Originalarbeiten

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Grünland der Universität Hohenheim)

Leistungsvergleich zwischen einer Dinkelsorte *(T. aestivum* ssp. *spelta)* und einer Saatweizensorte *(T. aestivum* ssp. *aestivum)**

I. Trockenmasseproduktion und -verteilung, Stickstoffaufnahme und N_{min}-Rückstände

Von W. Aufhammer und E. Kübler

(Mit 4 Abbildungen)

Zusammenfassung

In zweijährig-zweiortigen Feldversuchen wurde die Dinkelsorte Schwabenkorn der Saatweizensorte Monopol gegenübergestellt. Überprüft werden sollten Differenzierungen im Stickstoffaneignungsvermögen sowie im Stickstoffbedarf zur Nutzung des Kornertragspotentials. Erfaßt wurden die Sproßtrockenmasseproduktion (dt/ha) und -verteilung (Korn/Stroh), der Stickstoffentzug (kg N/ha) und die N_{min}-Rückstände im Boden (kg N/ha) während des Entwicklungsverlaufs der Bestände. Wesentliche Ergebnisse sind: In den Sproßtrockenmassen traten zu keinem Zeitpunkt Unterschiede auf. Jedoch bildete Monopol gegenüber Schwabenkorn höhere Korn- und entsprechend geringere Strohmassen. Bis zum Ährenschieben traten keine Unterschiede im N-Entzug auf. Jedoch resultierte aus dem kornertragsbetonten Stoffverteilungsmuster von Monopol ein höherer N-Entzug nach dem Ährenschieben. Die Dinkelsorte benötigte zur Produktion gleicher Kornerträge wie die Saatweizensorte ein deutlich höheres N-Angebot, Stabilisierung der Standfestigkeit vorausgesetzt. Während des gesamten Entwicklungsverlaufes blieben die N_{min}-Gehalte im Boden ohne wesentliche Unterschiede gering.

Schlüsselworte: Dinkel-Saatweizen, Trockenmasseproduktion und -verteilung, N-Aufnahme und -Rückstände.

Performance of a cultivar of spelt *(T. aestivum* ssp. *spelta)* as compared to a cultivar of common wheat *(T. aestivum* ssp. *aestivum)*

I. Dry matter production and distribution, nitrogen uptake and mineralized nitrogen residues

Summary

Factorial field trials were conducted over two years at two locations, comparing the spelt cultivar Schwabenkorn to the common wheat cultivar Monopol. The

* Prof. Dr. Dr. h. c. K.-U. Heyland zum 65. Geburtstag gewidmet.

question was, does spelt differ from common wheat concerning N-uptake and N-demand to exploit the productive grain yield potential? Dry matter production (dt/ha) and distribution (grain/straw), nitrogen uptake (kg N/ha) and the mineralized nitrogen residues in the soil (kg N/ha) were measured during the vegetation period. Important results are: The cultivars did not differ in dry matter production. But at the costs of straw yields Monopol produced higher grain yields than Schwabenkorn. Until ear emergence no differences in N-uptake were measured. Presumably combined with the distribution pattern in favour of grain yields after ear emergence the stands of Monopol exceeded those of Schwabenkorn in nitrogen uptake. To produce grain yields comparable to those of Monopol, Schwabenkorn demanded higher nitrogen supply and the prevention of lodging by additional treatments. Without important differences between the cultivars soil-contents of mineralized N remained small all over the vegetation period.

Key-words: spelt and common wheat, dry matter production and distribution, N-uptake and N-residues.

