

Landwirtschaftliches Unternehmer - Seminar Gut Schlüterhof

Heft 5

1981

Getreidebau 1981
und innerbetriebliche Verwertung

Veranstalter:
Firma Anton Schlüter München
Werk Freising

Beratung:
Landtechnik Weihenstephan
Institut für Landtechnik
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
Landtechnischer Verein in Bayern e.V.

Getreidebau 1981 und innerbetriebliche Verwertung

...	31
...	32
...	30
...	71
...	100
...	120
...	122



Getreidebau 1981
und innerbetriebliche Verwertung

bode

Eine Zusammenfassung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern anlässlich der Landwirtschaftlichen Unternehmerseminare auf Gut Schlüterhof im Februar 1981 gehalten wurden

	Seite
1. Die Landwirtschaft in den 80er Jahren - Folgerungen für den Getreidebau; von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising-Weihenstephan und Dr. Helmut Hoffmann, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues der TU München-Weihenstephan	1
2. Marktaussichten bei Brot- und Futtergetreide; von Prof. Dr. Rudolf-Ernst Wolfram, Direktor des Institutes für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie, Bonn	20
3. Aktuelle Fragen des Pflanzenschutzes im Getreidebau; von Prof. Dr. Günther-Martin Hoffmann, Inhaber des Lehrstuhls für Phytopathologie am Institut für Bodenkultur, Pflanzenernährung und Phytopathologie der TU München-Weihenstephan	32
4. Ackerbauliche Aspekte aus der Sicht des Getreidebaues; von Prof. Dr. Klaus-Ulrich Heyland, Geschäftsführender Direktor des Institutes für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn	50
5. Mineraldüngung im intensiven Getreidebau; von DL Dr. Joachim Quade, Ruhr-Stickstoff-AG, Bochum	71
6. Verbesserte Getreidesorten - neue Wege in der Getreidezüchtung; von Prof. Dr. Gerhard Fischbeck, Inhaber des Lehrstuhls für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung am Institut für landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzenbau der TU München-Weihenstephan	100
7. Grundbodenbearbeitung für den Getreidebau; von Dipl.-Ing. Dr. sc. agr. Karlheinz Köller, Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn	126
8. Mähdrescher-Technik im Wandel?; von Prof. Dr. Manfred Eimer, Institut für Landmaschinenkunde an der Georg-August-Universität, Göttingen	154

9. Kostengünstige Getreidelagerung und Konservierung;
von Dr. Arno Strehler, Bayerische Landesanstalt für
Landtechnik, Weihenstephan

191

10. Trend zur Flüssigfütterung bei Mastschweinen;
von OLR Dr. Josef Boxberger, Landtechnik Weihenstephan

207

11. Verminderung der Futterkosten durch optimale Rations-
gestaltung in der Schweinemast; von LD Dr. Gustav Burgstaller,
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub

219

Die Landwirtschaft in den 80er Jahren - Folgerungen für den Getreidebau

von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising-Weihenstephan, und Dr. Helmut Hoffmann, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues der TU München-Weihenstephan

Einleitung

Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen zur Landwirtschaft in den 1980er Jahren ist die knappe Darstellung von wichtigen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. Daran schließt sich eine Schilderung der von den verschiedenen Bereichen ausgehenden Einflüsse auf den Agrarsektor an. Ein weiterer Punkt beschäftigt sich mit den wichtigsten Lösungsvorschlägen für die Probleme der Landwirtschaft. Die Folgerungen aus dem zu erwartenden Lösungsweg für den Einzelbetrieb werden im letzten Abschnitt behandelt. Dabei ist zunächst die Preis-Kosten-Entwicklung darzulegen. Sodann ist zu fragen, ob eine grundsätzliche Veränderung der relativen Wettbewerbskraft der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und damit der Betriebsorganisation zu erwarten ist. Des weiteren ist zu prüfen, ob völlig neue Produktionsverfahren an Bedeutung gewinnen werden. Schließlich sind im Rahmen dieses letzten Abschnitts noch einige Überlegungen zur optimalen speziellen Intensität und dem betrieblichen Wachstum anzustellen.

Veränderung wichtiger Rahmenbedingungen

- Externe Rahmenbedingungen

Rohstoffmärkte: Weitere Verteuerung, insbesondere der Energie (Rohölimporte 1978 30 Mrd. DM, 1980 65 Mrd. DM).

Weltpolitische Lage: Zahlreiche Krisenherde und erhebliches Wohlstandsgefälle; Forderung der Entwicklungsländer nach neuer Weltwirtschaftsordnung.

Verpflichtungen im Rahmen der Entwicklungshilfe: BRD leistet derzeit knapp 0,44 v.H. des Sozialproduktes (= 6,1 Mrd. DM) als Entwicklungshilfe; gefordert werden 0,7 v. H.).

Handelsverpflichtungen der EG gegenüber Drittländern: Zugeständnisse beim Import von Agrarprodukten erforderlich (Anteil des Exports am Bruttosozialprodukt 25 v.H.).

Erweiterung der EG (Griechenland, Portugal und Spanien): Probleme der Marktungleichgewichte, der Agrarfinanzierung und der Handelsbeziehungen zu dritten Ländern werden verschärft.

- Interne Rahmenbedingungen

Wohnbevölkerung: Jährliche Abnahmerate ca. 0,5 v.H., Rückgang von 61 auf etwa 59 Mio. (1985).

Wirtschaftswachstum: In den nächsten Jahren ca. 0,5 v.H. reales Wachstum.

Arbeitsmarktsituation: Arbeitslosenquote derzeit 5,6 v.H. (Januar 1981); auch auf längere Sicht kaum unter 1 Mio. Arbeitslose.

Staatsverschuldung: Relativ bescheidene Wachstumsraten bei sehr hoher Nettokreditaufnahme; Bund 1979 ca. 28 Mrd. DM; alle öffentlichen Haushalte zusammen ca. 50 Mrd. DM; Zinsanteil an den Staatsausgaben ca. 6 v.H.; dies entspricht etwa 55 v.H. der Nettokreditaufnahme.

Umweltschutz: Mehr gesetzliche Bestimmungen zur Vermeidung von Umweltschäden.

Zunehmend kritische Einstellung gegenüber der Landwirtschaft: Gesundheitlich unbedenkliche Nahrungsmittel; Subventionen.

Versorgungssicherung, Ernährungssicherung: Absicherung durch ausreichenden inländischen Selbstversorgungsgrad gefordert (BRD 1978/79 brutto 91 v.H., netto 74 v.H.; EG 1977/78 brutto 99 v.H., netto 86 v.H.).

Situation des Agrarsektors (EG und BRD)

Im einzelnen sollen die Auswirkungen der veränderten Rahmenbedingungen auf Markt und Finanzierung, Betriebsgrößenstruktur, Einkommen und Sonstiges aufgezeigt werden.

- Markt und Finanzierung (EG)

Jährliche Angebotssteigerung bei Agrarprodukten in der EG etwa 2,5 v.H.; jährliche Nachfragesteigerung nur ca. 1 v.H..

Zunahme der Überschußmengen aufgrund des bereits hohen Selbstversorgungsgrades (brutto 99 v.H.) und stark steigende Belastungen des EG-Agrarhaushaltes.

EG-Gesamtausgaben 1980 39,4 Mrd. DM, davon 76 v.H. Agrarausgaben; Anteil der Marktordnungsausgaben an den Agrarausgaben ca. 95 v.H.; jährliche Steigerung der Marktordnungsausgaben 25 v.H..

Zunehmende Probleme bei der Finanzierung des EG-Haushaltes.

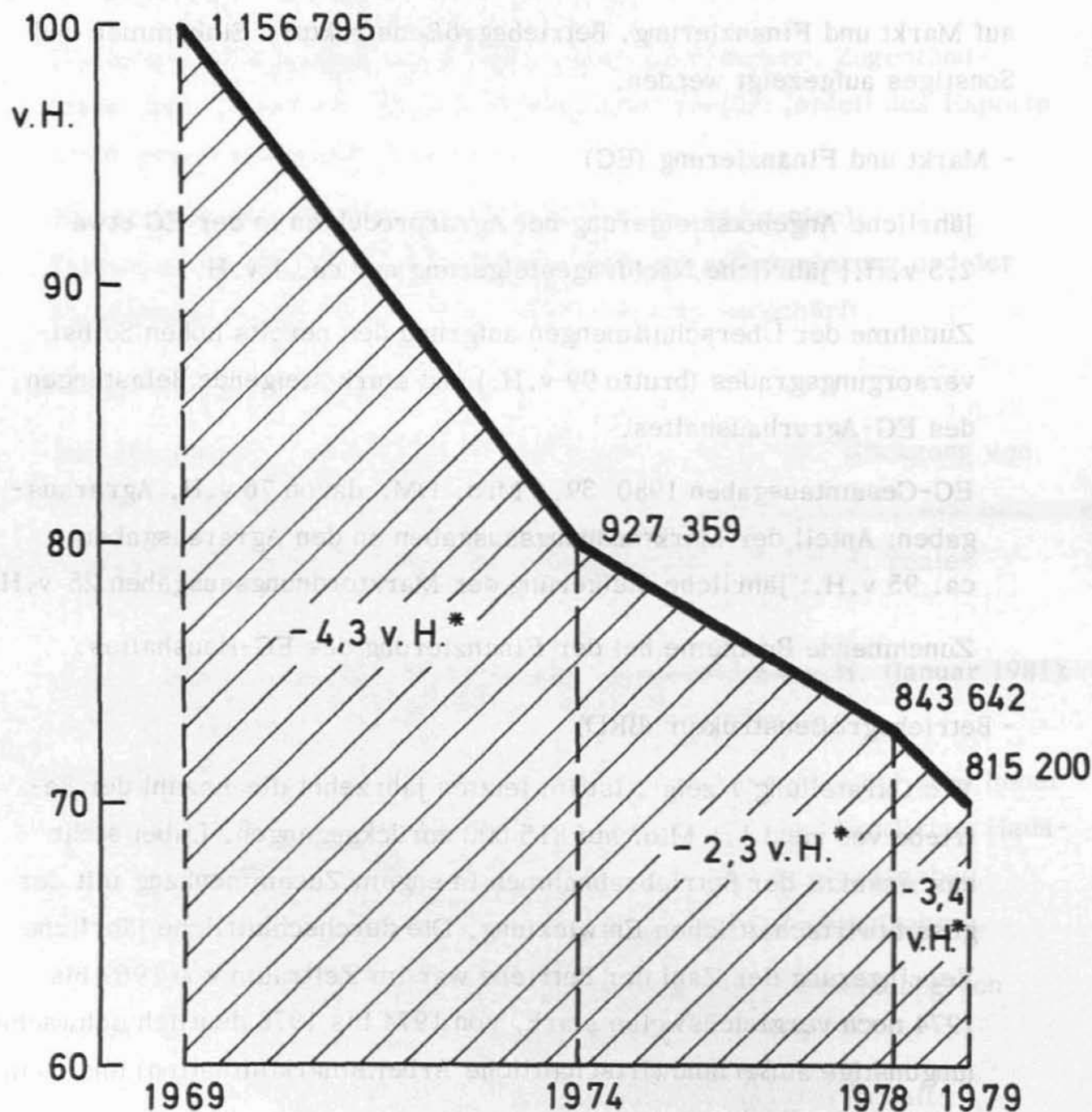
- Betriebsgrößenstruktur (BRD)

Wie Darstellung 1 zeigt, ist im letzten Jahrzehnt die Anzahl der Betriebe von rund 1,1 Mio. auf 815 000 zurückgegangen. Dabei steht das Ausmaß der Betriebsabnahmen in engem Zusammenhang mit der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Die durchschnittliche jährliche Verringerung der Zahl der Betriebe war im Zeitraum von 1969 bis 1974 noch vergleichsweise stark, von 1974 bis 1978 deutlich schwächer (ungünstige außerlandwirtschaftliche Arbeitsmarktsituation) und nahm dann wieder leicht zu.

Gruppiert man die Betriebe nach ihrem Erwerbscharakter (Darstellung 2), so ist im gleichen Zeitraum eine prozentuale Zunahme der Voll- und Nebenerwerbsbetriebe zu Lasten der Zuerwerbsbetriebe festzustellen.

Entwicklung der Zahl der landw. Betriebe > 1 ha LF in der BRD

(1969 = 100)



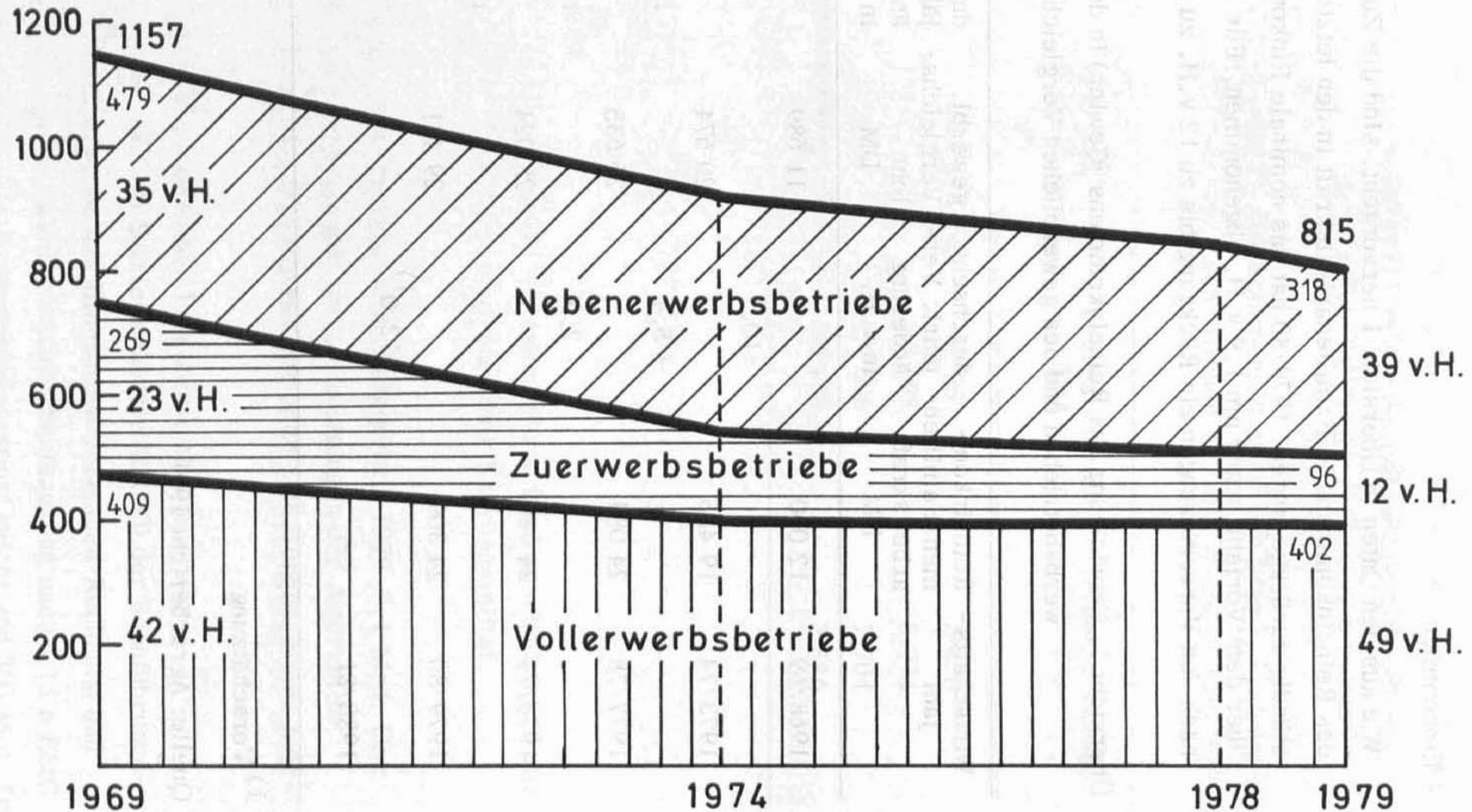
* durchschnittliche jährliche Veränderung

Quelle : Agrarbericht 1980

Darstellung 2

Entwicklung der landw. Betriebe in der BRD nach ihrem Erwerbscharakter

Zahl d. Betriebe
in 1000



Quelle: Agrarbericht 1980

- Einkommen

Wie aus den Daten in Übersicht 1 hervorgeht, sind die Zuwachsraten des Reineinkommens je Familienarbeitskraft in den letzten Jahren ständig zurückgegangen. 1979/80 hat das nominale Einkommen gegenüber dem Vorjahr sogar um 1,9 v.H. abgenommen. Für 1980/81 ist nach den Vorschätzungen ein Rückgang bis zu 12 v.H. zu erwarten.

Übersicht 1: Entwicklung des Reineinkommens (Gewinn) in den Vollerwerbsbetrieben und des gewerblichen Vergleichslohns

Wirtschafts- jahr	Reineinkom- men/Familien- arbeitskraft DM	durchschn. jährl. Ver- änderung in v.H.	gewerbl. Vergleichs- lohn DM	durchschn. jährl. Ver- änderung in v.H.
1968/69	12 050		11 689	
		+10,1		+12,1
1973/74	19 485		20 674	
		+ 5,4		+ 6,5
1977/78	24 084		26 635	
		+ 2,9		+ 5,2
1978/79	24 780		28 024	
		- 1,9		+ 5,2
1979/80	24 309		29 471	
		-12,0 ¹⁾		
1980/81	-		-	

1) Vorschätzung

Quelle: Agrarbericht 1981

Gleichzeitig bestehen zwischen den einzelnen Betriebsformen (z.B. Marktfrucht; Futterbau) und innerhalb der einzelnen Betriebsgruppen (oberes und unteres Viertel) erhebliche Einkommensunterschiede (Übersicht 2).

Übersicht 2: Streuung des Reineinkommens (Gewinn) je Familienarbeitskraft in den landwirtschaftlichen Vollerwerbsbetrieben 1979/80

Betriebsform	Betriebe insgesamt DM	oberes Viertel DM	unteres Viertel DM
Marktfrucht	31 342	80 057	5 800
Futterbau	22 211	49 698	8 274
Veredlung	30 633	67 506	7 704
Gesamt	24 309	57 873	7 586

Quelle: Agrarbericht 1981

- Sonstiges (BRD)

Umweltauflagen

Gesetzliche Bestimmungen zur Vermeidung von Umweltschäden und zur Sicherstellung gesundheitlich unbedenklicher Nahrungsmittel.

Sozialpolitik

Bundesmittel für landwirtschaftliche Sozialpolitik 1979 3,1 Mrd. DM;

Anteil des staatlichen Beitrages an den Leistungen der Altershilfe

(2,4 Mrd. DM) 80 v.H.; Reform des sozialen Sicherungssystems möglich.

Reform der landwirtschaftlichen Einkommensbesteuerung

Künftig werden ca. 140 000 Betriebe (bisher 85 000) der Buchführungspflicht, ca. 90 000 Betriebe der Einnahmen-Ausgaben-Rechnung und

ca. 600 000 Betriebe der Durchschnittsatzbesteuerung nach § 13 a EStG

unterliegen. Die geschätzte Steuermehrbelastung reicht von 300 Mio. DM

(BMF) bis zu 1 Mrd. DM (DBV).

