	98	104	98	99	102	103	108	112
Monopol	100	104	105	106	102	99	102	111	111	102	117
	120	111	101	103	112	96	97	110	109	112	114
	140	103	100	105	111	95	97	103	107	104	108
Caribo	100	113	108	97	103	96	95	105	107	107	112
	120	111	106	91	95	98	101	100	103	106	108
	140	106	101	89	97	100	99	98	99	100	101
GD 5 %		7		10		8		3		5	

Tabelle 5

Wirkung der Spätdüngung auf Ertragskomponenten und Kornerträge in Abhängigkeit vom Düngungsniveau zu Vegetationsbeginn (ø Jahre – einheitliche N-Gabe in ES 25/29 von 30 bzw. 45 kg N/ha)

Merkmal		Götz Σ 120	Götz Σ 140	Huntsman Σ 120	Huntsman Σ 140	Monopol Σ 120	Monopol Σ 140	Caribo Σ 120	Caribo Σ 140	GD 5 %
Kornertrag	dt/ha	+ 3,3	+ 0,6	+ 3,7	+ 1,5	+ 3,3	+ 1,5	+ 2,9	– 0,8	2,2
TKG	g	+ 0,8	+ 0,8	+ 1,0	– 0,7	– 0,4	+ 0,6	+ 0,4	+ 1,6	1,7
Rohproteingehalt	%	+ 1,6	+ 0,5	+ 1,2	+ 0,9	– 1,1	+ 1,4	+ 1,4	+ 1,0	0,5
N-Entzug	kg/ha	+ 5	+ 7	+ 17	+ 12	+ 17	+ 15	+ 20	+ 8	6
Kornzahl/Ähre		+ 0,5	+ 1,1	– 2,8	– 3,1	+ 3,1	– 1,0	+ 2,9	+ 3,1	2,9

Sortenspezifische Wirkung verschiedener Düngungskombinationen auf die Kornerträge

Mit der Kombination Sollwert Summe 120, 2. N-Gabe zum Schoßbeginn (ES 30/31) und einer Spätdüngung wurde in der Mehrzahl der Fälle der ökonomische Höchstbetrag erreicht (**Tabelle 6**). Lediglich Monopol reagierte auf eine um 20 kg N höhere Startgabe (Summe 140) mit einem Mehrertrag von 2,5 dt/ha (= 4 %).

Tabelle 6
Wirkung der N-Düngung auf die Kornerträge
(ø Jahre – einheitliche Spätgabe von 50 kg N/ha;
Σ 120/–/45/absolut [dt/h – 86 % TS] bzw. = 100)

N-Gaben (kg/ha) Veg.-Beg.	25/29	30/31	Götz	Huntsman	Monopol	Caribo	Häufigkeit der optimalen Düngung*
Σ 120	–	45	72,6	63,6	62,4	73,8	4
Σ 120	–	–	92	93	91	98	
Σ 120	45	–	98	99	100	98	1
Σ 75	Σ 85	–	99	98	100	98	1
Σ 140	–	–	98	98	98	99	3
Σ 140	45	–	99	100	101	97	
Σ 140	–	45	101	101	104	98	2
Σ 85	Σ 95	–	100	101	99	95	3
Σ 100	–	–				91	
Σ 100	45	–				95	
Σ 100	–	45				97	1
GD 5 % = 3							