1. Einleitung

1.1 Literaturübersicht

Die Trockenmasseproduktion und -verteilung von Getreidebeständen ist mit der Entwicklung vegetativer und generativer Organe verbunden. Sproß- und Wurzelwachstum, Nährstoffaufnahme und Nährstoffrückstände im Boden hängen eng zusammen. Inner- und zwischenpflanzliche Konkurrenz, geprägt von den Eigenschaften des Ausgangsbestandes, bestimmen die Ertragsbildung (Heyland und Scheer 1984). Die Beziehungen zwischen aufeinanderfolgenden Entwicklungs- und Wachstumsabschnitten der Getreidepflanze unterliegen einer kontinuierlichen Variation durch Umweltfaktoren. Die Folge sind Kompensationsvorgänge zwischen verschiedenen Gruppen kornertragsrelevanter Organe. Produktionstechnische Maßnahmen, kombiniert in Anbauverfahren, werden leistungsorientiert auf die Optimierung dieser Abläufe ausgerichtet. Unmittelbare und später im Entwicklungsverlauf folgende Interaktionseffekte sowohl zwischen den Maßnahmen als auch zwischen Maßnahmen und Umweltfaktoren bestimmen die Leistungs- und die Umweltrelevanz von Verfahrensschritten (Heyland et al. 1979, Heyland 1980, 1991). Auf beide Komplexe — die Leistungs- und die Umweltrelevanz — nimmt das Angebot bzw. der Mangel an Nährstoffen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Pflanze und in Wechselwirkung mit anderen Faktoren entscheidenden Einfluß (Heyland 1961, Heyland und Triebel 1986). Hierbei kommt dem Stickstoff produktionstechnisch zentrale Bedeutung zu, da mit diesem Nährstoff sowohl Wachstums- als auch Entwicklungsprozesse und damit Stoffproduktion- und -verteilung gezielt beeinflußbar sind. Gleichzeitig stellt nicht aufgenommener Nitratstickstoff, abhängig von den Boden- und Witterungsverhältnissen, ein Verlagerungs- und Auswaschungspotential dar. Unter diesen Aspekten bleibt die Überprüfung des Bestandesaufbaus in Verbindung mit der Anbauintensität unter Einbezug bodenbürtiger Stickstoffnachlieferung und abgestimmter Stickstoffdüngung sowie unter Berücksichtigung arten- und sortenspezifischer Eigenschaften aktuell (Heyland und Kochs 1984, Heyland 1990).

Die Zusammenhänge zwischen Stickstoffaufnahme, resultierendem Sproß- und Wurzelwachstum des Bestandes und dem N_{min}-Gehalt des Bodens sind vielschichtig. Innerhalb und zwischen den Sorten beeinflussen die Korngröße und

der Rohproteingehalt des Saatguts die Streßempfindlichkeit keimender Pflanzen, den Feldaufgang und das Ausmaß frühen Wurzelwachstums (HEYLAND et al. 1979, HEYLAND und MEER 1988). Schon von daher sind Unterschiede im Ablauf der Stickstoffaufnahme von Ausgangsbeständen denkbar. Stickstoff fördert die Bestockung der Getreidepflanze. Mit zunehmender Triebzahl steigt aufgrund triebeigener Kronenwurzelbildung das Nährstoffaufnahmevermögen. Wie HEYLAND (1961) nachwies, ist selbst späte Seitentriebentwicklung in der Reifephase von Gerste mit ansteigender Nährstoffaufnahme verbunden. Mit Bestandesschluß und Schoßbeginn nimmt innerhalb und zwischen den Trieben die Konkurrenz um Assimilate und Nährstoffe rasch zu. Alleine von daher stellen stark bestockte Bestände eine fragwürdige Basis für sichere und hohe Kornerträge dar (HEYLAND und TRIEBEL 1986, FISCHBECK et al. 1990). Andererseits ist vorstellbar, daß arten- und sortenspezifisch zügig bestockende Bestände rascher ein flächendeckendes Stickstoffaufnahmepotential entwickeln als Bestände, die nur in begrenztem Umfang Seitentriebe entwickeln.

Dinkel, eine alte Weizenunterart, an sich nur regional noch zur Herstellung traditioneller und speziell nachgefragter Produkte angebaut, ist u. a. im Zusammenhang mit umweltfreundlichen Anbauverfahren im Gespräch. Da Dinkel, verglichen mit neueren Saatweizensorten, wesentlich stärker bestockt (WINZELER und RÜEGGER 1990, RÜEGGER et al. 1990 a, b), wird ein größeres, Stickstoff sicherndes Aufnahmevermögen abgeleitet (KLING 1989). Arten- und sortenverschiedene Stickstoffaneignung und -verwertung führen in Interaktion mit differenziertem Stickstoffangebot zu unterschiedlichen Kornerträgen und Kornqualitäten. Die Investition produzierter Trockenmasse in die Korn- und die Strohfraktion ist verbunden mit der Funktion und Verteilung im Entwicklungsverlauf aufgenommenen Stickstoffs (BRAUN 1980). Stickstoffeffizienz, heute ein viel diskutierter Begriff (z. B. HAAS und FRIEDT 1990), wird daher sowohl von Arten- und Sorteneigenschaften als auch vom Anbauverfahren bestimmt. Zweifellos sind auch Winterfestigkeit und Krankheitsresistenz Vorzüge, die Dinkel gegenüber Saatweizen auszeichnen sollen (KLING 1989, WINZELER und RÜEGGER 1990), Sorteneigenschaften, die für die Stickstoffaufnahme und -verwertung relevant sind. Eine ausgeprägte Resistenz gegenüber Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten wäre darüber hinaus auf Grund reduzierten Fungizidaufwands ökonomisch und ökologisch interessant. Neben umweltfreundlichen Eigenschaften einer Nutzpflanzenart stehen jedoch die Ertragsfähigkeit und die Vermarktbarkeit des Erntegutes im Mittelpunkt. Dies gilt auch für Dinkel.