Vermutlicher Lösungsweg

Für die überschaubare Zukunft ist davon auszugehen, daß in der Agrarpolitik im Prinzip an der gemeinsamen Preispolitik festgehalten wird. Ergänzt werden dürfte sie insbesondere durch folgende Maßnahmen:

Unterproportionale Anhebung der administrierten Produktpreise
Aussetzen der Intervention

Erzeugerabgaben (speziell für Milch)

Quotenregelung (vermutlich nur für Zuckerrüben)

Prämienregelung für ausgewählte Produktionszweige (z.B. Mutterkühe)

Direkte Einkommensübertragungen für bestimmte Regionen und Gruppen (Bergbauprogramm; Mindesteinkommenssicherung).

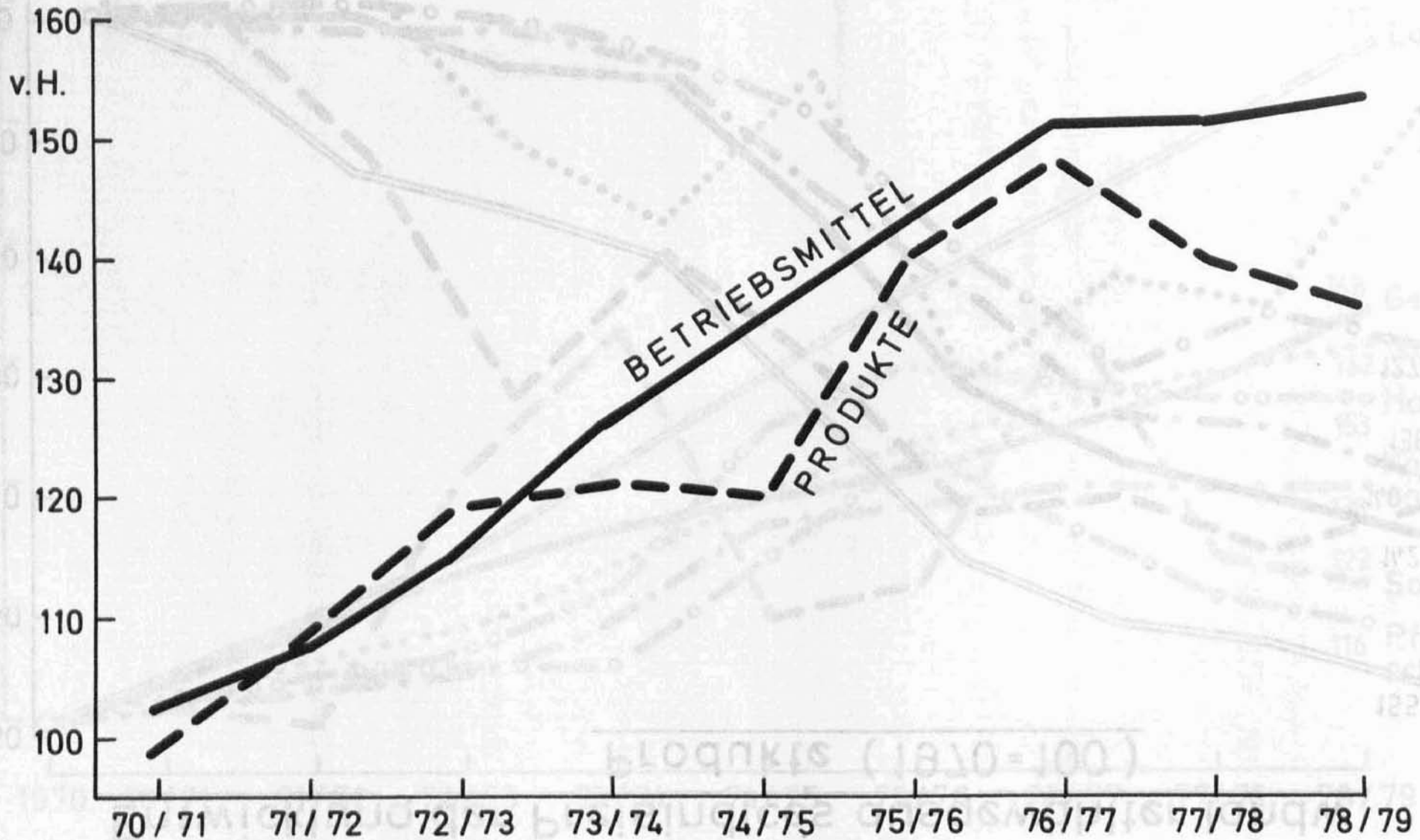
Auswirkung auf den Einzelbetrieb

- Preis-Kosten-Entwicklung

Die Betriebsmittelpreise sind im vergangenen Jahrzehnt stärker gestiegen als die Erzeugerpreise landwirtschaftlicher Produkte (Darstellung 3). Zukünftig ist mit einer weiteren Öffnung der Preis-Kosten-Schere zu rechnen. Einerseits läßt die angespannte Situation auf den Agrarmärkten nur noch geringe nominale Erzeugerpreiserhöhungen zu, andererseits dürften sich vor allem die energiekostenabhängigen Betriebsmittel drastisch verteuern (vgl. dazu Darstellung 4 und 5). Daher hat die Landwirtschaft in den kommenden Jahren aus der Entwicklung der Produkt- und Produktionsmittelpreise keine Einkommensverbesserung zu erwarten.

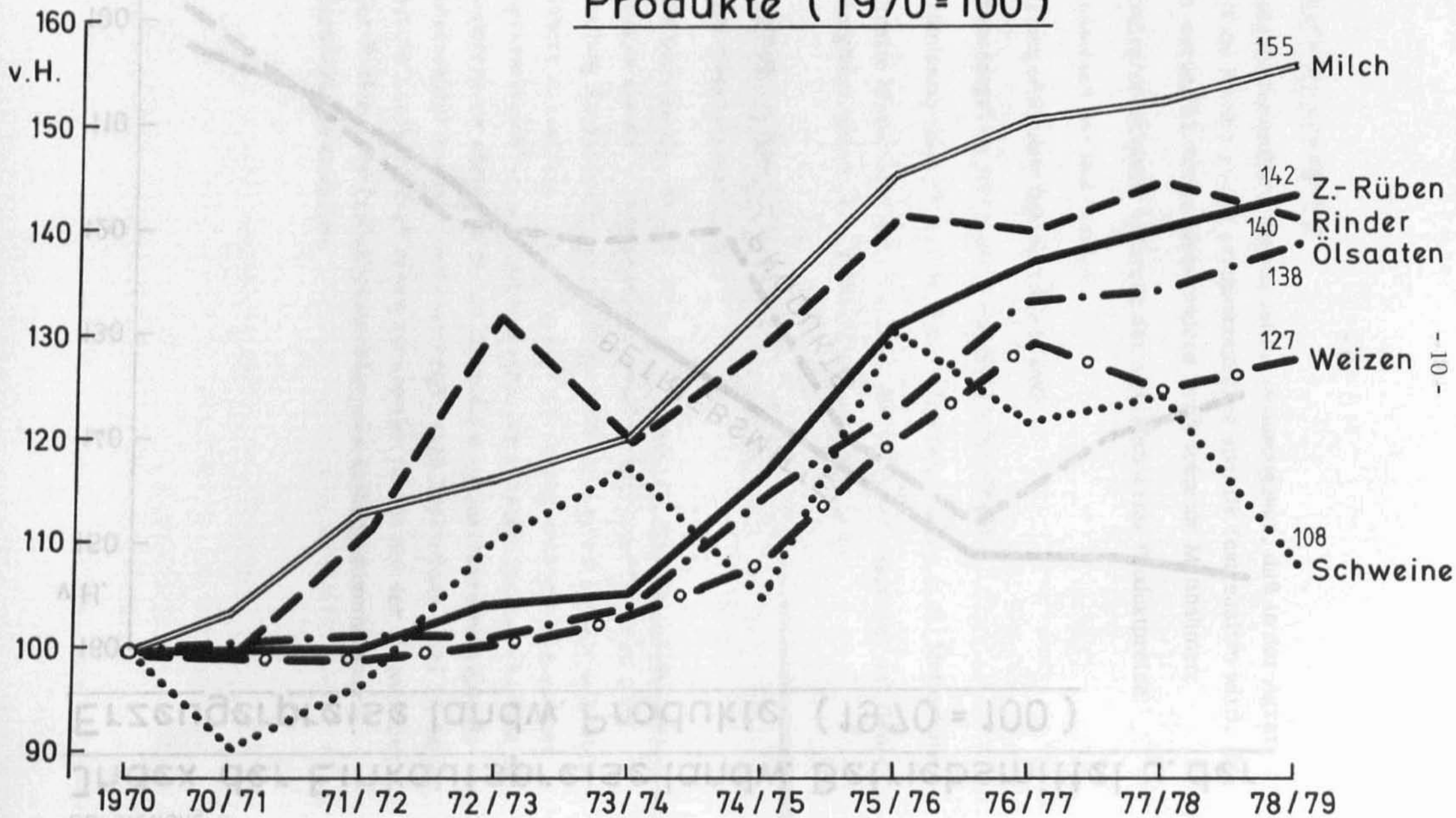
Darstellung 3

Index der Einkaufspreise landw. Betriebsmittel u. der Erzeugerpreise landw. Produkte (1970 = 100)

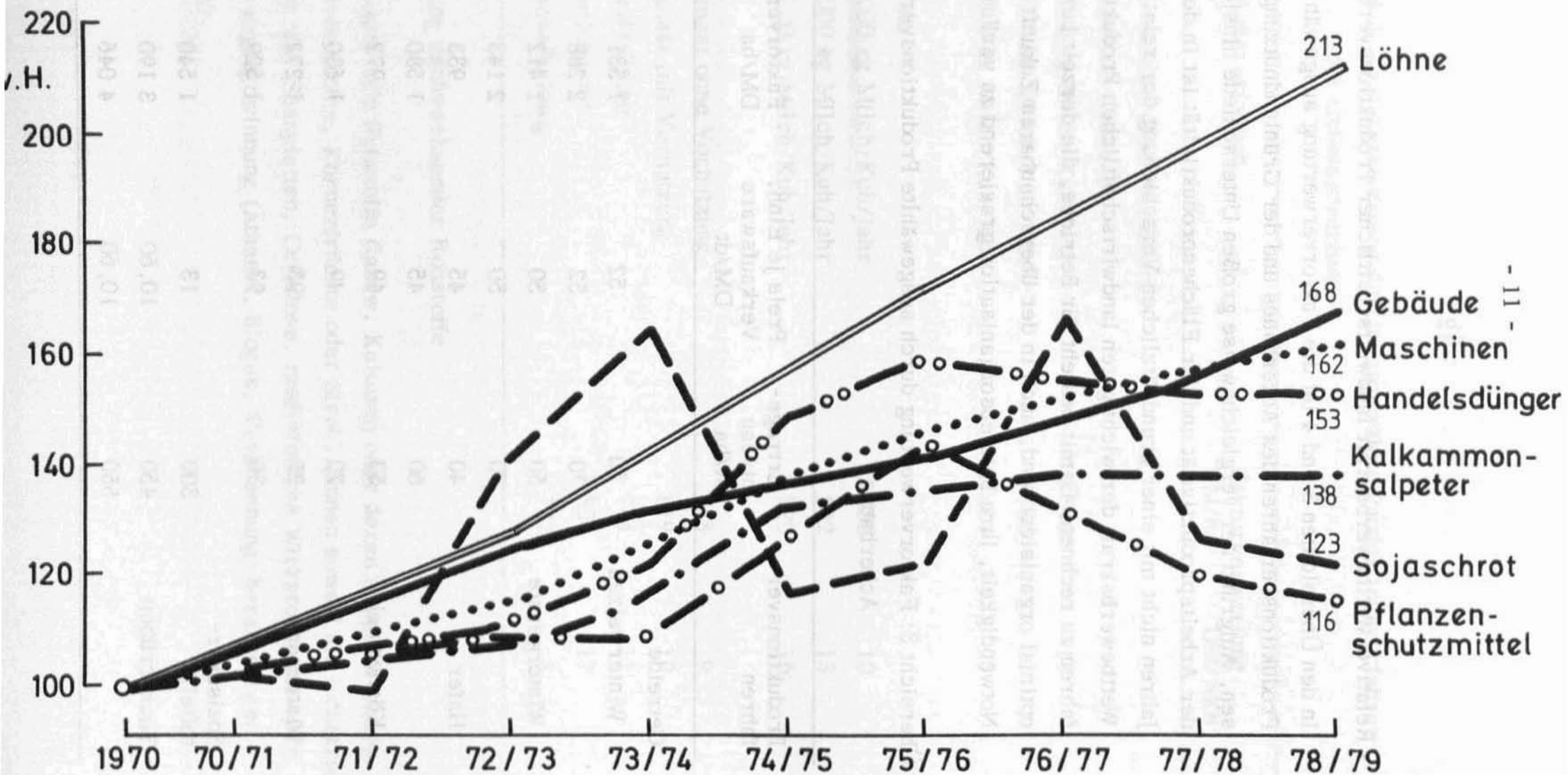


Quelle: Stat. Jahrbuch ELF 1980

Entwicklung der Preisindices ausgewählter landw. Produkte (1970=100)



Entwicklung der Preisindices ausgewählter landw. Produktionsmittel (1970=100)



- Relative Wettbewerbskraft landwirtschaftlicher Produktionsverfahren

In den Übersichten 3 und 4 ist die Faktorverwertung ausgewählter Produktionsverfahren des Ackerbaues und der Grünlandnutzung ausgewiesen. Aufgrund der vergleichsweise großen Unterschiede hinsichtlich der Arbeitsproduktivität und der Flächenproduktivität ist in den nächsten Jahren nicht mit einer grundsätzlichen Verschiebung der relativen Wettbewerbskraft der wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zu rechnen. Damit besteht für Betriebe, die derzeit bereits optimal organisiert sind, auch in der überschaubaren Zukunft keine Notwendigkeit, ihre Betriebsorganisation gravierend zu verändern.

Übersicht 3: Faktorverwertung durch ausgewählte Produktionsverfahren des Ackerbaues

Produktionsverfahren	Ertragsniveau dt/ha	Preis je Einh. Verkaufsware DM/dt	Faktorverwertung	
			DM/ha	DM/AKh
Getreide				
Winterweizen	50	52	1 531	96
	70	52	2 288	135
Wintergerste	50	50	1 412	89
	70	50	2 143	126
Hafer	40	45	933	62
	60	45	1 580	99
Körnermais	50	49	972	69
	70	49	1 630	116
Winterraps	25	93	1 272	91
	30	93	1 529	102
Speisekartoffeln	300	13	1 540	31
Zuckerrüben	450	10,60	3 190	56
	550	10,60	4 046	70

Übersicht 4: Faktorverwertung durch ausgewählte Produktionsverfahren
der Grünlandnutzung

Produktionsverfahren	Faktorverwertung	
	DM/ha	DM/AKh
Milchkuhhaltung ohne Nachzucht		
vorhandene Gebäude		
4000 kg Milch/Kuh/Jahr	2 550	18
5000 kg Milch/Kuh/Jahr	2 986	21
6000 kg Milch/Kuh/Jahr	3 414	23
Neubau		
4000 kg Milch/Kuh/Jahr	1 456	10
5000 kg Milch/Kuh/Jahr	1 892	13
6000 kg Milch/Kuh/Jahr	2 320	16
Färsenmast ohne Vornutzung	778	9
Färsenmast mit Vornutzung	819	10
Mutterkuhhaltung	764	11
Weidebullenmast	1 504	17
Koppelschafhaltung	727	8

- Bedeutung nachwachsender Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe (landw. Kulturen oder deren Koppelprodukte, z.B. Hackfrüchte, Körnerfrüchte oder Stroh) können sowohl als Industrie-Grundstoffe (Spanplatten, Cellulose, medizinische Wirkstoffe) als auch zur Energiegewinnung (Äthanol, Biogas, Verbrennung) herangezogen werden.

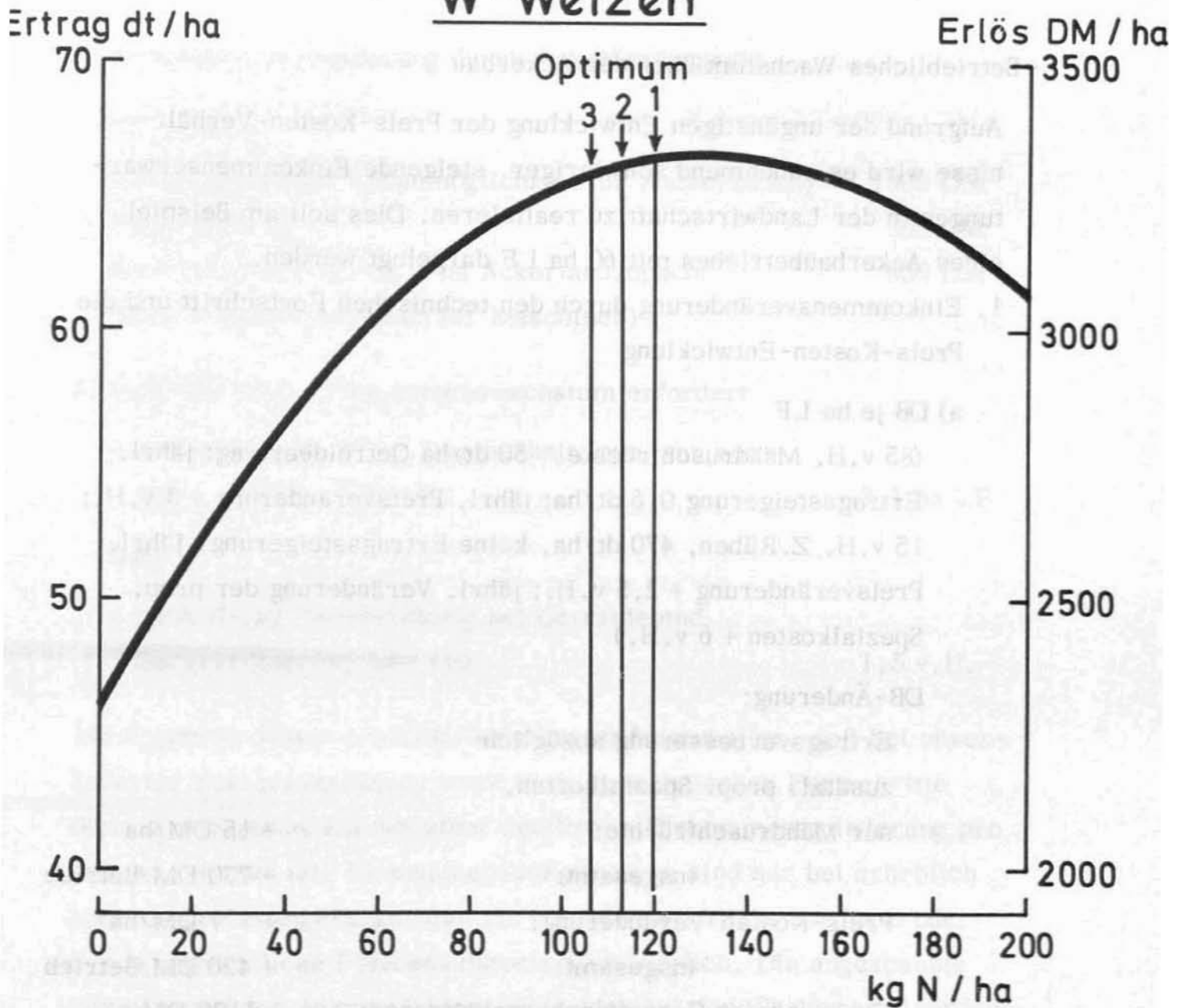
Unter den derzeitigen Preis-Kosten-Verhältnissen und den Produktionsbedingungen Mitteleuropas ist die Gewinnung von hochwertigen Energieträgern (z.B. Äthanol) aus dem gezielten Anbau von nachwachsenden Rohstoffen noch nicht rentabel. Auch die Verwertung von Agrarüberschüssen zur Äthanolgewinnung verspricht bei den derzeit relativ hohen Weltmarktpreisen für Agrarprodukte nur eine geringe Einsparung an volkswirtschaftlichen Gesamtkosten der EG. Bei niedrigen Weltmarktpreisen ist jedoch eine deutliche Kostensenkung möglich.