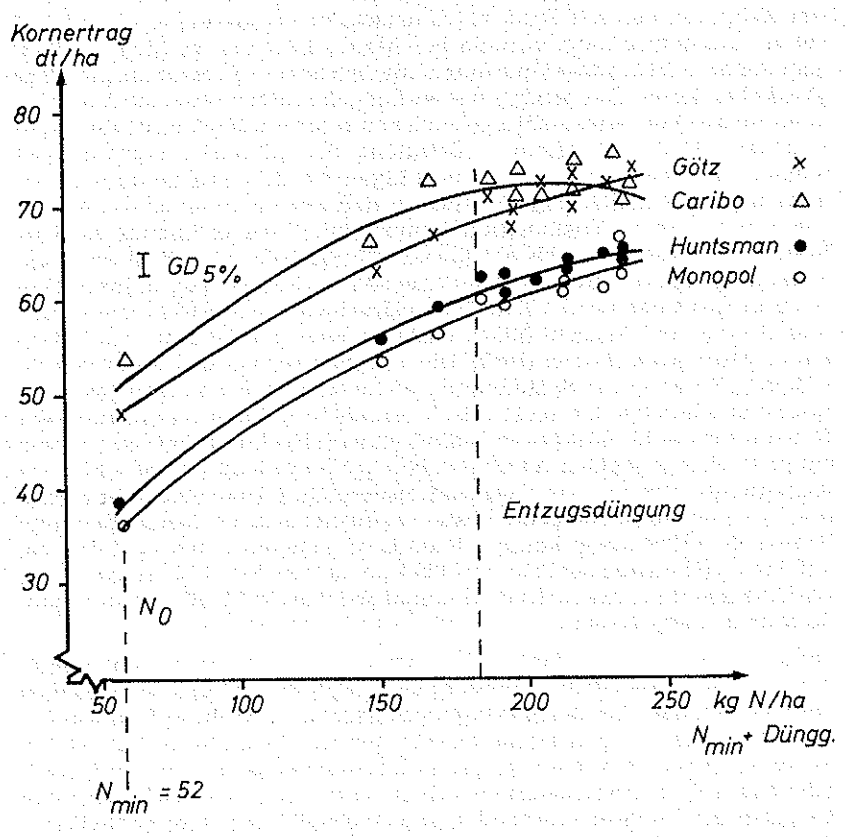
* ökonomisches Optimum

Eine mit Schwerpunkt in die Bestockung verabreichte N-Düngung (Summe 75/Summe 85) ebenso wie eine in ES 25/29 vorverlegte 2. N-Gabe (Summe 120/45) brachten keinerlei Vorteile; die Erträge blieben um 1–2 % unter dem Vergleichswert Summe 120 + ES 30/31 (= 100). Um insgesamt 20 kg N höhere Gaben führten zu keinen Mehrerträgen, im Falle der Sorte Caribo sogar zu Mindererträgen (mittleres Lager, auch in der Reihe Summe 140/45).

Die höchste N-Effizienz zeigte die Sorte Caribo: Summe 120 ohne weitere Korrekturdüngung brachte nur um 2 % (nicht signifikant), eine weitere Reduzierung auf Summe 100 allerdings um 9 % geringere Kornerträge. Aus den Regressionskurven N-Zufuhr x Ertrag (**Darstellung 1**) ist das geringere Düngungsoptimum von Caribo gegenüber den 3 Vergleichssorten gut ersichtlich. Auffallend ist das deutlich höhere Ertragsniveau der Sorten Götz und Caribo mit ca. 10 dt/ha weitgehend unabhängig vom Düngungsniveau.

Mit einer dem N-Entzug der Körner (ø 125 kg N/ha) entsprechenden N-Düngung und somit einem mittleren N-Angebot von 177 kg N/ha (einschließlich N_{min} zu Vegetationsbeginn) wurden unter den gegebenen Standortbedingungen von Huntsman und Monopol etwa 60, von Götz ca. 68 und von Caribo 71 dt Körner/ha produziert, das bedeutet: für Caribo bereits 96 %, für Götz und Huntsman 94 % und für Monopol 92 % des erzielbaren Höchstertrages.