Auf der Basis von Stoffproduktions- und Ertragsbildungsprozessen sollten die nachfolgend dargestellten Untersuchungen die „Renaissance der alten Getreideart Dinkel" (WINZELER und RÜEGGER 1990) hinterfragen. Der vorliegende Beitrag ist auf die Trockenmasseproduktion und die Stickstoffaufnahme einer Dinkelgegenüber einer Saatweizensorte ausgerichtet. In einem weiteren Beitrag wird die Kornertragsbildung verglichen und abschließend versucht, zur Anbauwürdigkeit unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten Stellung zu beziehen.

2. Problemstellung

Gegenüber Saatweizen werden dem Dinkel besondere ökologische Vorzüge unterstellt. Im Vordergrund stehen besseres Stickstoffaneignungsvermögen und geringerer Düngungsbedarf. Neuere, konsequent vergleichende Untersuchungen, die solche Annahmen belegen, sind nicht bekannt. Daher wurden unsere Versuchsanlagen auf die Überprüfung folgender Hypothesen ausgerichtet:

— Dinkelbestände sind Saatweizenbeständen im Stickstoffentzugsvermögen überlegen und reduzieren die N_{min}-Mengen im Boden.
— Dinkelbestände benötigen zur Nutzung ihres Kornertragspotentials geringere Stickstoffgaben und einen geringeren Pflanzenschutzaufwand.

Datenbasis für die Bearbeitung stellen zweijährig und zweiortig durchgeführte Feldversuche dar.

3. Material und Methoden

Mehrfaktorielle Feldversuche mit drei Wiederholungen wurden in Spaltanlage in den Vegetationsperioden 1987/88 und 1988/89 auf Versuchsstationen der Universität Hohenheim (Ihinger Hof, Oberen Lindenhof) durchgeführt. Nähere Standortsangaben enthält die Tabelle 1. Die Stickstoffdüngungsstufen bildeten die Haupteinheiten, die Intensitätsstufen die Untereinheiten und die Sorten die Unter-Untereinheiten. Der Sorte Schwabenkorn, einer Sorte traditionellen Dinkeltyps, wurde die Saatweizensorte Monopol gegenübergestellt. Da das Korngut von Dinkel als Rohstoff für Spezialprodukte betrachtet wird, wurde die Quali-

Tabelle 1

Faktoren und Faktorstufen der Versuchsanlagen

Vegetationsperioden		1987/88 1988/89		
Standorte	Höhenlage	Bodenverhältnisse	Vorfrucht	Saatdichte[1]
Ihinger Hof	500 m NN	Parabraunerde	87/88: Hafer 88/89: Silomais	350 kf Kö/m²
Oberer Lindenhof	700 m NN	kolluviale Braunerde bzw. Terra Fusca	87/88: Senf 88/89: Kleegras	400 kf Kö/m²
		N-Gabe bei:		
Mineralische N-Düngung	Vegetationsbeginn	Schoßbeginn	Ährenschieben	Summe
N1	—	—	—	—
N2	—	40	40	80
N3	—	40	80	120
N4	40	40	40	120
Wachstumsregulator- und Fungizideinsatz	Wachstumsregulatoreinsatz	Fuß-	Blatt-Krankheitsbekämpfung	Ähren-
Intensität 1	CCC	—	—	Corbel + Dyrene
Intensität 2	CCC + Terpal	Sportak alpha	Desmel	Corbel + Dyrene
Sorten		Kornertrag[2]	Lagerneigung[2]	Krankheitsanfälligkeit[2,3]
Dinkel:				
Schwabenkorn S1		1[4]	6	5,7
Saatweizen:				
Monopol S2		1	5	7,1

[1] Dinkel wurde in Form von Vesen (ungebeizt) ausgesät
[2] Einstufung nach der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes 1991
[3] $\bar{x}$-Wert über alle in der Beschreibenden Sortenliste angegebenen Krankheiten
[4] Vesenertrag