Die Forschung auf dem Sektor nachwachsende Rohstoffe ist jedoch zu intensivieren, weil einerseits durch Züchtung und spezielle Produktionsmethoden die Naturalerträge bestimmter Kulturpflanzen wesentlich gesteigert, andererseits die Verwertungskosten durch die Entwicklung neuer Technologien möglicherweise gesenkt werden können.

- Optimale spezielle Intensität

Darstellung 6 zeigt die Veränderung des Winter-Weizen-Ertrages und des Erlöses in Abhängigkeit von der mineralischen Stickstoffgabe. Diese Funktion basiert auf Ergebnissen von Stickstoff-Steigerungsversuchen im tertiären Hügelland. Die optimale spezielle Intensität liegt unter Zugrundelegung von aktuellen Preis-Kosten-Verhältnissen bei 120 kg Stickstoff pro Hektar und verringert sich selbst bei einer Verdoppelung des Stickstoff-Preises nur geringfügig.

Der geringe Einfluß steigender Betriebsmittelpreise auf die optimale spezielle Intensität läßt sich auch am Beispiel des Kraftfuttereinsatzes in der Milchviehhaltung aufzeigen. Wie Modellrechnungen ergeben haben, ist es selbst bei einer Anhebung der Kraftfutterpreise um 50 v.H. noch wirtschaftlich, das Leistungspotential der Milchkühe voll auszuschöpfen.

Bestimmung der optimalen N-Düngung zuW-Weizen

Der Einfluß des Stickstoffpreises auf die optimale N-Düngung

Preis DM / kg N	1,60	2,40	3,20
Optimale N-Düngung kg/ha	(1) 120	(2) 113	(3) 106

Berechnungsgrundlage: N-Steigerungsversuche im tertiären Hügelland 1977
nach Gutser / Teicher

Betriebliches Wachstum über den Ackerbau

Aufgrund der ungünstigen Entwicklung der Preis-Kosten-Verhältnisse wird es zunehmend schwieriger, steigende Einkommenserwartungen in der Landwirtschaft zu realisieren. Dies soll am Beispiel eines Ackerbaubetriebes mit 60 ha LF dargelegt werden.

1. Einkommensveränderung durch den technischen Fortschritt und die Preis-Kosten-Entwicklung

a) DB je ha LF

(85 v.H. Mähdruschfrüchte, 50 dt/ha Getreideertrag; jährl. Ertragssteigerung 0,6 dt/ha; jährl. Preisveränderung + 3 v.H.; 15 v.H. Z.Rüben, 470 dt/ha, keine Ertragssteigerung, jährl. Preisveränderung + 2,5 v.H.; jährl. Veränderung der prop. Spezialkosten + 6 v.H.)

DB-Änderung:

Ertragsverbesserung abzüglich
zusätzl. prop. Spezialkosten,
nur Mähdruschfrüchte:

+ 15 DM/ha

insgesamt:

+ 770 DM/Betrieb

Preis-Kosten-Veränderung:

+ 7 DM/ha

insgesamt:

+ 420 DM/Betrieb

Erhöhung des Gesamtdeckungsbeitrages:

1190 DM

b) Festkosten des Betriebes

(abgeleitet aus der Buchführungsstatistik)

Ausgangsbetrag (ohne Pacht und Zinsen)	750 DM/ha LF
jährl. Steigerungsrate 6 v.H.	45 DM/ha LF
insgesamt	2700 DM

Einkommensminderung je Betrieb

und Jahr aus a) und b)

1510 DM

2. Einkommensveränderung durch Ackerlandzupacht

DB je ha LF

(ohne zusätzliche Anbaumöglichkeit für Zuckerrüben) 1300 DM

Pacht je ha LF 500 DM

Einkommenserhöhung je ha Ackerlandzupacht 800 DM

(ohne Folgeinvestitionen für Maschinen)

3. 1000 DM jährl. Einkommenswachstum erfordert

- Ackerlandzupacht im Durchschnitt pro Jahr von

$$(1000 + 1510) : 800 = 3,1 \quad 3,1 \text{ ha LF}$$

oder

- zusätzliche Preiserhöhung bei Getreide und

Zuckerrüben pro Jahr von 1,5 v.H.

Als Ergebnis dieser Modellkalkulation ist festzuhalten, daß bei unveränderter Faktorausstattung trotz Nutzung technischer Fortschritte (Ertragssteigerungen) mit einer deutlichen Einkommensminderung pro Jahr zu rechnen ist. Einkommenssteigerungen sind nur bei erheblich höheren Preissteigerungsraten für landwirtschaftliche Produkte oder durch beträchtliche Flächenaufstockungen möglich. Die angespannte Situation auf den Agrarmärkten, aber auch auf dem Pachtmarkt verdeutlicht die Schwierigkeiten, zukünftig Einkommensverbesserungen in der Landwirtschaft zu erreichen.

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft wird in den 1980er Jahren nachhaltig von den veränderten wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen beeinflußt werden. Im einzelnen sind folgende Entwicklungen zu erwarten:

- Alle Anzeichen sprechen dafür, daß in den nächsten Jahren die Preis-Kosten-Situation ungünstiger als in der Vergangenheit sein wird. Zusätzlich verschärft wird die wirtschaftliche Lage der Landwirtschaft durch Auflagen des Umweltschutzes, einer möglichen Änderung der Sozialgesetzgebung und der Reform der Einkommensbesteuerung.
- Die veränderten Rahmenbedingungen führen jedoch nicht zu einer grundsätzlichen Verschiebung der relativen Wettbewerbskraft der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren. Betriebe, die derzeit bereits weitgehend optimal organisiert sind, werden in den nächsten Jahren keine generelle Änderung ihrer Produktionsrichtung vornehmen müssen.
- Auch bei relativ stark steigenden Produktionsmittelpreisen wird die optimale spezielle Intensität, insbesondere beim Einsatz von Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln und Kraftfutter nur wenig zurückgehen.
- Der gezielte Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Gewinnung von hochwertigen Energieträgern ist unter den derzeitigen Preis-Kosten-Verhältnissen in Mitteleuropa noch nicht wirtschaftlich. Allerdings ist die Forschung auf diesem Sektor zu intensivieren.
- Die Nutzung technischer Fortschritte in der Landwirtschaft ist grundsätzlich zu befürworten. Aber die Richtung des technischen Fortschritts ist zu ändern. Während bislang die Steigerung der Arbeitsproduktivität im Vordergrund stand, ist zukünftig schwerpunktmäßig auf einen sparsamen Einsatz von Rohstoffen und Energie bei geringer Umweltbelastung zu achten.
- Betriebliche Wachstumsmöglichkeiten durch Kapazitätsaufstockungen sind auch zukünftig auszuschöpfen. Aufgrund des abgeschwächten landwirtschaftlichen Strukturwandels sind jedoch die Voraussetzungen hierfür ungünstiger zu beurteilen, als im vergangenen Jahrzehnt.

In denjenigen Gebieten, wo der Strukturwandel auf absolute Grenzen stößt, oder durch andere Zielsetzungen unserer Gesellschaft, wie etwa der Mindestbesiedlungsdichte, Erhaltung der Kulturlandschaft und andere tangiert wird, ist durch direkte Einkommensübertragungen eine sozialvertretbare Lösung zu suchen.

- Wenngleich die Zeiten schwieriger werden, besteht kein Grund zu generellem Pessimismus. Wir müssen uns nur der Tugenden bewußt sein, die den guten Landwirt stets ausgezeichnet haben: Tüchtigkeit, Fleiß, Vorsicht im Investieren und Freude am Beruf.

Marktaussichten bei Brot- und Futtergetreide

von Prof. Dr. Rudolf-Ernst Wolffram, Direktor des Institutes für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie, Bonn

Bei der Beurteilung der Marktaussichten für Brot- und Futtergetreide ist zu differenzieren zwischen

- den langfristigen Entwicklungstendenzen in den achtziger Jahren
- den mittelfristigen Schwankungen, d.h. den voraussichtlichen Veränderungen zwischen zwei Getreidewirtschaftsjahren
- den saisonbedingten Schwankungen.

Die Ergebnisse der Analyse werden in fünf Thesen zusammengefaßt:

These 1: Die EG wird in den achtziger Jahren zu einem wichtigen Nettoexporteur auf den Weltgetreidemärkten.

Auf dem EG-Getreidemarkt zeichnet sich sowohl mittel- als auch langfristig die Tendenz zu Überschüssen ab. Im Getreidewirtschaftsjahr 1978/79 überstieg die verwendbare Erzeugung mit 114,9 Mio. t Getreide erstmalig den Verbrauch (112,5 Mio. t). Der Selbstversorgungsgrad lag bei 102 v.H.. Im Getreidewirtschaftsjahr 1980/81 überstieg die verwendbare Erzeugung von 120 Mio. t den Bedarf voraussichtlich um ca. 6 Mio. t. Überschüsse bestehen sowohl bei Brotgetreide als auch bei Futtergetreide:

- 1980/81 müssen ca. 6,4 Mio. t Weizen exportiert werden.
- Der Gersteexport wird auf ca. 5 Mio. t geschätzt.

Es muß damit gerechnet werden, daß sich der erforderliche jährliche Nettoexport der EG in den achtziger Jahren auf mindestens 15 Mio. t erhöht, wenn keine produktionsbeschränkenden Maßnahmen und/oder Importbeschränkungen bei den Substituten erfolgen.

Die EG-Erweiterung um Griechenland, Spanien und Portugal führt nur kurzfristig zu einer gewissen Marktentlastung.

Die Zunahme der Getreideüberschüsse resultiert insbesondere aus:

1. Der Steigerung der ha-Erträge infolge des anbautechnischen Fortschritts.
2. Der zunehmenden Substitution von Getreide durch importierte Futtermittel wie Tapioka, Corn gluten feed usw. Die Importe beliefen sich 1980 auf ca. 11 Mio. t gegenüber 3,7 Mio. t im Jahr 1970. Die Gründe für diese starke Importsteigerung sind:

- (1) Der z. T. erhebliche Preisvorteil gegenüber dem inländischen Futtergetreide, weil diese Futtermittel annähernd zu Weltmarktpreisen importiert werden können. Aufgrund internationaler Handelsabkommen variiert die Zollbelastung - je nach Herkunftsland - zwischen 0 und 6% des Importpreises.
- (2) Die Änderung der Einstellung der Veredelungsproduzenten zu diesen zunächst als "Billigmacher" abqualifizierten Futtermitteln. Aufgrund des hohen Anteils der Getreidesubstitute im niederländischen Schweinemastfutter besteht ein Preisvorteil von ca. 9 DM/dt gegenüber den getreidestarken Mischungen in Nordwestdeutschland.

Die Konsequenzen dieser Importsteigerung sind:

- Ein zunehmender Druck auf das Getreidepreisniveau in der EG
- Steigende Getreideüberschüsse. Der Selbstversorgungsgrad könnte sich in der EG dann selbst bei sinkender Getreideerzeugung erhöhen. Im Zusammenhang mit der sich verschärfenden Überschusssituation auf dem Getreidemarkt nimmt die Notwendigkeit zu, Importrestriktionen für die Getreidesubstitute einzuführen, wenn die EG-Getreidemarktordnung nicht unterlaufen werden soll.

These 2: Die Backweizenüberschüsse verhindern eine angemessene Preisdifferenzierung zwischen Brot- und Futtergetreide.

Die Weizenerzeugung beläuft sich in der Bundesrepublik auf ca. 8 Mio. t, davon sind ca. 90% backfähig. Auf A-Weizen entfallen ca. 3,2 Mio. t, hin-

zu kommen ca. 0,5 Mio. t Weizen aus EG-Ländern und ca. 0,3 Mio. t aus Drittländern. Es werden demgegenüber nur ca. 4,3 Mio. t Weizen vermahlen. Der Backweizenüberschuß beträgt somit in der Bundesrepublik ca. 3,8 Mio. t und in der EG ca. 16 Mio. t. Bei der Preisanalyse stehen zwei Fragen im Vordergrund:

1. Wie hoch ist die Preisdifferenz zwischen A- und B-Weizensorten?

Sie beträgt in

- Schleswig-Holstein ca. 1 DM/dt
- in Bayern ca. 2,50 DM/dt
- im Rheinland 0 - 1 DM/dt.

Bezeichnend ist die Preissituation im Rheinland, dem größten Zuschußgebiet der EG und dem aufgrund der besonderen Marktnähe günstigsten Standort für die Brotgetreideerzeugung. Die Preise für B-Weizen liegen um ca. 1,20 DM/dt niedriger als in Schleswig-Holstein. Die Ursachen für das vergleichsweise niedrige Preisniveau sind:

- (1) Die preisgünstigen Weizenimporte aus Frankreich, von denen ein Preisdruck auf die regionalen Erzeugerpreise ausgeht.
- (2) Das geringe Interesse der Mühlenindustrie im Rheinland an inländischen A-Weizensorten. Es besteht eine Präferenz für B-Weizen, der relativ preiswert verfügbar ist und mit importiertem Aufmischweizen verschnitten wird.

2. Wie groß ist die Preisdifferenz zwischen Back- und Futterweizen?

Die EG-Getreidemarktordnung sieht durch die Festsetzung des Referenzpreises für Backweizen sowie eines einheitlichen Interventionspreises für Futterweizen, Gerste und Mais eine Preisdifferenzierung für Brot- und Futtergetreide vor. Diese Preisdifferenzierung ist aus marktwirtschaftlicher Sicht jedoch eine optische Täuschung: Für Backweizen wird z.Z. nur der marktgerechte Futterweizenpreis gezahlt.

Diese Aussage läßt sich an der Preissituation in Schleswig-Holstein erläutern:

Für Qualitätsweizen erzielen die Erzeuger z.Z. (Mitte Februar 1981) 49,30 DM/dt, für Futterweizen 47,90 DM/dt und für Futtergerste 45,60 DM/dt.

Der Preis für Qualitätsweizen liegt damit um 8% über dem für Futtergerste. Dieser Preisabstand entspricht in etwa dem höheren Futterwert des Weizens.

Der Preisabstand zwischen Weichweizen zur Brotherstellung und Futtergerste beträgt im Rheinland ebenfalls 8%.

In Bayern ist die entsprechende Preisdifferenz mit ca. 8 DM/dt bzw. 18 v.H. am größten. Die Ursache hierfür liegt in

- (1) der Unterversorgung des bayerischen Marktes bei Qualitätsweizen
- (2) den im Vergleich zu Norddeutschland höheren Preisen für Importweizen aus Drittländern
- (3) dem um etwa 2,50 DM/dt niedrigeren Futtergerstepreis.

Ausgehend vom Richtpreis für Weichweizen (61,98 DM/dt im Februar 1981) könnte AI-Weizen im Rheinland ca. 58 DM/dt auf der Erzeugerstufe kosten, wenn der Backweizenmarkt in der EG defizitär wäre.

Schlußfolgerungen aus der Preissituation:

- (1) Die Qualitätsweizenproduktion wird nicht an allen Standorten der Bundesrepublik honoriert, weil der Handel gezwungen ist, Backweizenüberschüsse im Futtersektor zu verwerten. Daher kann dem Handel diese Preissituation nicht angelastet werden.
- (2) Qualitätsunterschiede zwischen A- und B-Weizen sind - unter Berücksichtigung der Kosten für die Separierung - für den Handel bzw. die Mühlenindustrie zu gering, um einen besonderen Anreiz für Preisaufschläge zu geben.

(3) Während selbst für Qualitätsweizen nur der nach Maßgabe des Futterwertes angemessene Futterweizenpreis gezahlt wird, hebt sich der Preis für Futterweizensorten nicht ausreichend vom Futtergerstepreis ab. Hier dürfte sich der Wunsch von Seiten der Landwirtschaft nach einer Preisdifferenzierung zwischen Back- und Futterweizen nachteilig auf die Futterweizenpreisbildung ausgewirkt haben.

Welche Konsequenzen resultieren aus dieser Preissituation für die Landwirtschaft?

1. Die wirtschaftliche Überlegenheit des A-Weizensortenanbaus ist nicht grundsätzlich gegeben. So besteht z.B. für Schleswig-Holstein ein deutlicher Erlösnachteil von ca. 450 DM/ha beim Anbau der Weizensorte Diplomat gegenüber der Sorte Caribo: (Annahme: Diplomat 75 dt/ha, 48,60 DM/dt; Caribo 86 dt/ha, 47,70 DM/dt).
2. Die Entscheidung, ob eine A-, B- oder C-Weizensorte angebaut werden sollte, hängt von den Ertrags- und Preisunterschieden ab, und zwar muß der prozentuale Ertragsvorteil größer als der prozentuale Preisnachteil sein.

Zum Anbau von Brotroggen ist festzustellen, daß

1. die Anbaufläche wegen der vergleichsweise niedrigen Erträge und Deckungsbeiträge weiter abnehmen wird.
2. sich die Wettbewerbsstellung des Roggenanbaus weiter verschlechtert, wegen der zu erwartenden völligen Realisierung des Silomodells und der damit verbundenen Angleichung des Interventionspreises für Roggen an den für Futterweizen, Gerste und Mais.

These 3: Die Entwicklung der ha-Erträge bei Körnermais und die zukünftige EG-Preispolitik begünstigen den Körnermaisbau.

Die Futtergetreidemarktsituation in der EG ist gekennzeichnet durch subventionierte Drittlandsexporte von Futtergerste und gleichzeitigen

Maisimporten in Höhe von ca. 9 Mio. t. Die Ursachen für die Maisimporte liegen in der hohen Präferenz des Maises insbesondere bei den Herstellern von Geflügelmischfutter. Die durchschnittlichen Maiserträge in der Bundesrepublik stiegen von 34,8 dt/ha (Durchschnitt 1961 - 1965) auf 58,1 dt/ha (Durchschnitt 1977 - 1979).

Der Erlösvorteil je ha Mais beträgt im Bundesdurchschnitt ca. 800 DM/ha gegenüber Winterweizen, während alle anderen Getreidearten dem Weizen unterlegen sind (Gerste ca. 300 DM/ha, Hafer ca. 600 DM/ha, Roggen ca. 500 DM/ha).

Die zukünftige Getreidepreispolitik wird auch weiterhin eine stärkere Differenzierung zwischen dem Schwellenpreis und dem Interventionspreisniveau vorsehen. Damit verteuert sich der Importmais, und es kommt zu einem entsprechenden Preisanstieg für Inlandsmais.

These 4: Der Getreideverkauf unmittelbar nach der Ernte bringt in der Regel Gewinnachteile im Vergleich zu einem späteren Verkaufszeitpunkt.