Darstellung 1
Kornerträge verschiedener Winterweizensorten in Abhängigkeit von der N-Düngung
(ø 1979–1981)



Diskussion

Die in diesem dreijährigen Feldversuch erzielten Kornerträge lagen mit 60 bis 70 dt/ha auf hohem Niveau. Die über die Jahre gemittelten Erträge schwankten mit 13 dt etwas stärker als die Sortendurchschnitte mit maximal 10 dt/ha. Auffallend waren die gesichert höheren Erträge von Götz und insbesondere Caribo gegenüber Monopol und Huntsman als Folge höherer Bestandesdichten und im Falle von Caribo auch höherer Korngewichte. Die schwache Ertragsleistung von Monopol wird auch durch bayerische Sortenversuche bestätigt (*LBP* 1979–81). Abgesehen vom Ertragsniveau zeigten sämtliche Sorten ein gegenüber der N-Steigerung weitgehend ähnliches Ertragsverhalten, wenn auch die Wirkung auf die Ertragsfaktoren variierte. Mit Ausnahme der Sorte Monopol erwies sich die Andüngung auf Sollwert

120 als optimal. Die zu niedriger Bestandesdichte neigende Sorte Huntsman reagierte nur unwesentlich besser auf eine höhere Startgabe (Summe 140), während Monopol (mittlere Bestandesdichte) mit dieser Gabe eine ertragsentscheidende Förderung in der Zahl der ährentragenden Halme erfuhr.

Der Zeitpunkt der 2. N-Gabe hatte insgesamt nur geringen Einfluß auf deren Stickstoffwirkung; Vorteile brachte die Düngung im Stadium 30/31 gegenüber 25/29 in erster Linie durch deutlich höhere Kornzahlen pro Ähre sämtlicher Sorten. Die geringe Auswirkung des Zeitpunktes der 2. N-Düngung auf den Kornertrag läßt sich auch durch das von *Heyland* (1978) vorgeschlagene Düngungssystem (= Betonung der 2. N-Gabe entsprechend Summe 75/85 bzw. Summe 85/95) bestätigen, mit dem ähnlich gute Ergebnisse wie durch übliche N_{min}-Systeme erzielt werden konnten. Am häufigsten erwies sich die Kombination Summe 120/2. Gabe im Stadium 30/31 als beste Düngerverteilung; als einzige sortenspezifische Modifikation ist die notwendig höhere Andüngung (Summe 140) von Monopol anzuführen. Dieses Ergebnis steht somit z.T. im Widerspruch zu *Oppitz* (1982), *Hege* (1982) und *Brenner* und *Mangstl* (1987), bestätigt hingegen *Wollring* und *Wehrmann* (1982) sowie *Becker* (1982). Die ertragsteigernde und rohproteinerhöhende Wirkung der Spätdüngung ist hinlänglich bekannt, etwas überraschend allerdings die rechnerisch ermittelte geringe Ausnutzung der N-Gabe von nur 10–40 % (Stroh-N blieb unberücksichtigt). Von den 4 Sorten zeigte Caribo gegenüber niedrigem N-Angebot das mit Abstand höchste Anpassungsvermögen vor Götz und insbesondere Huntsman und Monopol; er konnte die schwächere Bestandesdichte noch am besten über gute Kornzahlen/Ähre sowie Korngewichte kompensieren. Auch die Düngung auf Entzug (N-Entzug der Körner = 125 kg N/ha) brachte bei Caribo nur 4 %, bei Götz und Huntsman 6 %, bei Monopol aber bereits 8 % Einbußen gegenüber dem Höchstertrag.

Diese Ergebnisse gelten für eine Fruchtfolge, in der die Blattfrucht Kartoffeln und die 2. Halmfrucht Wintergerste noch geringfügig über Entzug gedüngt worden sind. Die N-Düngungsversuche zu Winterweizen wurden auf einer tiefgründigen Lößbraunerde durchgeführt, die in den letzten 10 Jahren praktisch keine organische Düngung außer gelegentlich Stroh oder zweimal Rapszwischenfrucht erhalten hat. Um so überraschender sind die geringen Ertragseffekte zeitlich unterschiedlich terminierter N-Gaben. Auf Flächen mit intensiverer organischer Düngung ist entsprechend diesen Versuchen mit noch geringeren spezifischen Düngerwirkungen zu rechnen als Folge des höheren N-Nachlieferungspotentials (geringere Sollwerte siehe *Gutser* und *Teicher* 1980).