Tabelle 2

In den Feldversuchen erfaßte bzw. errechnete Merkmale

Merkmal (Maßeinheit)	Entwicklungsstadium der Erfassung		Art der Erfassung
— Trockenmasseproduktion			
— Sproßtrockenmasse (dt/ha)	Vegetationsbeginn Schoßbeginn Ährenschieben	(T1) (T2) (T3)	gemessen
— Korn-, Stroh-, Spelzen + Spindelglieder[1]-trockenmasse (dt/ha)	Vollreife	(T4)	gemessen
— Harvestindex (Gesamtsproßtrockenmasse = 100, Korntrockenmasse/ha darauf bezogen), (%)	Vollreife	(T4)	errechnet
— N-Gehalte (%)			
— in der Sproßtrockenmasse	Vegetationsbeginn Schoßbeginn Ährenschieben	(T1) (T2) (T3)	gemessen
— in der Korn-, Stroh-, Spelzen + Spindelglieder[1]-trockenmasse	Vollreife	(T4)	gemessen
— Stickstoffaufnahme (kg/ha)			
— in der Sproßtrockenmasse (kg N/ha)	Vegetationsbeginn Schoßbeginn Ährenschieben	(T1) (T2) (T3)	errechnet
— in der Korn-, Stroh-, Spelzen + Spindelglieder[1]-trockenmasse	Vollreife		errechnet
— Stickstoff-Harvestindex (N-Menge in der Gesamtsproßtrockenmasse/ha = 100, N-Menge in der Kornmasse/ha darauf bezogen) (%)	Vollreife	(T4)	errechnet
— N_{min}-Gehalte im Boden (kg NO_3N/ha; 0—90 cm)	Vegetationsbeginn Schoßbeginn Ährenschieben Vollreife	(T1) (T2) (T3) (T4)	gemessen
— Krankheitsbefall			
— Halmbruch *(Pseudocercosporella herpotrichoides)*, (Befallsindex nach Bockmann 1963)	Teigreife		bonitiert, errechnet
— Schwarzbeinigkeit *(Gaeumannomyces graminis)*, (% befallene Halme)	Teigreife		bonitiert, errechnet
— Blattkrankheiten — Mischinfektion (9stufige Bonitурskala: 1 = kein, 9 = starker Befall)	Ährenschieben und Teigreife		bonitiert
— Ährenkrankheiten — Mischinfektion (9stufige Bonitурskala: 1 = kein, 9 = starker Befall)	Teigreife		bonitiert
— Lagerneigung (9stufige Bonitурskala: 1 = kein, 9 = vollständiges Lager)	Vollreife		bonitiert

[1] nur bei Dinkel gesondert, bei Saatweizen im Stroh enthalten

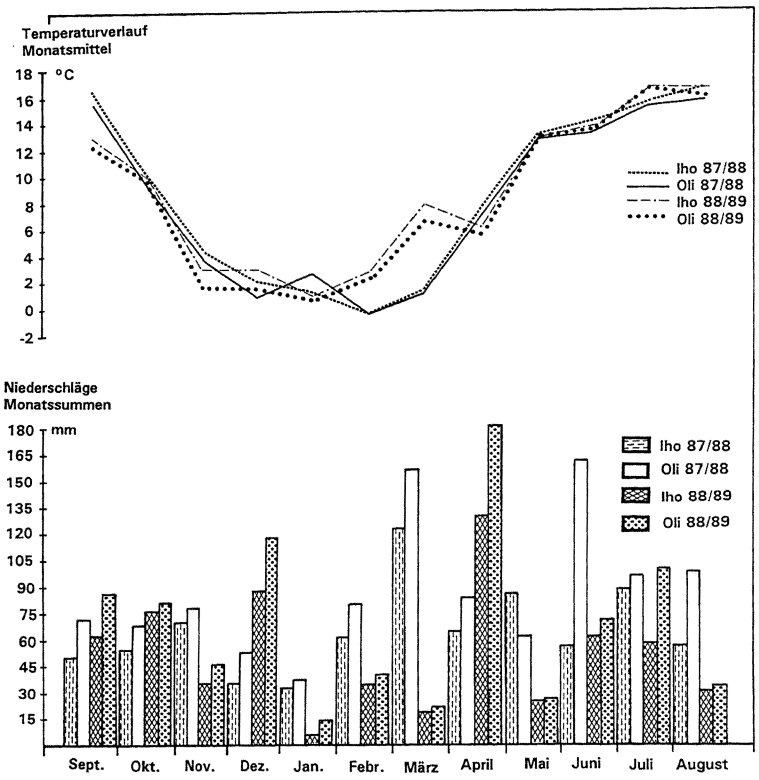

Abb. 1: Witterungsverlauf in den Versuchsjahren 1987/88 und 1988/89 an den Standorten Ihinger Hof und Oberer Lindenhof

tätsweizensorte Monopol, ebenfalls eine Spezialsorte, ausgewählt. Die Ertragsfähigkeit von Monopol wird, verglichen mit anderen, heute verbreiteten Winterweizensorten als gering eingestuft (Tab. 1). Weder kann jedoch aus dem Verhalten von Schwabenkorn auf das gesamte Dinkelsortenspektrum noch von Monopol auf das gesamte Saatweizenspektrum geschlossen werden.