Die Beantwortung der Frage, wann der günstigste Verkaufszeitpunkt bei Getreide gegeben ist, hängt von folgenden Faktoren ab:

1. Wie entwickeln sich die Getreidepreise im Getreidewirtschaftsjahr?

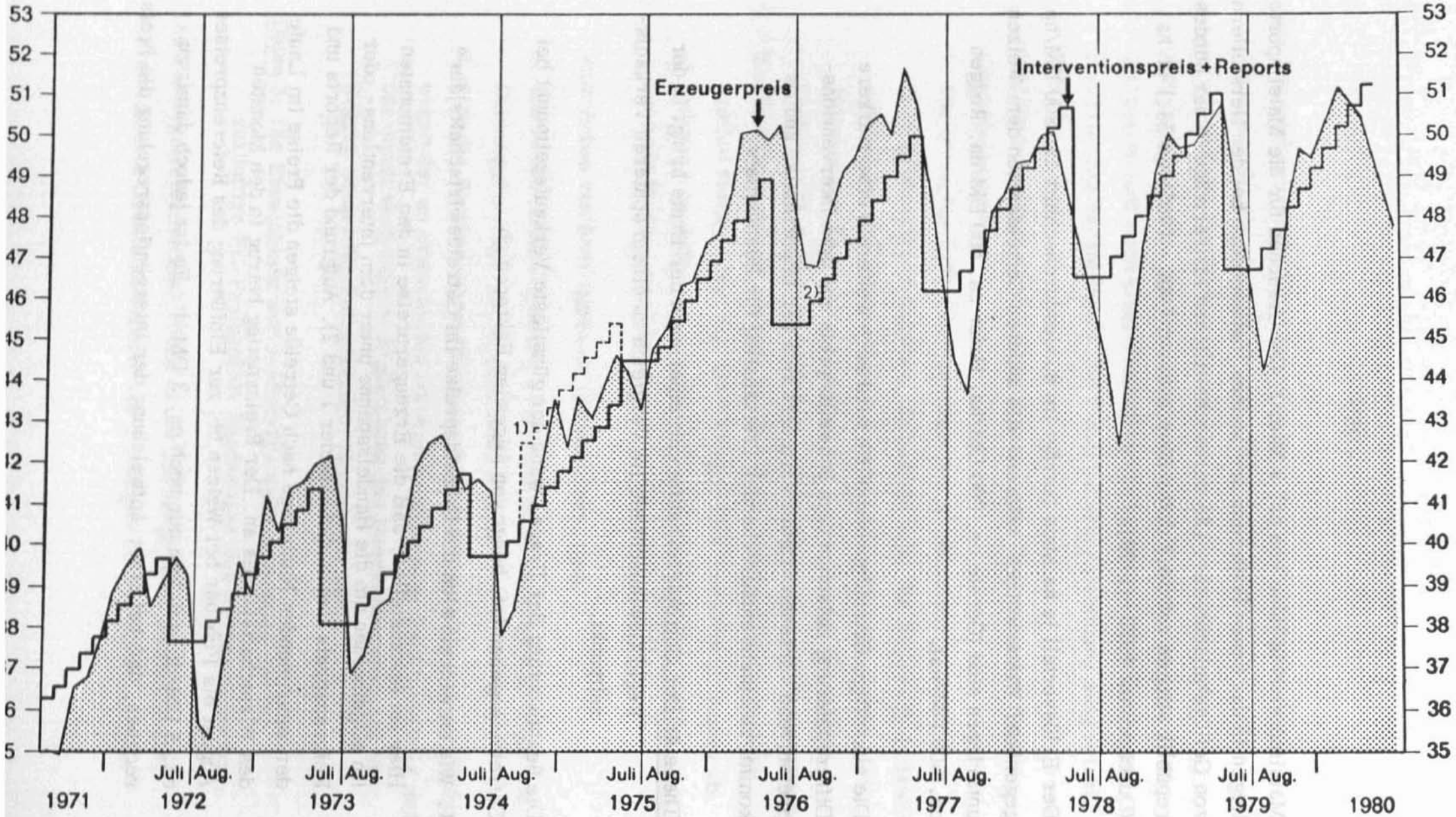
Hier ist festzustellen, daß die Erzeugerpreise in den Erntemonaten im allgemeinen um die Handelsspanne unter dem Interventions- oder Referenzpreis liegen (Schaubilder 1 und 2). Aufgrund der Reports und der zunehmenden Nachfrage nach Getreide steigen die Preise im Laufe des Wirtschaftsjahres an. Der Preisanstieg betrug in den Monaten August bis Februar bei Weizen bis zur Einführung des Referenzpreises ca. 5 DM/dt, seitdem nur noch ca. 3 DM/dt. Es ist jedoch damit zu rechnen, daß bei einer Aufweichung der Interventionsregelung die Preis-

Schaubild 1

Erzeugerpreise für Weizen in Schleswig-Holstein
Interventionspreise einschl. Reports

Preis DM/dt

Preis DM/dt



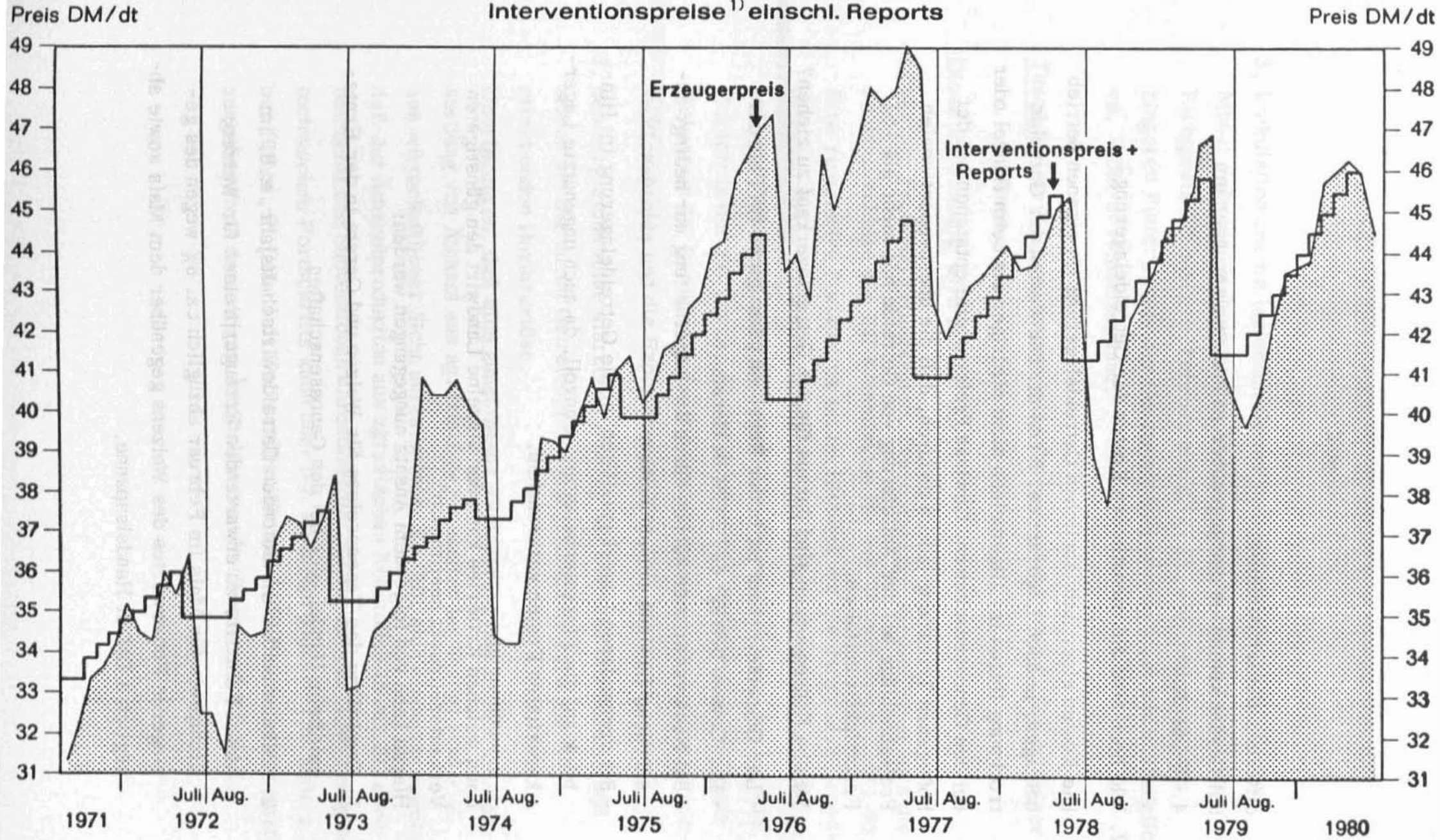
1) Preishebung zum 7.10.74

2) Referenzpreis, Interventionsgarantie in den Monaten August, September, Oktober

Quelle: BML „Betriebs- und Marktwirtschaftliche Meldungen“ versch. Jahrgänge

Schaubild 2

Erzeugerpreise für Gerste in Schleswig-Holstein
Interventionspreise¹⁾ einschl. Reports



1) 1970/71 - 73/74 Abgeleiteter Interventionspreis - gültig für Handelsplatz Kiel
ab 74/75 Einheitlicher Interventionspreis - gültig für alle Handelsplätze
Quelle: BML „Betriebs- und Marktwirtschaftliche Meldungen“ versch. Jahrgänge

differenz wieder zunimmt.

Bei Gerste kommt es demgegenüber zu Preissteigerungen um 4 - 5 DM/dt.

2. Wie hoch sind die monatlichen Kosten der Getreidelagerung?

Die Kosten einer halbjährlichen Getreidelagerung im eigenen Betrieb betragen, je nach Lagerart ca. 3 DM/dt. Die Kosten der Getreidetrocknung liegen im allgemeinen nicht niedriger als beim Handel oder bei den Genossenschaften. Gewisse Preisvorteile entstehen bei der hofeigenen Trocknung jedoch dadurch, daß die überproportionalen Preisabschläge bei der Anlieferung von Getreide mit mehr als 16% Feuchtigkeit entfallen.

Welche Konsequenzen sind daraus für den Getreideverkauf zu ziehen?

- Der Getreideverkauf ist in der Regel am günstigsten im Februar
- Der Gewinn beträgt ca. 2 DM/dt Gerste
- Bei Neuinvestitionen können durch die Lagerhaltung nur bedingt zusätzliche Gewinne erzielt werden
- Bei vorhandenen Lagerkapazitäten ist die Getreidelagerung im Hinblick auf die Fixkostenbelastung sinnvoll, da auch ungenutzte Lagerkapazitäten Kosten verursachen.

Nach welchen Kriterien kann der einzelne Landwirt den günstigsten Verkaufszeitpunkt bestimmen?

Hierzu kann von folgendem Ansatz ausgegangen werden:

1. Ermittlung des Tagespreises für Weizen und Gerste in der Erntezeit beim Handel oder bei den Genossenschaften
2. Kalkulation des im laufenden Getreidewirtschaftsjahr, z.B. im Monat Februar, zu erwartenden Erzeugerpreises für Weizen:
Richtpreis für Mais im Februar abzüglich ca. 8% wegen des geringeren Futterwertes des Weizens gegenüber dem Mais sowie abzüglich 3 DM/dt Handelsspanne.

3. Kalkulation des im laufenden Getreidewirtschaftsjahr, z.B. für den Monat Februar zu erwartenden Erzeugerpreises für Futtergerste: Richtpreis für Mais im Februar abzüglich ca. 15% wegen des geringeren Futterwertes der Gerste gegenüber dem Mais sowie abzüglich ca. 3 DM/dt Handelsspanne.

These 5: Das Realeinkommen je ha Getreidefläche sinkt in den achtziger Jahren.

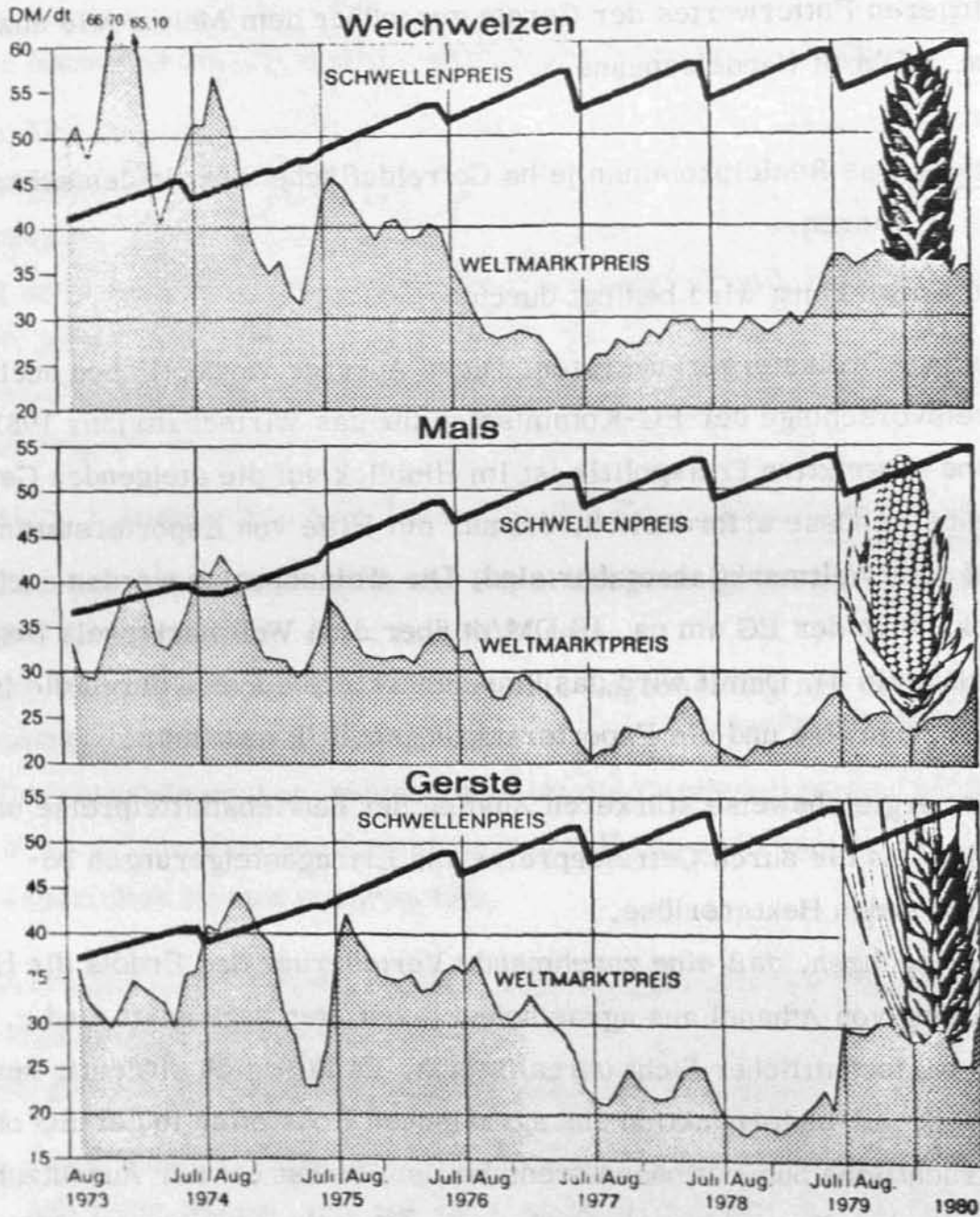
Diese Entwicklung wird bedingt durch

1. geringe Preissteigerungsraten. Diese Aussage verdeutlichen auch die Preisvorschläge der EG-Kommission für das Wirtschaftsjahr 1981/82. Eine restriktive Preispolitik ist im Hinblick auf die steigenden Getreideüberschüsse erforderlich, die nur mit Hilfe von Exporterstattungen auf dem Weltmarkt absetzbar sind. Die Weizenpreise werden auch in Zukunft in der EG um ca. 10 DM/dt über dem Weltmarktpreis liegen (Schaubild 3). Damit wird das Binnenmarktpreisniveau durch die Interventionspreise und die Exporterstattungspolitik bestimmt.

2. den vergleichsweise stärkeren Anstieg der Betriebsmittelpreise und Löhne als die durch Getreidepreis- und Ertragssteigerungen bestimmenden Hektarerlöse.

Überlegungen, daß eine zunehmende Verteuerung des Erdöls die Herstellung von Äthanol aus agrarischen Rohstoffen begünstigt, sind z. Z. aus wirtschaftlicher Sicht unrealistisch. Es läßt sich eindeutig beweisen, daß die Äthanolproduktion aus agrarischen Rohstoffen in der EG ohne beträchtliche Subventionen unrentabel ist. Selbst bei der Ausnutzung des technischen Fortschritts kann über die Äthanolproduktion 1 dt Mais z. Z. nur für ca. 21 DM, 1 dt Zuckerrüben für ca. 1,50 DM verwertet werden, ausgehend von derzeitigen Äthanolpreisen in Höhe von 0,80 DM/l.

Schaubild 3
EG-Schwellen- und Weltmarktpreise (cif Nordseehäfen)
für Weichweizen, Mais und Gerste 1973/74 - 1979/80



Steigende Energiepreise werden den Anpassungsdruck in der Landwirtschaft erhöhen und damit zu einer Verringerung der Überschüsse führen, wenn es nicht zu einer entsprechenden Erhöhung des Agrarpreisniveaus kommt. Dieses könnte auch durch die Äthanolproduktion - unabhängig von

der Rentabilität - über eine damit verbundene Verknappung des Angebots an Agrarprodukten zumindest mittelfristig erreicht werden.

Die wichtigsten Konsequenzen für die Landwirtschaft aus den Entwicklungstendenzen auf den Getreidemärkten sind:

- 1) Die Notwendigkeit zur Betriebsvergrößerung bleibt bestehen.
- 2) Die Produktion muß sich am biologischen und technischen Fortschritt sowie an den Erfordernissen des Marktes ausrichten.

Aktuelle Fragen des Pflanzenschutzes im Getreidebau

von Prof. Dr. Günther-Martin Hoffmann, Inhaber des Lehrstuhls für Phytopathologie am Institut für Bodenkultur, Pflanzenernährung und Phytopathologie der T.U. München, Weihenstephan

I. Steigender Getreideanteil und seine Auswirkungen auf die Krankheitssituation

Die in den letzten 30 Jahren vollzogene Wandlung in der pflanzlichen Produktion als Folge veränderter markt-, arbeits- und betriebswirtschaftlicher Bedingungen hat zu vereinfachten Fruchtfolgen mit steigendem Getreidebau geführt. Als biologische Konsequenz ergab sich damit eine zunehmende Bedeutung von sog. bodenbürtigen Fruchtfolgekrankheiten (Schwarzbeinigkeit, Halmbruch, Fusarium-Stengelfäule, etc.). Das verstärkte Nebeneinander anfälliger Wirtspflanzen auf engen Räumen begünstigt die Populationsentwicklung von Krankheitserregern, welche epidemisch auftreten können und auf Windverbreitung angewiesen sind (Echter Mehltau, Gelbrost, Braunrost, etc.). Die Einengung des Sortenspektrums oder die Sortenkonzentration und der Hang zur großflächigen Bewirtschaftung begünstigen weiterhin das Entstehen von Krankheitsepidemien, besonders durch Erreger von Blatt- und Ährenkrankheiten. Die regional sich mehr und mehr ausbreitende Tendenz des Anbaus von Winter- und Sommergerste schließt Infektionsketten (Echter Mehltau, Gelbrost).

Mit der Verstärkung der Mineraldüngung tritt zwar nicht zwangsläufig eine Verstärkung der Anfälligkeit der Pflanzen gegen Krankheitserreger ein, aber einerseits begünstigen dichte Bestände aus mikroklimatischen Gründen den Entwicklungsprozeß von Pathogenen und andererseits wird das Risiko einer unharmonischen Ernährung vergrößert - mit der Folge eines verstärkten Krankheitsdruckes. Halmverkürzungen durch Anwendung von Wachstumsregulatoren können ebenfalls bei anfälligen Sorten erhöhten Befall durch Ährenkrankheiten nach sich ziehen.