Literatur

BECKER, F. A.: Optimierung der N-Versorgung des Wintergetreides durch kombinierte Berücksichtigung von N_{min}, Standortmerkmalen und Bestandesparametern. – Vortrag VdLUFA-Kongreß in Münster (1982).

BECKER, F. A. und V. LANG: Standortvergleiche zur Frühjahrsdüngung des Wintergetreides nach der N_{min}-Methode. – Z. Acker- und Pflanzenbau 151, 459–473 (1982).

BRAUN, H.: Die Stickstoffdüngung des Getreides. – DLG-Verlag, Frankfurt/Main (1980).

BRENNER, K. und A. MANGSTL: Prognose des optimalen N-Sollwertes bei Wintergetreide. – Kali-Briefe (Büntehof) **18** (9), 699–726 (1987).

BUCHNER, A. und H. STURM: N-Düngung nach einer nassen Wintergetreidebestellung. – DLG-Mitt. **97** (4), 210–211 (1982).

GUTSER, R. und U. TEICHER: Bedeutung verschiedener standörtlicher und pflanzenbaulicher Faktoren für die Düngungsempfehlung auf Basis von N_{min}-Untersuchungen. – Landwirtsch. Forschung **33** (1), 95–107 (1980).

HANUS, H. und H. G. SCHÖNBERGER: Gezielte Führung von Winterweizenbeständen. – Bauernblatt Schleswig-Holstein, 1. 3. 1980, 35–40 (1980).

HEGE, U.: Erfahrungen mit der N_{min}-Methode in Bayern. – Landwirtsch. Forschung **36** (1–2), 82–92 (1982).

HEYLAND, K.-U.: Schema eines Anbauverfahrens zur Saat, Düngung und Pflege des Winterweizens. – Landw. Z. Rheinland **145** (1978).

LALOUX, R.: Fumure et protection phytosanitaire des céréals. – Selbstverlag der Faculté des Sciences agronomique, Gembloux (1976).

LBP: Versuchsergebnisse von Bayerischen Landessortenversuchen – Winterweizen. – Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-München (1979–1981).

OPPITZ, K.: Stickstoffdüngung zu Weizen im Frühjahr aufteilen. – Bayerisches landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 7/82, S. 26 (1982).

SCHARPF, H. C.: Der Mineralstickstoffgehalt des Bodens als Maßstab für den Stickstoffdüngerbedarf. – Diss. Hannover (1977).

SCHARPF, H. C. und J. WEHRMANN: Die Bedeutung des Mineralstickstoffvorrats des Bodens und Vegetationsbeginn für die Bemessung der N-Düngung zu Winterweizen. – Landwirtsch. Forschung, Sonderheft 32/I, 100–114 (1976).

SCHÖNBERGER, H. G.: Wieviel, wie oft und wann soll Stickstoff gedüngt werden. – DLG-Mitt. **96**, 60–65 (1981).

STURM, H.: Indirekte Beurteilungsmaßstäbe zur Bemessung der Frühjahrs-Stickstoffdüngung zu Getreide anhand dreijähriger Versuchsergebnisse. – Landw. Forsch. **29**, Sh. 33, 58–72 (1976).

TEICHER, K. und R. GUTSER: Südbayerische Erfahrungen mit der N_{min}-Methode zu Wintergerste. – Landwirtsch. Forschung **33** (4), 376–384 (1980).

WOLLRING, J. und J. WEHRMANN: Das optimale N-Angebot (N_{min}-Untersuchung und N-Düngung) im Frühjahr bei unterschiedlichen Bestandesdichten und verschiedenen Sorten von Winterweizen. – Beratungsunterlagen, TU Hannover (1982).

WÜSTEN, H.: Entscheidung über Stickstoffdüngungsstrategien beim Winterweizen. – Diss. Bonn (1982).

Anschriften der Verfasser: Dr. Reinhold Gutser, Inst. f. Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan, D-8050 Freising-Weihenstephan. Prof. Dr. Karl Oppitz, Fachhochschule Weihenstephan-Schönbrunn, Fachbereich Landwirtschaft I, D-8300 Landshut-Schönbrunn.