In den Feldversuchen wurden mehrere Merkmalskomplexe erfaßt. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse zur Trockenmasseakkumulation und -verteilung (Sproß) einschließlich der Stickstoffaufnahme und der N_{min}-Rückstände im Entwicklungsverlauf präsentiert. Die relevanten Merkmale sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Die Werte der erfaßten Parameter wurden unter Einbezug der Faktoren Jahre und Orte varianzanalytisch überprüft. Zum Mittelwertvergleich wurden bei Varianzursachen mit signifikanten Varianzen im F-Test Grenzdifferenzen (Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %) errechnet und in der Darstellung fragestellungsrelevanter Ergebnisse angegeben. Als solche werden primär Interaktionen mit den Sorten betrachtet. Die in den Darstellungen und Tabellen angegebenen Werte zu Hauptwirkungen und Interaktionen sind jeweils $\bar{x}$-Werte über die anderen Faktoren (einschließlich der Jahre, Orte und Wiederholungen) der mehrfaktoriellen Versuchsanlagen.

In Abbildung 1 sind die Temperaturverhältnisse sowie die Niederschläge in beiden Vegetationsperioden auf beiden Standorten dargestellt. Der Standort Oberer Lindenhof auf der Schwäbischen Alb wies gegenüber dem Ihinger Hof deutlich höhere Niederschläge bei niedrigerem Temperaturniveau auf. Die bei-

den Vegetationsperioden unterschieden sich im Temperaturverlauf; 1988 wurden relativ niedrige, 1989 höhere Februar- und Märztemperaturen gemessen. Diese Bedingungen prägten die Anfangsentwicklung der Bestände im Frühjahr. Auch die Niederschlagsverteilung wies erhebliche Unterschiede auf. 1989 fielen — gegenüber 1988 — von Jänner bis März, im Mai und auch im August nur geringe Niederschläge.

4. Ergebnisse

4.1 Entwicklungsverlauf der Bestände

Dinkel wurde in Form von Vesen (Körner + Spelzen + Spindelglieder) ausgesät. Zur sicheren Wasserversorgung wurden Vesen etwas tiefer (Saattiefe: 5 cm) abgelegt als die Körner von Saatweizen (Saattiefe: 3 cm). Daher lief Dinkel verzögert, versuchsabhängig 2 bis 12 Tage später als Saatweizen auf, erreichte aber gleiche Feldaufgangswerte und Keimdichten. Bis Schoßbeginn brauchte Dinkel 2 bis 3 Tage (1 Versuch 10 Tage) länger als Saatweizen. In den Spannen Schoßbeginn–Ährenschieben und Ährenschieben–Reife traten so gut wie keine Unterschiede auf.

4.2 Trockenmasseertrag und -verteilung bei Vollreife

Signifikante Jahre × Orte-Interaktionen bei den Trockenmasse-, Stroh- und Kornerträgen/ha (Vollreife), ebenso beim Harvestindex weisen die Effekte unterschiedlicher Aufwuchsbedingungen auf die Trockenmasseproduktion nach. Auf dem Standort Oberer Lindenhof lag 1989 gegenüber 1988 ein wesentlich geringeres Leistungsniveau vor. Die genannten, teils relativ frühen Trockenperioden reduzierten den Strohertrag in erheblichem, den Kornertrag in etwas geringerem Maße. Im Gegensatz zu 1988 resultierten 1989 auf dem Standort Oberer Lindenhof höhere Harvestindices als auf dem Standort Ihinger Hof. Trotz dieser differenzierten Aufwuchsbedingungen traten keine Wechselwirkungen auf, die eine erwähnenswert unterschiedliche Sortenreaktion erkennen ließen (Abb. 2). Beide Sorten entwickelten gleiche Trockenmasseerträge/ha, unterschieden sich jedoch in der Verteilung der Trockenmasse und damit im Harvestindex. Zugunsten der Stroherträge bildete die Dinkelsorte Schwabenkorn 20 bis 30 % geringere Kornerträge als die Saatweizensorte Monopol (Abb. 2). Über geteilte und steigende Stickstoffdüngung veränderte Aufwuchsbedingungen führten beim Kornertrag zu einer Interaktion mit den Sorten: der Ertragsanstieg von N1 nach N4 blieb bei Schwabenkorn schwächer als bei Monopol (Abb. 2).