Diese und weitere, mitunter nicht so gravierende Folgen des steigenden Getreideanteils, meist Weizen und Gerste, sind hinreichend bekannt, so daß eine nähere Einlassung nicht notwendig erscheint. Vielmehr sollen an Hand weniger Beispiele Einzelsituationen dargestellt und erläutert werden, wobei auf Beobachtungen an Monokulturversuchen bei Weizen eingegangen wird, welche die Situation im Getreidebau vielleicht etwas überzeichnen, aber die Schwierigkeiten, welche eintreten können, besonders eindrucksvoll darlegen.

A. Weizenmonokultur und Düngung

Aus den Ergebnissen zahlreicher Monokulturversuche kann man ablesen, daß die Erträge deutlich unter denjenigen z.B. einer Dreifelderwirtschaft (Weizen, Hafer, Kartoffel) liegen. Nach mehrjährigen Vergleichen von Amberger und Gutser (Lehrstuhl für Pflanzenernährung/Weißenstephan) lag die Ertragsentwicklung an einem untersuchten Standort im Durchschnitt der Jahre in der Monokultur etwa 30% niedriger als bei der Dreifelderwirtschaft, dabei ist von besonderem Interesse, daß die Höhe der Stickstoffdüngung ($N_1 = 80$ $N_2 = 120$ $N_3 = 160$) im Grunde keinen Einfluß auf diese Relation nimmt (Abb. 1).

Die Ertragsminderungen in der Monokultur können bei höchster Düngungsintensität nicht einmal das Niveau der geringsten N-Stufe in der Dreifelderwirtschaft erreichen. Die Düngung ist also unter solchen Bedingungen kein Korrektiv für die Nachteile der Monokultur.

B. Weizenmonokultur und Fungizidbehandlungen

Geht man davon aus, daß der größte Anteil der Ertragsminderungen auf die Anreicherung und Einwirkung von Krankheitserregern zurückgeht, dann erhebt sich die Frage, was das derzeitige chemische Instrumentarium zur Verssesserung der Situation beitragen kann.

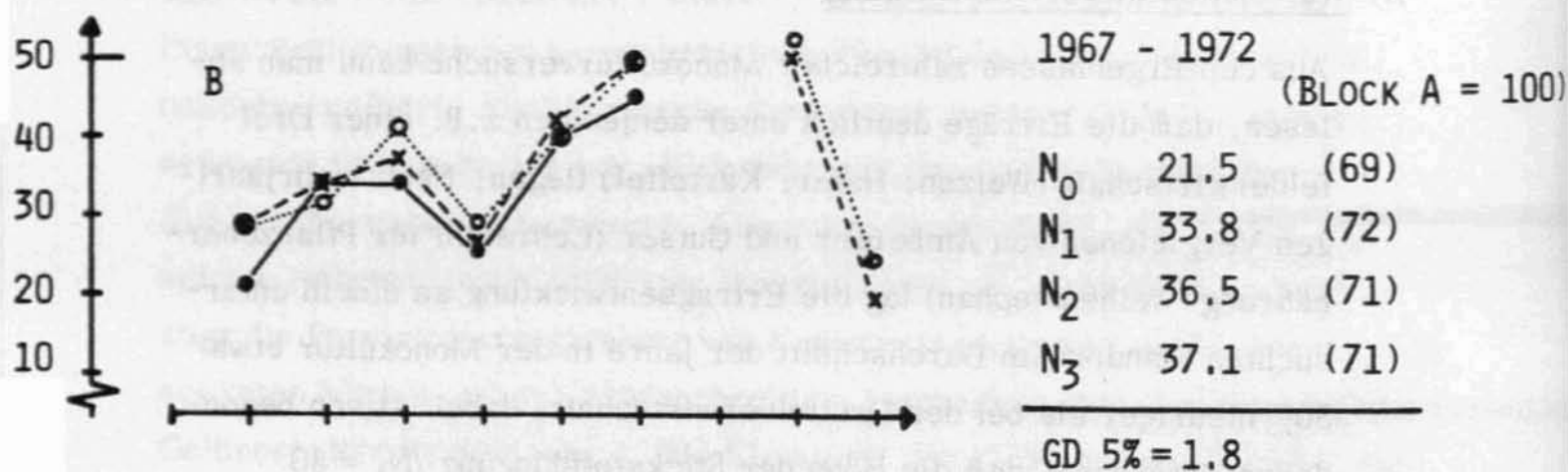
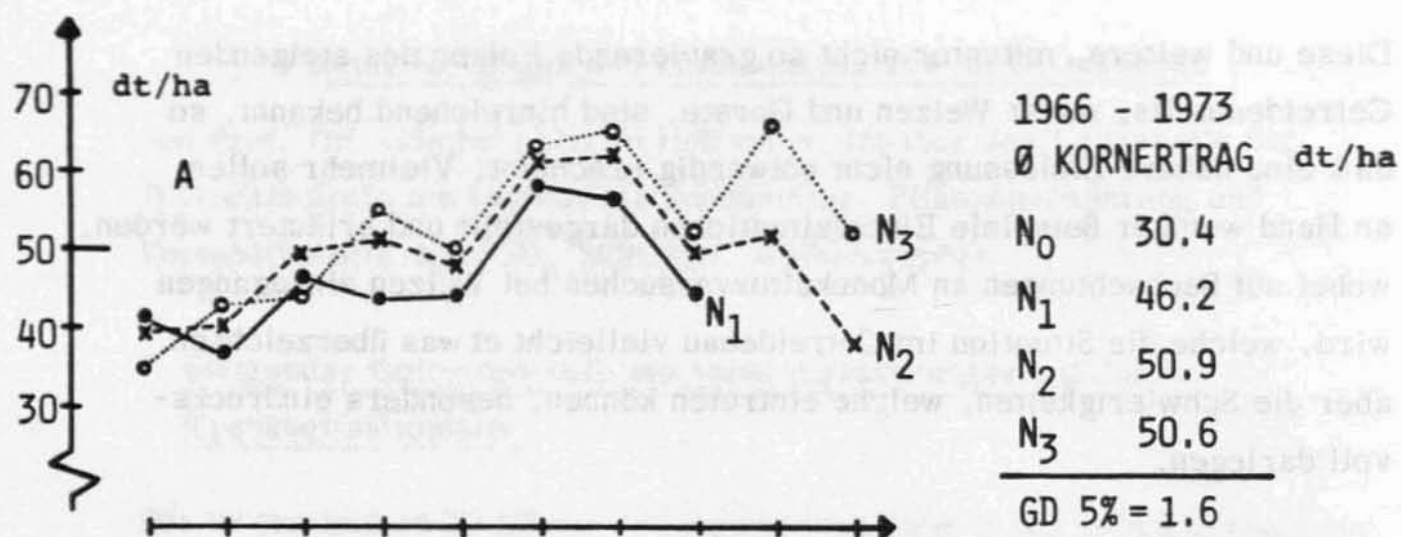


ABB. 1: KORNERTRÄGE BEI STEIGENDER N-DÜNGUNG IN EINER DREIFELDERWIRTSCHAFT (A) UND IN WEIZENMONOKULTUR (B) (N₁ = 80, N₂ = 120, N₃ = 160 kg/h) NACH GUTSER UND AMBERGER

In den Jahren 1976, 1977, 1978 wurden in der Monokultur und Dreifelderwirtschaft mehrfach gestaffelte Fungizidanwendungen vorgenommen. Zur ein- bzw. zweifachen Halmbehandlung (Stadium F, J) wurde Cercobin M, zur ein- - zweifachen Ährenbehandlung (N-Q) Bayleton + Orthodifolatan eingesetzt.

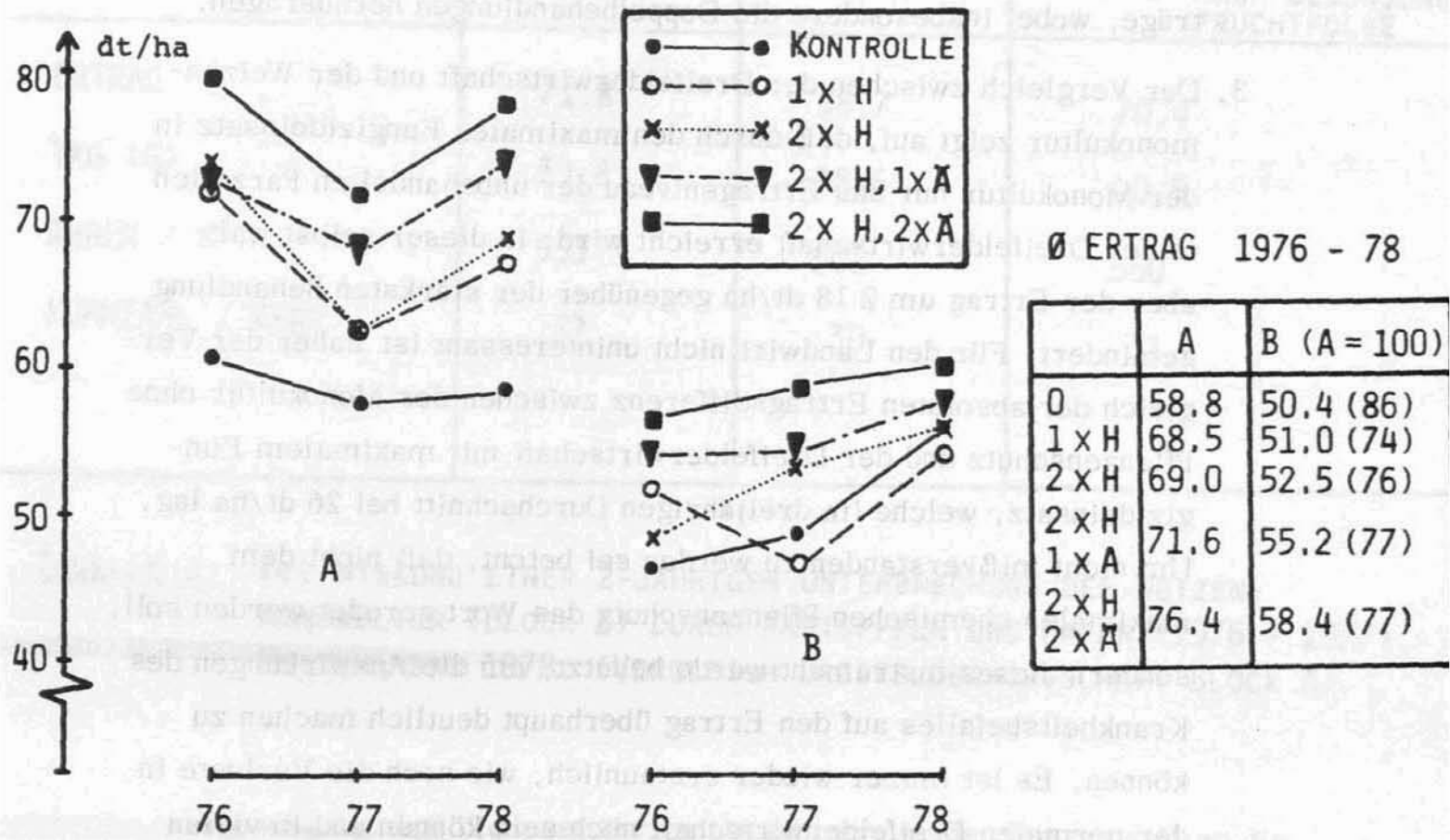


ABB. 2: DIE WIRKUNG VON FUNGIZIDBEHANDLUNGEN IN DER DREIFELDERWIRTSCHAFT (A) UND DER WEIZENMONOKULTUR (B). HALMBEHANDLUNG (F, J) MIT CERCOBIN M; ÄHRENBEHANDLUNG MIT BAYLETON + ORTHODIFOLATAN.

Die Ertragsentwicklung (Abb. 2) läßt folgende Schlußfolgerungen zu:

1. In der Monokultur kann durch die Halmbehandlungen kein wesentlicher Mehrertrag erzielt werden. Die Gründe hierfür können darin gesehen werden, daß an der Ertragsminderung Faktoren beteiligt sind, die durch die Fungizide wenig erfaßt werden. Zum anderen scheint der Befallsdruck so hoch zu sein, daß keine bessere Wirkung eintritt. Ein großer Teil der Ertragsdepression geht auf eine Reduktion der Ährenzahl/m² zurück.

2. Die Ährenbehandlungen bringen regelmäßig gesicherte Mehrerträge, wobei insbesondere die Doppelbehandlungen herausragen.
3. Der Vergleich zwischen der Dreifelderwirtschaft und der Weizenmonokultur zeigt auf, daß durch den maximalen Fungizideinsatz in der Monokultur nur das Ertragsniveau der unbehandelten Parzellen in der Dreifelderwirtschaft erreicht wird, in dieser selbst war aber der Ertrag um \emptyset 18 dt/ha gegenüber der stärksten Behandlung gemindert. Für den Landwirt nicht uninteressant ist daher der Vergleich der absoluten Ertragsdifferenz zwischen der Monokultur ohne Pflanzenschutz und der Dreifelderwirtschaft mit maximalem Fungizideinsatz, welche im dreijährigen Durchschnitt bei 26 dt/ha lag. Um nicht mißverstanden zu werden sei betont, daß nicht dem maximalen chemischen Pflanzenschutz das Wort geredet werden soll, sondern dieses Instrument wurde benutzt, um die Auswirkungen des Krankheitsbefalles auf den Ertrag überhaupt deutlich machen zu können. Es ist immer wieder erstaunlich, wie hoch die Verluste in der normalen Dreifelderwirtschaft noch sein können und in vielen Fällen sind. Sie erreichen in der einseitigen Getreidefruchtfolge mitunter Dimensionen, die zunächst nicht vorstellbar erscheinen. Nach heutigen Erfahrungen gilt das für viele Standorte mit sehr unterschiedlichem Ertragsniveau.

C. Die Wirkungsdauer depressiver Faktoren der Monokultur

Die dritte Frage, welche sich im Zusammenhang mit der Monokultur zwangsläufig aufdrängt, geht dahin, wie der negative Effekt, den wir bisher kausal nicht exakt erklären können, aufgehoben werden kann. Am vorhin beschriebenen Standort wurde die mehrjährige Weizenmonokultur für 2 Jahre durch Hafer und Kartoffeln unterbrochen. In der Tabelle 1 sind die Ertragsbilder der Dreifelderwirtschaft (A) der Weizenmonokultur (B) und der unterbrochenen Monokultur angeführt.

	BLOCK A	BLOCK B	BLOCK B NACH GESUNDUNGSFRUCHTFOLGE
ERTRAG	71.8	58.7	70.4
TKG (G)	39.8	38.6	40.5
ÄHREN / M ²	553	502	560
KORNZAHL / ÄHRE	32	30	31

TABELLE 1: DIE WIRKUNG EINER 2-JÄHRIGEN UNTERBRECHUNG DER WEIZENMONOKULTUR (BLOCK B) DURCH KARTOFFELN UND HAFER (1976 - 1977), WEIZENANBAU 1978. (VERGLEICH DREIFELDERWIRTSCHAFT BLOCK A).

Sie zeigen, daß die zweijährige Unterbrechung den Ertrag voll an die Dreifelderwirtschaft herangeführt hat. Dabei ist zu beachten, daß sich die Ährenzahl/m als wichtige Ertragskomponente wieder normalisiert hat. Man kann diese Feststellungen dahingehend interpretieren, daß am Versuchsstandort die Negativfaktoren anhaltender Monokultur letztlich nur temporären und keineswegs permanenten Einfluß ausüben. Diese Aussage kann aber noch nicht verallgemeinert werden, obgleich auch Hinweise aus anderen Untersuchungen vorliegen.

D. Vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Monokulturstufen

Untersuchungen über den Effekt einer Weizenmonokultur sind dann von besonderem Interesse, wenn man über mehrere Jahre am gleichen Standort ein- bzw. mehrjährigen Anbau unmittelbar miteinander vergleichen kann. Dabei ist nicht nur der Einfluß der Jahreswitterung auf die relativen Erträge zu erfassen, sondern hier können auch Analysen

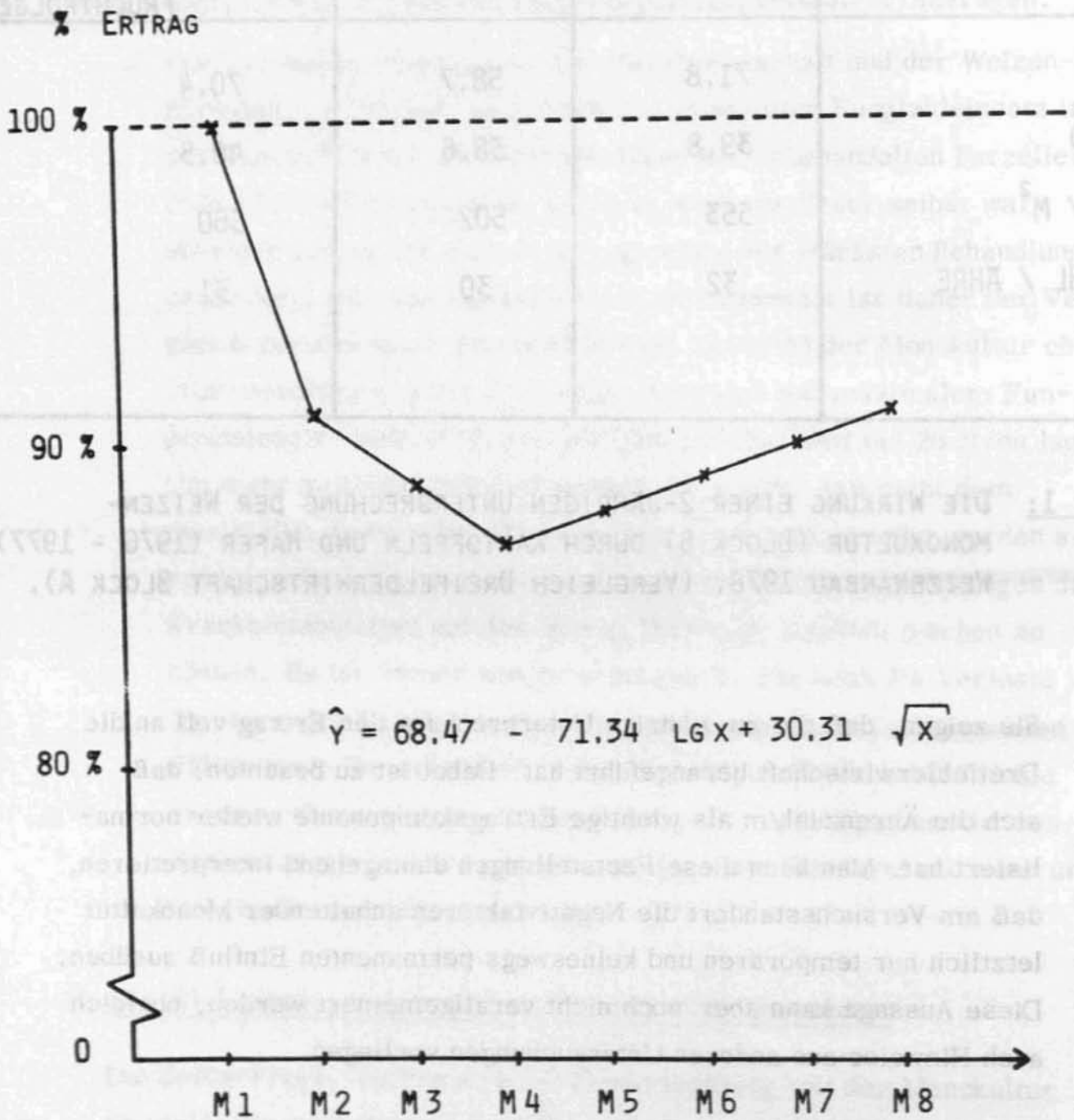


Abb. 3: ERTRAGSENTWICKLUNG IN VERSCHIEDENEN WEIZENMONOKULTURSTUFEN (M₁ — M₈) VERSUCHSORT ROGGENSTEIN, SORTE CARIBO

der Ursachen von Ertragsdepressionen vorgenommen werden. Ein solcher 8-jähriger, flächenmäßig großräumiger Versuch, ist in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Pflanzenbau (Prof. Fischbeck) in Roggenstein angelegt und ausgewertet worden. Aus den sehr detaillierten Erhebungen möchte ich in diesem Zusammenhang zunächst die über 8 Jahre gemittelte Ertragsentwicklung vorstellen (Abb. 3).

Die Ergebnisse besagen, daß im Durchschnitt der Jahre die größte Ertragsminderung im zweiten Weizenanbaujahr erfolgt; sie verstärkt sich um einige Punkte noch im dritten und vierten Jahr der Monokultur. Scheinbar nimmt der Ertrag später wieder zu, oder wie es in der Grafik aussieht, steigt er stetig an. Dieses Ergebnis kann allerdings nicht als sicher gelten, da nur wenige Ertragsjahre in diesen Monokulturstufen verrechnet worden sind. Mit Gewißheit kann man aber für diesen Standort feststellen, daß der Ertrag zwar nicht in das Bodenlose abgleitet, aber auch keineswegs die im ersten Weizenanbaujahr vorliegende Höhe wieder erreicht.

Greift man aus dem Versuch einzelne Jahre heraus, dann ergibt sich, daß mitunter der klassische Ertragsabfall deutlich wird (Versuchsjahr 1975), in Einzelfällen die Erträge völlig nivelliert sein können (Versuchsjahr 1980) (Abb. 4). In die Praxis übertragen würde das heißen, daß der Landwirt in einzelnen Jahren beim Weizennachbau keine Einbußen erleidet, in anderen Jahren dafür stärkere in Kauf nehmen muß.

Die Frage, worauf geht die Ertragsminderung bei 2- und mehrmaligem Weizenanbau zurück, wird allgemein auf die Anreicherung von Krankheitserregern, speziell *Gäumannomyces graminis* (Schwarzbeinigkeit) zurückgeführt. Geht man dieser Frage aber eingehend nach, wie es in diesem Fall geschehen ist, dann kann man folgende Feststellung treffen:

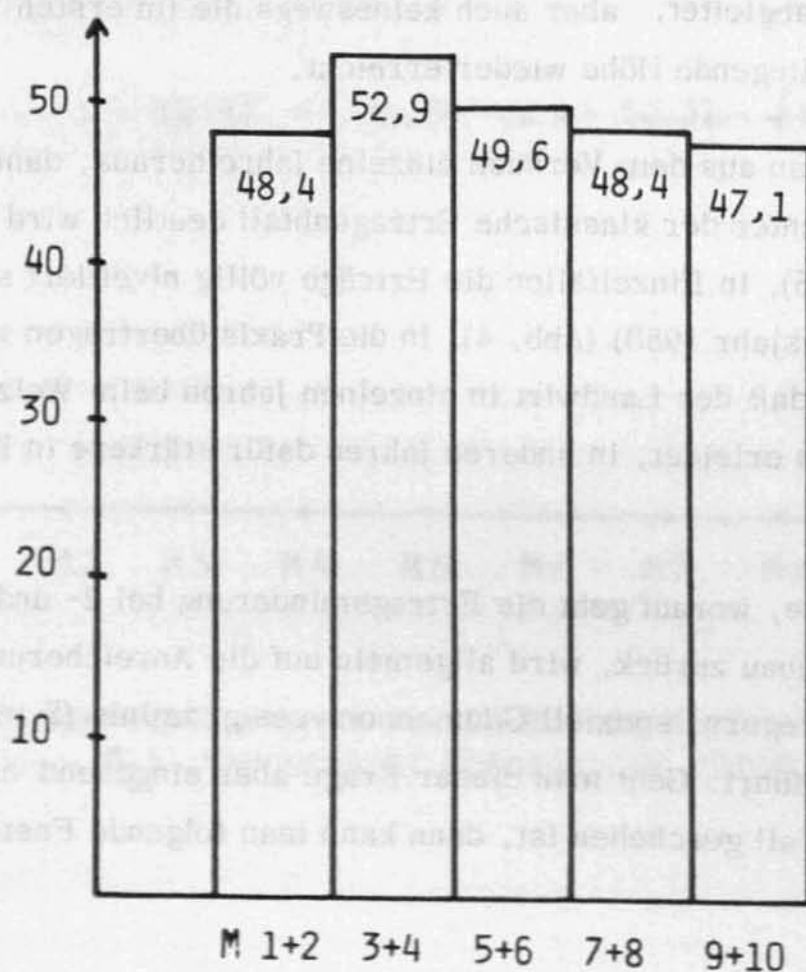
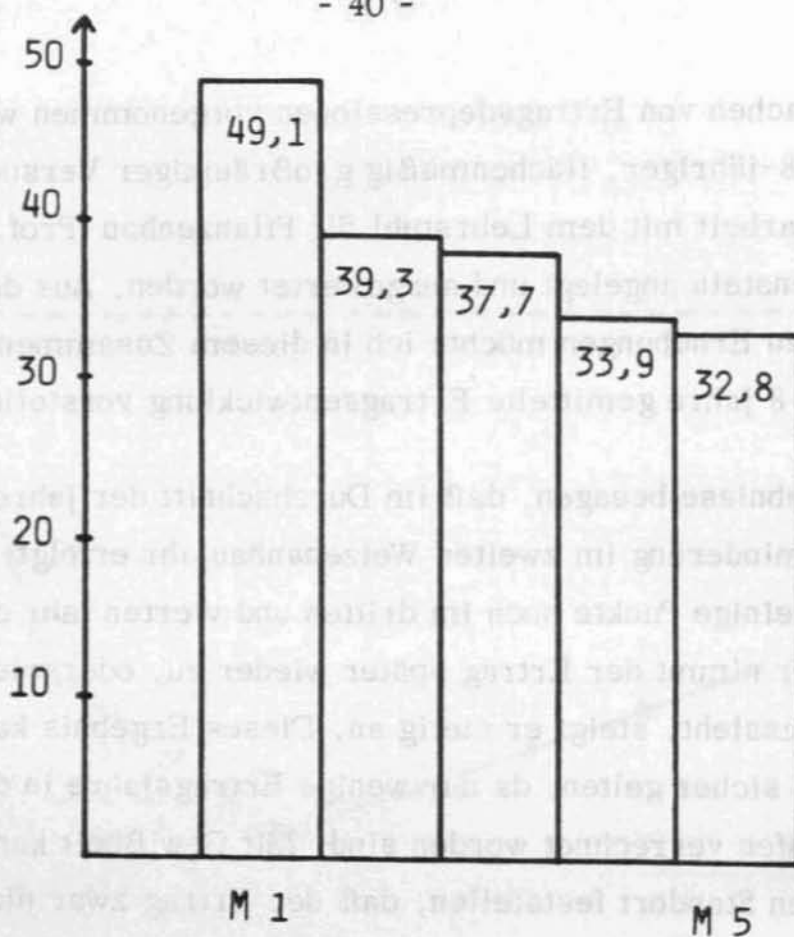


ABB. 4: ERTRAGSBILDUNG DT/HA IN DER WEIZENMONOKULTUR 1975 (OBEN) 1980 (UNTEN), SORTE CARIBO, STANDORT ROGGENSTEIN

1. die Ertragsminderung geht auf die Reduktion der Ährenzahl/m² zurück. Nach den Erfahrungen aus mehreren Versuchsjahren an diesem Standort liegt die Minderung bei 10 bis 15%.
2. die Entscheidung, wieviel ährentragende Halme weiterentwickelt werden, fällt nach Abschluß der Bestockung (Stadium G).
3. wie biologische Untersuchungen und fortlaufende Bonitierungen über den Befall durch *Gäumannomyces graminis* ergeben haben, war die Aktivität der Erregers zu diesem Zeitpunkt so gering, daß auf die Ährenzahl wahrscheinlich kein Einfluß genommen wurde.
4. *Gäumannomyces graminis* tritt bei uns nicht nur verspätet auf, sondern die Befallswerte liegen auf alten Kulturböden in den ersten beiden Anbaujahren meist am höchsten, d.h. eine klare Korrelation zwischen diesem Krankheitsbefall und der Ertragsminderung in der langjährigen Monokultur war nicht erkennbar.
5. unsere bisher gewonnenen Erkenntnisse über die Ursachen der Ertragsminderung in der Weizenmonokultur, soweit sie bodenbürtige Negativfaktoren betreffen, kann man dahingehend zusammenfassen, daß wir offenbar wesentliche Elemente noch nicht kennen.

II. Zur Problematik der Bekämpfung von Ährenkrankheiten an Weizen

Ährenkrankheiten an Getreide sind ein weltweites, altes Problem, welches mit der Einführung von Beizmittel vor 60 Jahren nur teilweise gelöst wurde. Unter unseren Verhältnissen stehen im intensiven Getreidebau Echter Mehltau und Septoria-Blatt- und Spelzenbräune, für den bayerischen Raum besonders letztere Krankheit, im Vordergrund. Auch Ährenfusariosen gewinnen offenbar ein stärkeres Gewicht.

Die folgenden Ausführungen sollen sich auf die Septoria-Krankheit konzentrieren und als Ausgangspunkt wird die allgemeine Empfehlung aufgegriffen, in befallsgefährdeten Gebieten, bei Getreidefruchtfolgen

und anfälligen Sorten eine Fungizidbehandlung im Stadium NO vorzunehmen.

Unsere Fragestellung findet ihren Ansatz in der Biologie von Septoria: der Erreger muß sich zunächst auf den unteren Blättern ansiedeln und geht später, ab Ährenschieben, auf die oberen Blätter und die Ähren über. Es ist also zu prüfen, ob Fungizidbehandlungen vor dem Ährenschieben bereits Einfluß auf die Entwicklung der Krankheit nehmen - oder anders formuliert, - wie hoch stellen sich die Restverluste, wenn nur in NO behandelt wird, d.h. wie viel oder wie wenig können wir durch eine einmalige Septoriabekämpfung auffangen.

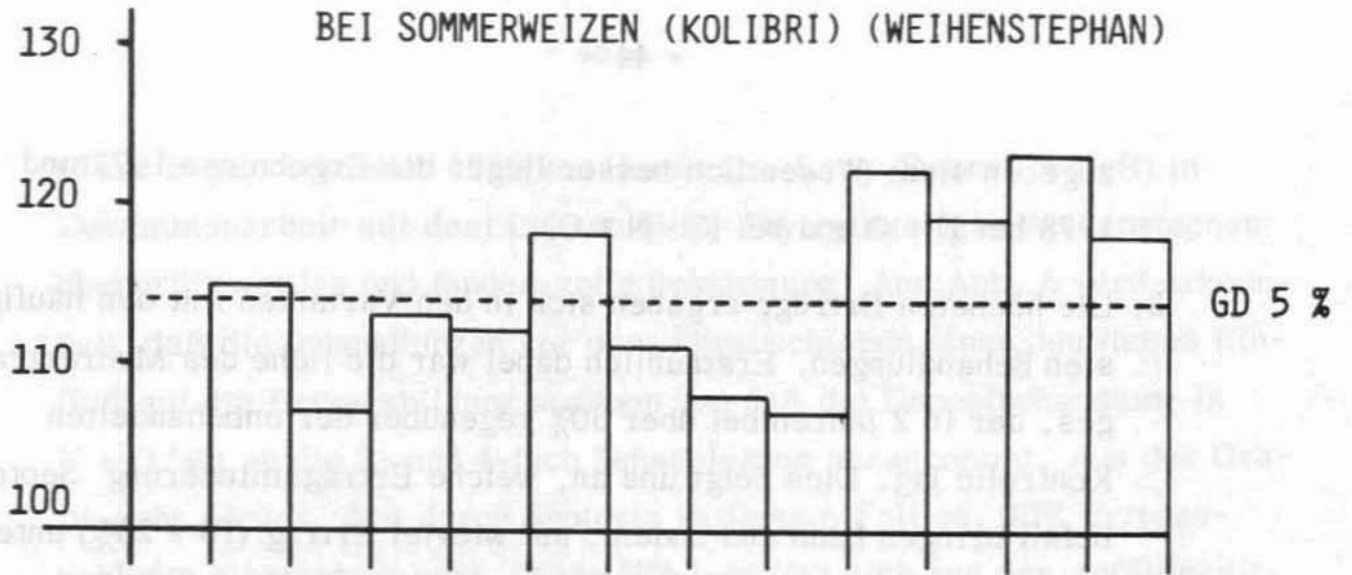
Die Klärung dieser Frage ist nur möglich, wenn man vielfältig gestaffelte Fungizidapplikationen vornimmt, die man in keinerlei Zusammenhang mit Praxisempfehlungen sehen darf. Die Versuche umfaßten 12 - 13 Varianten (Orthodifolatan 2 kg/ha) in verschiedenen Stadien bei Sommerweizen (Kolibri).

Die dreijährigen Versuche in Weihenstephan haben folgende Ergebnisse gezeigt (Abb. 5):

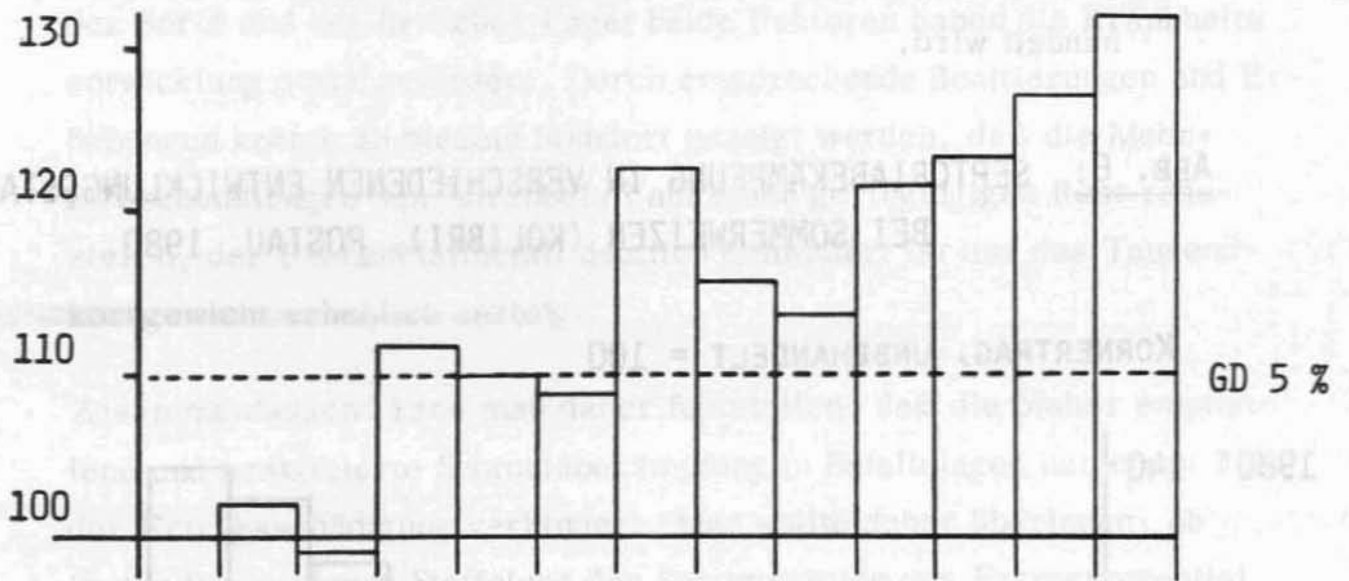
1. Einmalige Spritzungen in E und H haben kaum gesicherte Einflüsse erkennen lassen. Bei Termin K sind in zwei Versuchsjahren bereits überraschende Mehrerträge aufgetreten, ebenfalls bei den kombinierten Termin HK und EHK. Sie liegen alle deutlich vor dem Ährenschieben und die Erklärung suchen wir darin, daß in J - K die untersten Blätter abzusterben beginnen und dann der Besiedlung durch Septoria mit Sporenbildung stark unterliegen. Das würde bedeuten, daß in diesem Stadium bereits eine Unterdrückung der Erregerpopulation erreicht wird, die sich bis zur Ernte auswirken kann.
2. Die Behandlungen in N oder O waren 1977 und 1980 nicht befriedigend, wobei Niederschläge nach der Fungizidapplikation als Erklärung an-

ABB. 5: SEPTORIABEKÄMPFUNG IN VERSCHIEDENEN ENTWICKLUNGSSTADIEN
BEI SOMMERWEIZEN (KOLIBRI) (WEIHENSTEPHAN)