Nachweislich führte angehobene Behandlungsintensität (I2), insbesondere mit zunehmenden Stickstoffgaben, zu einem Anstieg der Kornerträge. Bei Schwabenkorn ging der Mehrertrag vorrangig auf die Eliminierung von Lager zurück. Bei Monopol trat in keiner Düngungsstufe Lager auf. Jedoch war Monopol gegenüber Schwabenkorn etwas stärker mit Blattkrankheiten, die teilweise auf die Ähre übergriffen, befallen. Bei Monopol kam damit der Reduktion von Blattkrankheiten vorrangige Bedeutung zu. Im einzelnen wird auf die Zusammenhänge im späteren Beitrag eingegangen.

4.3 Stickstoffentzug und N_{min}-Gehalte im Entwicklungsverlauf

Bis zum Ährenschieben traten hinsichtlich des Stickstoffentzugs keine Interaktionen zwischen den Aufwuchsbedingungen einschließlich der abgestuften Stickstoffdüngung und den Sorten auf. Die Bestände beider Sorten unterschieden sich bei gleichem N-Angebot nicht in der Stickstoffaufnahme. Hingegen

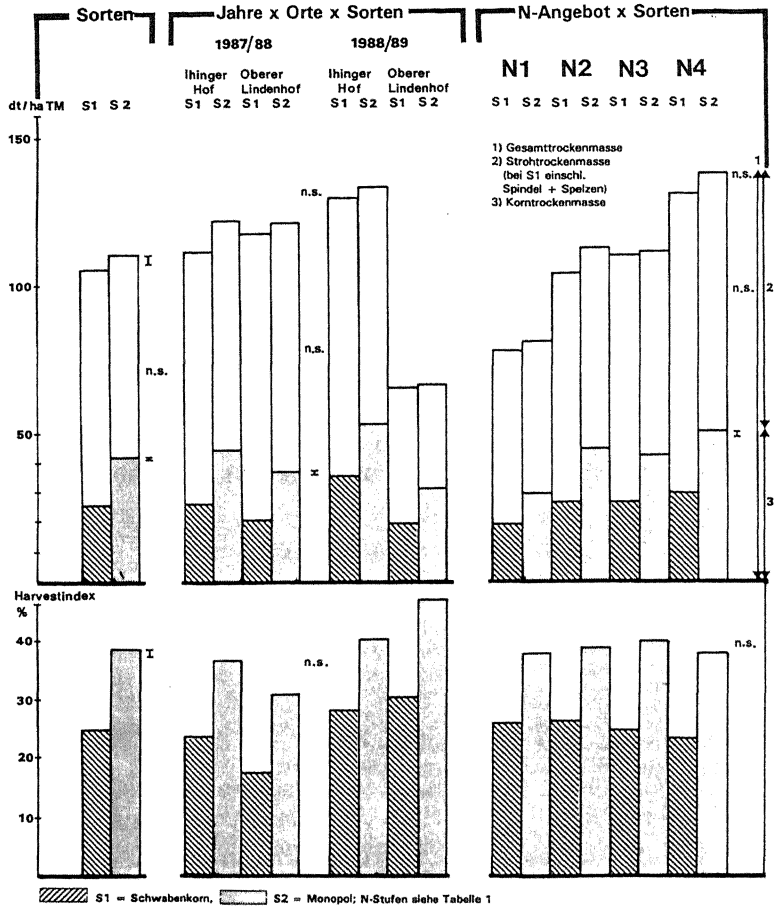

Abb. 2: Trockenmasseerträge, Trockenmasseverteilung und Harvestindex von Schwabenkorn und Monopol bei Vollreife in Abhängigkeit von Jahr, Standort und Stickstoffdüngung

zeichneten sich zum Vollreifetermin bei Saatweizen höhere N-Entzüge ab als bei Dinkel (Abb. 3). Im Gegensatz zum Dinkel wurden bei Saatweizen die N-Gehalte der Ährenspindeln + Spelzen nicht getrennt analysiert. Da diese Fraktion meist höhere N-Gehalte als die übrige Strohfraktion aufweist, wurden die Entzüge von Saatweizen vermutlich geringfügig unterschätzt. Die Stroh-N-Gehalte lagen bei beiden Sorten um 0,4 bis 0,5 %. Auf steigendes Stickstoffangebot reagierten die Sorten hinsichtlich der N-Aufnahme in gleicher Richtung, aber in unterschiedlichem Ausmaß. Hier traten auch Interaktionen höheren Grades (Jahr × Ort × N-Düngung × Sorten, nicht dargestellt) auf, die auf sortengleichen Entzug einzelner Varianten in einzelnen Versuchen zurückgingen.