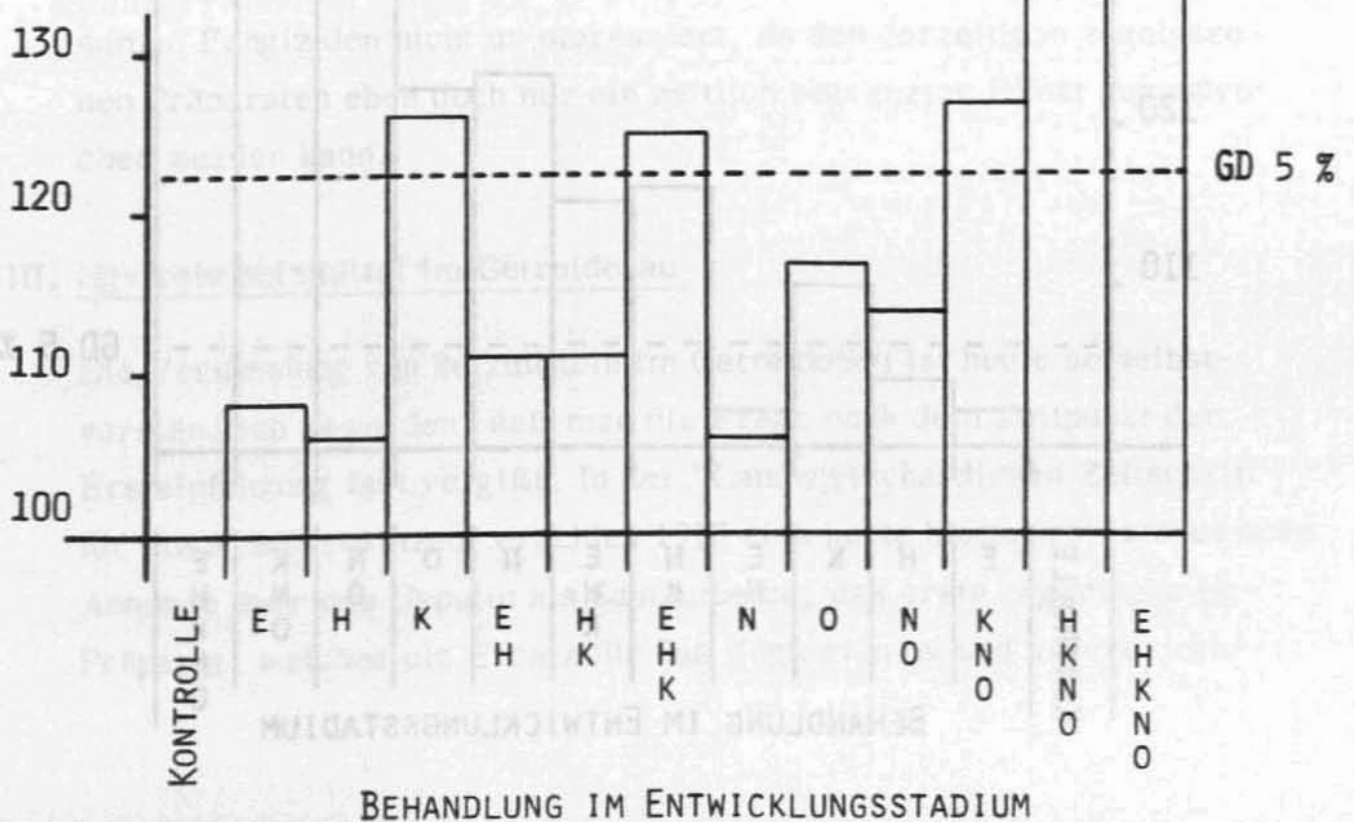
1977



1978



1980

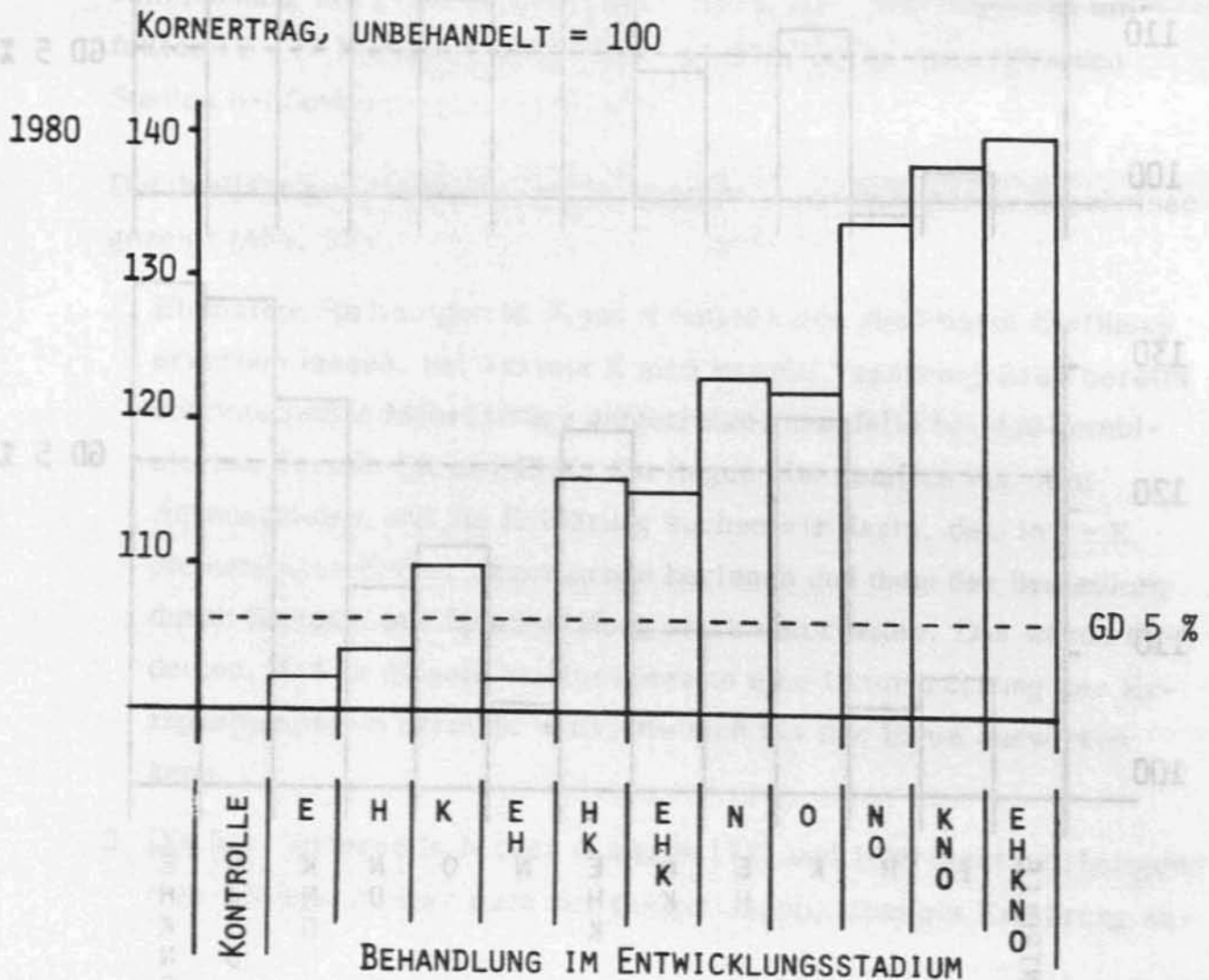


BEHANDLUNG IM ENTWICKLUNGSSTADIUM

zugeben sind. Wesentlich besser liegen die Ergebnisse 1977 und 1978 bei N + O und bei K + N + O.

- Die höchsten Erträge ergaben sich in den Varianten mit den häufigsten Behandlungen. Erstaunlich dabei war die Höhe des Mehrertrages, der in 2 Jahren bei über 30% gegenüber der unbehandelten Kontrolle lag. Dies zeigt uns an, welche Ertragsminderung Septoriabefall bringen kann und zudem, auf wieviel Ertrag (10 - 20%) unter Umständen noch verzichtet werden muß, wenn nur in N oder O behandelt wird.

ABB. 6: SEPTORIABEKÄMPFUNG IN VERSCHIEDENEN ENTWICKLUNGSSTADIEN BEI SOMMERWEIZEN (KOLIBRI), POSTAU 1980.



Diese Ergebnisse sind 1980 von Herrn Dr. Lang (Ruhrstickstoff) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Phytopathologie Weihenstephan überprüft worden und fanden volle Bestätigung. Aus Abb. 6 wird erkennbar, daß die Behandlungen vor dem Ährenschieben einen deutlichen Einfluß auf die Ertragsbildung ausüben und daß die Doppelbehandlung in N + O fast an die 3- und 4-fach Behandlungen herankommt. Aus der Grafik geht hervor, daß durch Septoria in diesem Fall ca. 40% Ertragsverluste eingetreten sind. Diese Höhe erklärt sich aus der Anfälligkeit der Sorte und der örtlichen Lage; beide Faktoren haben die Krankheitsentwicklung stark gefördert. Durch entsprechende Bonitierungen und Erhebungen konnte an diesem Standort gezeigt werden, daß die Mehrfachbehandlungen den Ährenbefall auf einen geringfügigen Rest reduzieren, der Fahnenblattbefall deutlich gemindert ist und das Tausendkorngewicht erheblich ansteigt.

Zusammenfassend kann man daher feststellen, daß die bisher empfohlene und praktizierte Septoriabekämpfung in Befallslagen nur einen Teil der Ertragsschädigung verhindert. Man sollte daher überlegen, ob in der Praxis durch Staffelung der Spritztermine das Ertragspotential besser genutzt werden kann. Auf alle Fälle wäre man an besser wirkenden Fungiziden nicht uninteressiert, da den derzeitigen zugelassenen Präparaten eben doch nur ein zeitlich begrenzter Effekt zugesprochen werden kann.

III. Hg-freie Beizmittel im Getreidebau

Die Verwendung von Beizmitteln im Getreidebau ist heute so selbstverständlich geworden, daß man die Frage nach dem Zeitpunkt der Ersteinführung fast vergißt. In der "Landwirtschaftlichen Zeitschrift für die Rheinprovinzen" erschien 1915 eine heute historisch interessante Annonce über das Uspulin als Saatgutbeize, das erste organische Hg-Präparat, welches ein Ersatz für das Kupfervitriol und andere hoch-

toxische Stoffe war. Wenn man die spätere Entwicklung der Beizmittel betrachtet, dann ist erst in den 60er Jahren Bewegung eingetreten, nämlich durch die Verwendung der Oxathiine gegen Flugbrand, Ethirimol gegen Echten Mehltau oder Benzimidazole gegen Fusarium und Steinbrand.

In den letzten Jahren sind rein organische Universalbeizen geprüft worden, mit dem Ergebnis, daß alle Hg-Beizmittel aus dem Verkehr gezogen werden und durch die neuen Präparate ersetzt werden können.

Auf die Gründe dieses Wechsels wird derzeit in den landwirtschaftlichen Winterversammlungen eingegangen, so daß ich sie als bekannt voraussetze. Hier soll auf die Problematik und mögliche Folgen in der Praxis hingewiesen werden, welche mit dem Übergang zu den neuen Präparaten verbunden sein können.

Der Anspruch auf universale Wirkung ist bei den neuen Beizmitteln nur durch mehrere Komponenten zu erfüllen. In Tabelle 2 ist die Wirkstoffzusammensetzung einiger Beizmittel aufgeführt; im wesentlichen werden drei Fungizidgruppen erkennbar, nämlich Benzimidazole gegen Schneeschimmel, Azole gegen Streifenkrankheit und Fenfuram bzw. Methfuroxam oder Triadimenol gegen Steinbrand und Flugbrand. Die Breitbandwirkung des Quecksilbers bietet demnach keine andere Verbindung.

Solange der Preis für die Beizung ohne Bedeutung ist, wird kaum danach gefragt, ob man eventuell zuviel Leistung kauft, die man nicht benötigt. Bei den neuen Präparaten wird der Praktiker diese Fragen stellen; z.B. braucht man eine Steinbrandbeize, wenn im Vermehrungsfeld kein Steinbrand war? Gleiches kann für die Streifenkrankheit der Gerste gelten. Unter bestimmten Bedingungen bei früher Wintergerstensaart ist wahrscheinlich eine Nebenwirkung auf Echten Mehltau sehr sinnvoll, auf die man aber in anderen Gebieten verzichten kann. Das

TABELLE 2: WIRKUNG DER KOMPONENTEN HG-FREIER BEIZMITTEL AUF VERSCHIEDENE KRANKHEITSERREGER

SCHNEESCHIMMEL	STEINBRAND	FLUGBRAND	KRANKHEITEN		GETREIDEMEHLTAU	PRÄPARATE
			STREIFENKRANKHEIT			
			WIRKSTOFFE			
FUBERIDAZOL	TRIADIMENOL	TRIADIMENOL	RABENZAZOL		TRIADIMENOL	BAYTAN UN.
FUBERIDAZOL	TRIADIMENOL				TRIADIMENOL	BAYTAN F
GUAZATIN			IMAZALIL			PANOCTIN PLUS TB
GUAZATIN	FENFURAM	FENFURAM	IMAZALIL			PANOCTIN UNIVERSAL
THIABENDAZOL	FENFURAM + QUINTOZEN	FENFURAM	IMAZALIL			DRAWIGRAN PLUS
THIABENDAZOL	METHFUXORAM	METHFUXORAM	IMAZALIL			ARBOSAN UNIVERSAL

heißt, daß die neuen Präparate mehr Kalkulation erfordern - auch die Frage muß gestellt werden, wenn man anerkanntes Saatgut kauft - warum muß das noch gegen Steinbrand, Flugbrand oder Streifenkrankheit gebeizt werden, wenn die Vermehrungsflächen besichtigt und anerkannt wurden? Man wird also in der Zukunft stärker überlegen müssen, ob man ein Beizmittel anwenden will, welche Wirkungen für unverzichtbar gehalten werden und danach entscheiden, welches Präparat zu wählen ist, denn der Markt bietet ja nicht nur Universalbeizmittel an, sondern auch anderen, die preislich wahrscheinlich günstiger zu beurteilen sind.

Die bisherigen Hg-haltigen Präparate hatten offenbar relativ gute Verteilungseigenschaften, so daß keine sehr hohen Anforderungen an die Technik der Anwendung gestellt wurden. Diese Situation ändert sich grundlegend, in dem eine gute Wirkung nur erzielt werden kann, wenn die Verteilung der Wirkstoffe (z.B. 9 g Imazalil/100 kg Saatgut) optimal erreicht wird. Für die Praxis liegt hierin eine zweite Quelle für Fehler und unbefriedigende Wirkungen. Im Einzelfall müssen neue Geräte angeschafft werden.

Mit der veränderten Preissituation kann möglicherweise eine neue Einstellung zur Getreidesaatgutbeizung in der breiten Praxis eintreten. Die größeren Betriebe werden sehr hart Kosten und Risiken abwägen und möglicherweise häufiger zu den billigeren Präparaten ohne universelle Wirkung zurückgreifen, vielleicht wird der Saatgutwechsel aus anerkannten Beständen etwas ansteigen - und man wird bei der Eigenvermehrung stärker auf samenübertragbare Krankheiten achten. Bei mittleren und kleineren Betrieben ist zu befürchten, daß die Beizung noch stärker zurücktritt und damit wieder Krankheiten hervortreten, die in den letzten 60 Jahren praktisch ohne Bedeutung waren.

So begrüßenswert das Verbot der Hg-haltigen Mittel aus der Sicht des Anwenderschutzes ist, so sollten wir nicht übersehen, daß Belastungen der verschiedensten Art damit auf den einzelnen Landwirt zukommen; der biologisch-technische Fortschritt hat eben auch seinen Preis. Es wäre zu wünschen, daß sich der Beizmittelmarkt so einpendelt, daß dem einzelnen Landwirt die Entscheidung leichter fällt.

Ackerbauliche Aspekte aus der Sicht des Getreidebaues

von Prof. Dr. Klaus-Ulrich Heyland, Geschäftsführender Direktor des Institutes für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

Die Getreideerträge sind in den letzten 30 Jahren ganz unvorhergesehen gestiegen. Insbesondere der Winterweizenertrag hat sich in den letzten 30 Jahren im Durchschnitt der Bundesrepublik mehr als verdoppelt, nachdem er vorher ein halbes Jahrhundert stagniert hatte (s. Abb. 1). Diese Durchschnittsbetrachtung täuscht jedoch. So finden wir auch ganze Landkreise, deren Erträge zumindest in den letzten eineinhalb Jahrzehnten nicht mehr anstiegen. Dabei handelt es sich um Kreise, deren landwirtschaftliches Einkommen vornehmlich aus der Tierproduktion stammt, deren Betriebsleiter sich also nicht intensiv um den Ackerbau kümmern können. Doch selbst in gleicher Lage und mit ähnlicher Betriebsstruktur finden wir in Einzelbetriebsvergleichen erhebliche Differenzen, die bis an 1000.-- DM/ha Deckungsbeitrag betragen können (Tab. 1). Untersuchen wir diese Ergebnisse der Tabelle 1 näher, so zeigt sich, daß die besseren Betriebe zwar höhere Erträge erzielten, jedoch im Betriebsmitteleinsatz sehr flexibel waren. So lag ihr N-Dünger-Aufwand in drei Jahren, ihr Pflanzenschutzmittel-Aufwand in einem Jahr deutlich unter dem der Betriebe mit den geringeren Erträgen, und die Zahl der Stickstoffgaben war je nach Jahr mal um eine über, mal um eine unter der der schlechteren Betriebe.

Offensichtlich ist also der Einfluß des Betriebsleiters doch sehr groß. Dabei scheint die hervorstechendste Eigenschaft des erfolgreichen Betriebsleiters seine Flexibilität zu sein. Dies aber widerspricht den in der Fachpresse immer wieder zu findenden Rezepten wie etwa: "Man braucht nur den Fuß - die oberen Blätter oder / und nur die Ähre gesund zu halten, die Stickstoffdüngung nach der N_{min} - Methode mit Blauzahl zu errechnen und natürlich 'die richtige Sorte' zu wählen, d.h. also ein 'volles Programm' zu fahren, und die 100 dt/ha sind sicher im Sack". Es scheint hier, daß

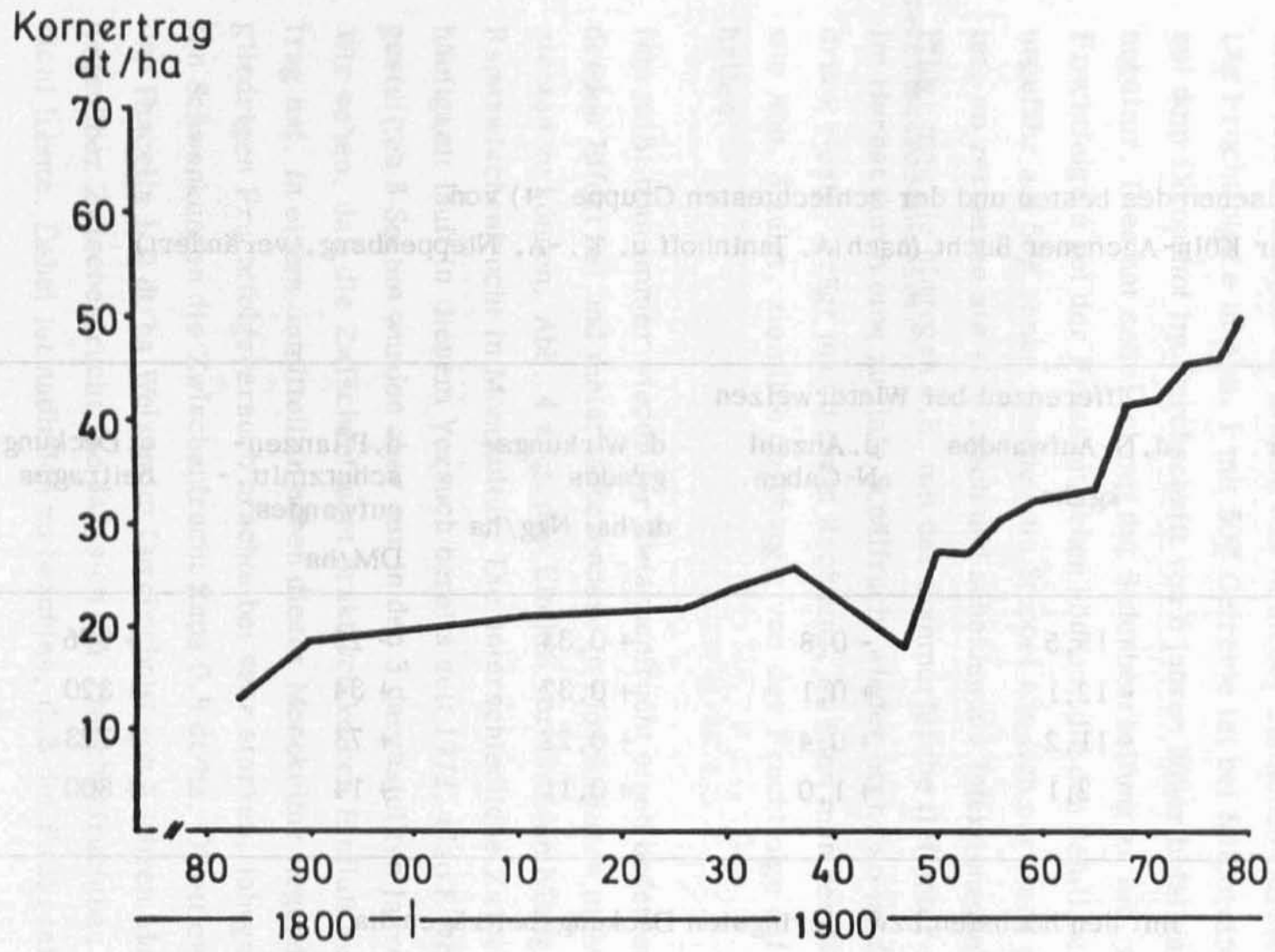


Abb. 1 : Entwicklung der Weizenerträge in Deutschland seit 1880

Differenzen zwischen des besten und der schlechtesten Gruppe +) von
28 Betrieben der Köln-Aachener Bucht (nach A. Janinhoff u. K.-A. Nieppenberg, verändert)

Jahr	Differenzen bei Winterweizen					
	d. Kornertr. dt/ha	d. N-Aufwandes kg/ha	d. Anzahl N-Gaben	d. Wirkungs- grades dt/ha: Nkg/ha	d. Pflanzen- schutzmitt. - aufwandes DM/ha	d. Deckungs- beitrages
1977	+ 20,98	- 15,5	- 0,8	+ 0,33	- 25	+ 976
1978	+ 17,93	- 12,1	+ 0,1	+ 0,37	+ 34	+ 820
1979	+ 16,90	- 11,2	+ 0,4	+ 0,22	+ 73	+ 723
1980	+ 17,10	+ 2,1	+ 1,0	+ 0,11	+ 14	+ 800

+) je 5 - 6 Betriebe mit den höchsten bzw. geringsten Deckungsbeiträgen/ha

Tabelle 1

gute Methoden und Versuchsergebnisse grob vereinfacht plakativ dargestellt mißbraucht werden. Wir wollen deshalb im folgenden den Zusammenhängen etwas nachgehen.