Die höheren Entzüge der Sorte Monopol waren durch größere N-Akkumulation in der Kornmasse bedingt. Niedrigere Korn-N-Gehalte (Monopol: 2,2 %, Schwabenkorn: 2,8 %), aber höhere Kornerträge ergaben höhere Entzugswerte. Hieraus erklären sich auch die Differenzierungen im Stickstoff-Harvestindex (Abb. 4). Monopol wies deutlich höhere Indices auf als Schwabenkorn. Die generelle Abnahme der Harvestindices mit steigendem, insbesondere späterem N-Angebot ist bekannt. Bei Schwabenkorn zeichnete sich gegenüber Monopol ein stärkerer Rückgang ab.

Die N_{min}-Gehalte in der Bodenschicht 0 bis 90 cm blieben gering. Bei Bestokkungsende/Schoßbeginn wurden unter den Monopolbeständen ca. 5 kg N/ha

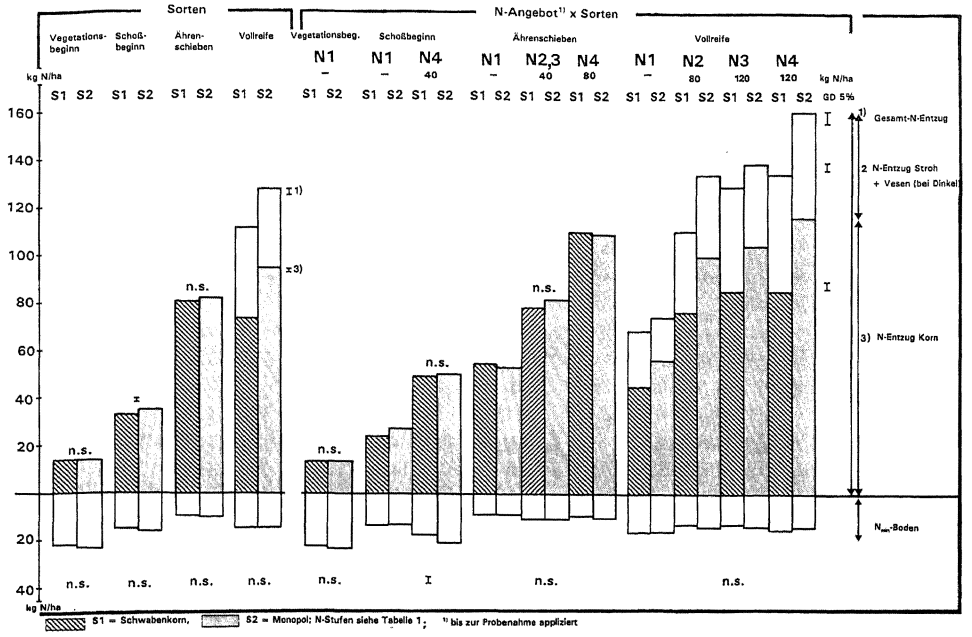

Abb. 3: Verlauf der Stickstoffentzüge (Sproßmasse) und der N_{min}-Gehalte im Boden bei Schwabenkorn und Monopol in Abhängigkeit von der N-Düngung bis zum jeweiligen Probenahmetermin

höhere N_{min}-Gehalte ermittelt. Im weiteren Verlauf konnten keine Sortenunterschiede, auch nicht in Abhängigkeit von anderen Faktoren, nachgewiesen werden. Bei Vollreife traten keine Differenzierungen der N_{min}-Gehalte im Boden auf, obwohl im Entzug Sortendifferenzierungen festgestellt wurden.

Zusätzlicher Terpaleinsatz sowie Fungizidapplikationen (I2) hoben den Stickstoffentzug mit der Kornmasse in Interaktion mit der Stickstoffdüngung an. Der Intensitätseffekt betrug in N1: 1 kg N/ha, in N2: 3,5 kg N/ha, in N3: 7,5 und in N4: 12,5 kg/ha. Interaktionen mit den Sorten waren nicht nachweisbar.

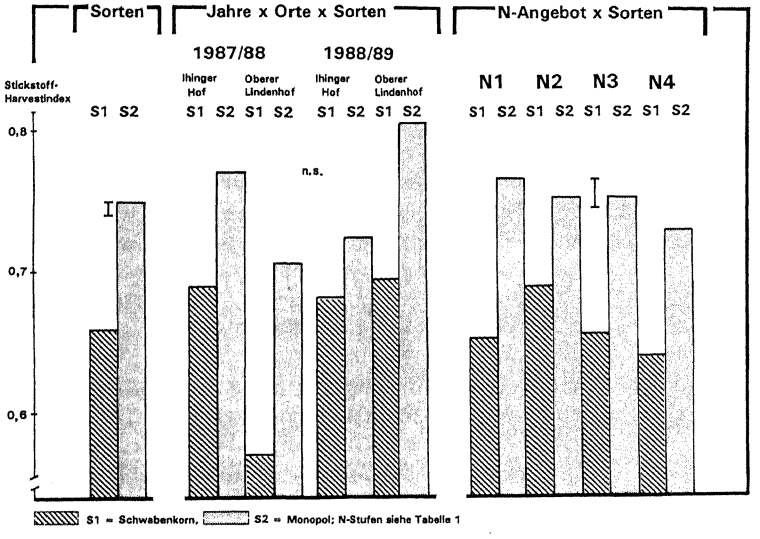

Abb. 4: Stickstoffharvestindex von Schwabenkorn und Monopol bei Vollreife in Abhängigkeit von Jahr, Standort und Stickstoffdüngung

Die Interaktion Orte × N-Düngung × Intensität × Sorten lag an der Signifikanzgrenze. Erkennbar wurde ein intensitätsbedingt etwas stärkerer Entzugsanstieg bei Schwabenkorn auf dem Ihinger Hof, bei Monopol auf dem Oberen Lindenhof.

5. Diskussion

Die Folgerungen gelten primär für den Vergleich der gewählten Sorten. Eine Verallgemeinerung auf Dinkel bzw. Saatweizen ist auf der Basis von je einer Sorte unzulässig. Charakteristische Unterschiede und Zusammenhänge zwischen leistungsbezogenen Merkmalskomplexen lassen jedoch Schlüsse breiterer Bedeutung insoweit zu, als diese generell das Ertragsbildungsverhalten von Beständen bestimmen. Ein zentraler Sortenunterschied ergab sich in der Verteilung produzierter Trockenmasse. Die Verschiebung des Verteilungsmusters zugunsten von Kornmasse, wie sie Monopol (Saatweizen) verglichen mit Schwabenkorn (Dinkel) aufwies, ist im Zuge langfristig leistungsorientierter Sortenentwicklung bei mehreren Arten bekannt (Aufhammer und Fischbeck 1964, Schuster 1978). Die größere Stoffspeicherung in Form von Kornmasse setzt die Stabilisierung einer größeren Speicherkapazität der Ähre und/oder des Einzelkornes voraus. Die Dinkelähre wies gegenüber der Monopolähre eine wesentlich geringere Kornzahl bei etwas höheren Einzelkorngewichten auf. Detaildaten zur Ertragsstruktur folgen in einer späteren Publikation. Auch in anderen Untersuchungen wurden bei Dinkel- verglichen mit Saatweizenähren erheblich kleinere Kornzahlen festgestellt (Rüegger et al. 1990 a). Eine weitere zentrale Bedingung für die Ausbildung hoher Kornerträge ist Standfestigkeit. Vergleiche alter mit neuen Weizensorten zeigen, welche Bedeutung der Standfestigkeit zukommt (Hoeser 1979). Trotz CCC- und Terpaleinsatz erreichte Schwabenkorn nicht die Standfestigkeit von Monopol. Dies galt insbesondere bei steigendem Stickstoffangebot.

Tabelle 3

Stickstoffeffizienz von Schwabenkorn und Monopol bei Vollreife in Abhängigkeit von der Düngungsstufe

Sorte	(1) N-Entzug Korn (kg/ha) / N-Entzug Sproß (kg/ha)	(2) Sproß (kg/ha) / N-Entzug Sproß (kg/ha)	(3) Korn (kg/ha) / N-Entzug Sproß (kg/ha)	(4) Korn (kg/ha) / gedüngte N-Menge (kg/ha)
	Düngungsstufe: N 1 (0 kg N/ha)			
Schwabenkorn	0,66	11,33	27,70	
Monopol	0,76	10,86	39,85	
	Düngungsstufe: N 4 (120 kg N/ha)			
Schwabenkorn	0,64	10,47	21,79	24,53
Monopol	0,72	8,52	31,02	41,87

Nach dem Ährenschieben entzog Monopol, verglichen mit Schwabenkorn, bis zu 30 kg/ha mehr Stickstoff zur Kornproduktion. In Tabelle 3 werden die beiden Sorten hinsichtlich relevanter Relationen zur „Stickstoffeffizienz" (Haas und Friedt 1990) gegenübergestellt. Spalte (1) zeigt die Harvestindices. Lekes und Zinisceva (1990) bezeichnen diese Quotienten als Maß für die Stickstofftransloka-