Da ist zunächst die Fruchtfolge (Abb. ?). Je mehr Getreide sie enthält, umso höher soll der Befall mit Fußkrankheiten sein. Nun, bezüglich des Befalls mit *Cercospora* stimmt das in dieser einfachen Darstellung nicht. Die Fruchtfolge e in Abb. 1 mit 50% Getreide ist bei Milchreife jedenfalls auf dem Dikopshof im Durchschnitt von 6 Jahren höher befallen als die Monokultur. Dies hat sehr viel mit der Bodenbearbeitung zu tun, wie wir in Fruchtfolge e bei der Frässaat sehen können, die den Befall bei Milchreife ungefähr auf 50% senkt. Werden die Stoppel nämlich nur flach eingearbeitet, so zersetzen sie sich rasch und scheiden als Infektionsquelle aus. Pflügt man sie hingegen z.B. mit der Sommerfurche tief unter und holt sie im Herbst durch eine zu tiefe Schälfrucht wieder hoch, so ist der Infektionsdruck riesig. Trägt man diesem Rechnung, so kann man den Weizenertrag, wie Abb. 3 zeigt, ziemlich unabhängig von der Fruchtfolge auf gleicher Höhe halten.

Nun mißt man immer wieder der Zwischenfrucht einen bedeutenden, gesunden Effekt bei und meint insbesondere in Monokulturen nicht auf sie verzichten zu können. Abb. 4 zeigt den Einfluß verschieden häufig gebauter Rapszwischenfrucht in Monokultur. Die unterschiedliche Zwischenfruchthäufigkeit läuft in diesem Versuch bereits seit 1972, also 8 Jahre, die dargestellten 3 Sorten wurden aber nur in den 3 dargestellten Jahren geprüft. Wir sehen, daß die Zwischenfrucht praktisch keinen Einfluß auf den Ertrag hat. In einem unmittelbar neben dieser Monokultur liegenden dreigliedrigen Fruchtfolgeversuch brachte bei sehr starken, jahrgangsbedingten Schwankungen die Zwischenfrucht Raps 0,8 dt/ha, Ölrettich 0,6 dt/ha und Phacelia 1,0 dt/ha Weizen im Durchschnitt von 8 Jahren Mehrertrag gegenüber Zwischenfrucht, so daß sich der Zwischenfruchtbau auch hier nicht lohnte. Dabei ist natürlich zu beachten, daß die Fußkrankheiten, in

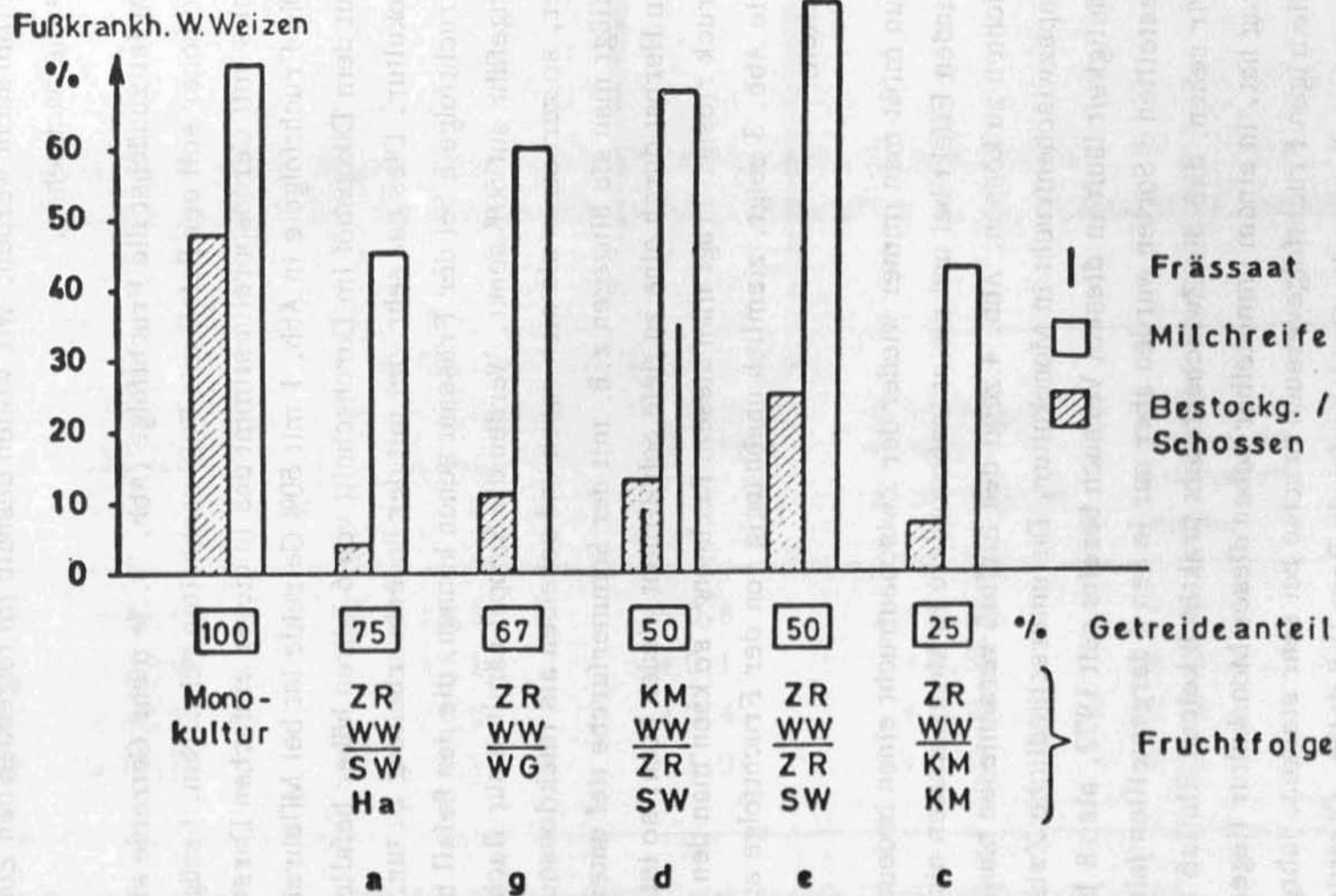


Abb. 2 Einfluß der Fruchtfolge auf den Fußkrankheitsbefall bei W. Weizen (Diko 1974 - 1979)

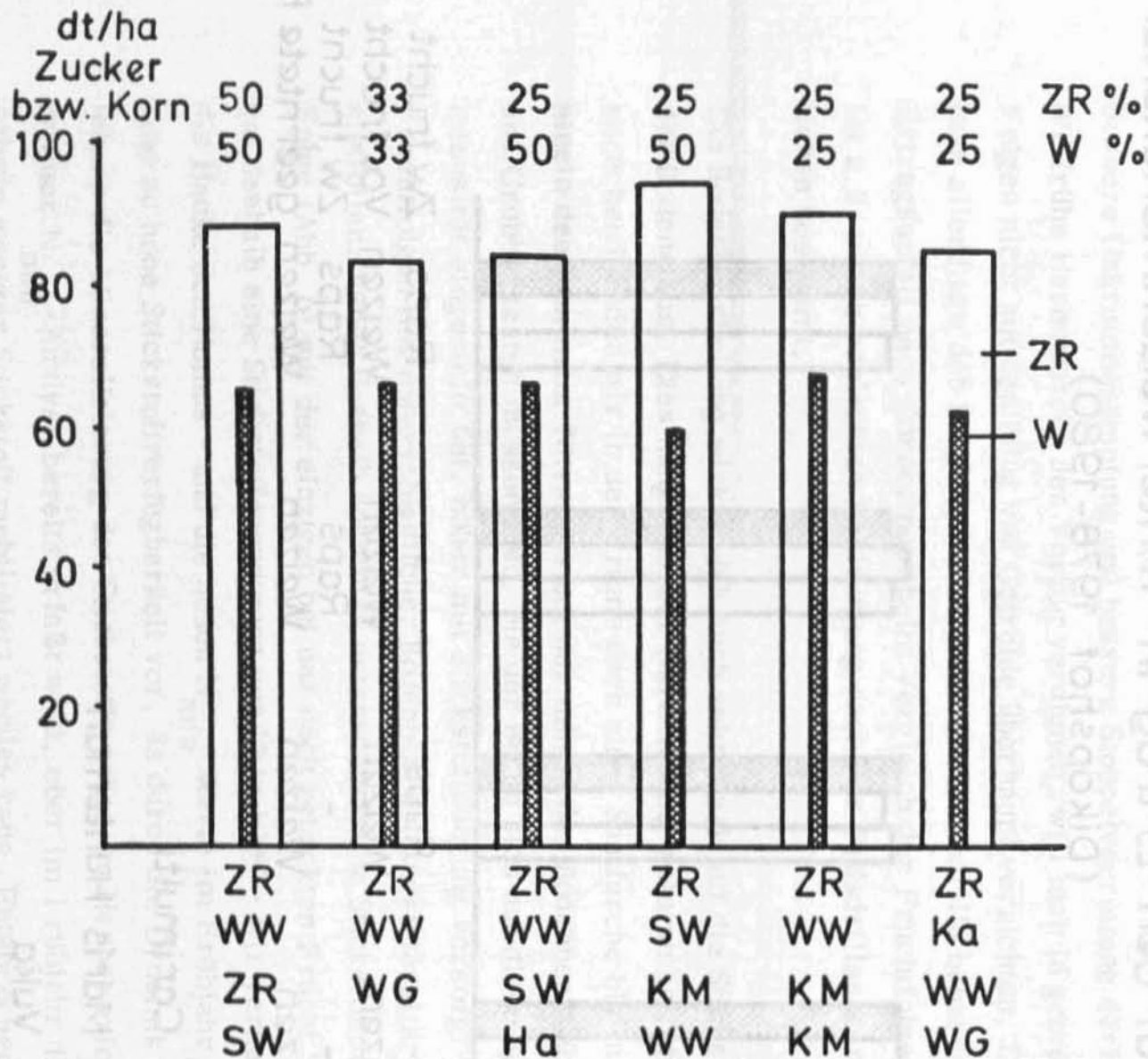
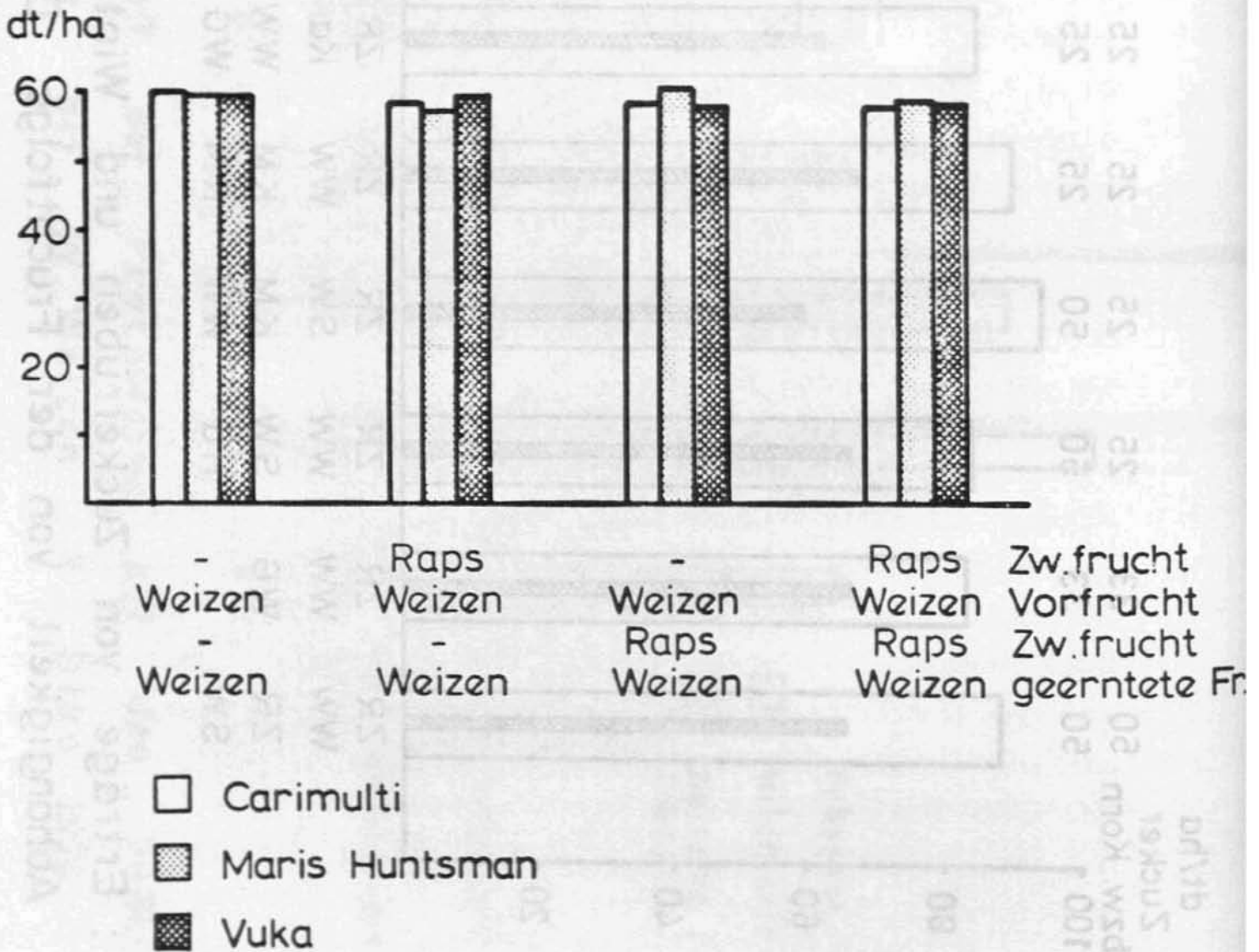


Abb. 3 : Erträge von Zuckerrüben und Winterweizen in Abhängigkeit von der Fruchtfolge Dikopshof 1977-81

Abb. 4

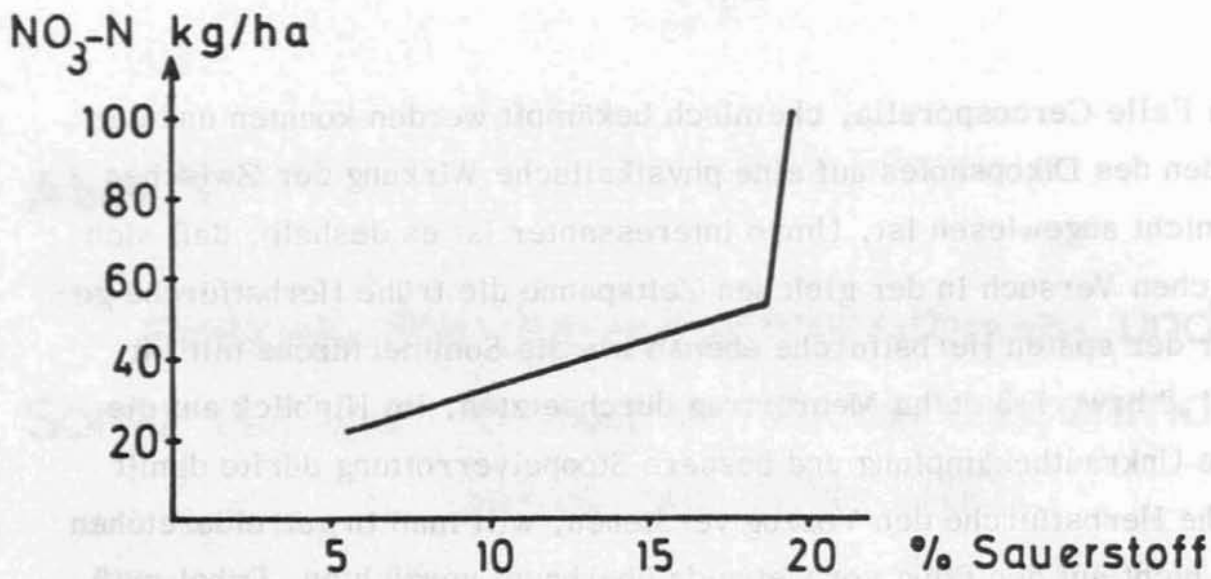
Einfluss des Zwischenfruchtbaues und der Sorte auf den Ertrag in Winterweizenmonokultur
(Dikopshof 1978-1980)



LSPB
1.80

diesem Falle Cercosporiella, chemisch bekämpft werden konnten und der Lößboden des Dikopshofes auf eine physikalische Wirkung der Zwischenfrucht nicht angewiesen ist. Umso interessanter ist es deshalb, daß sich im gleichen Versuch in der gleichen Zeitspanne die frühe Herbstfurche gegenüber der späten Herbstfurche ebenso wie die Sommerfurche mit im Mittel 1,2 bzw. 1,3 dt/ha Mehrertrag durchsetzten. Im Hinblick auf die bessere Unkrautbekämpfung und bessere Stoppelverrottung dürfte damit die frühe Herbstfurche den Vorzug verdienen, will man in getreidereichen Folgen nicht auf den Pflug vor Getreide überhaupt verzichten. Dabei muß man allerdings den Umgang mit Grubber und Fräsdrille beherrschen. Der Ertragsabfall nach Körnermais beim Vergleich der Fruchtfolgen in Abb. 3 ist z.B. durch schlechten Feldaufgang nach der Fräsdrillsaat im wesentlichen bestimmt.

Die Bodenbearbeitung wirkte sich auch sehr stark auf die Stickstoffdynamik des Bodens aus. Dies hängt mit der Durchlüftung zusammen (Abb. 5). Entsprechend finden wir in der Krume nach einer Saatsfurche bis in den Juni hinein deutlich mehr Nitrat als bei nur minimaler Bodenbearbeitung. Fräs- und Grubbersaaten müssen also, bis der Boden sich auf diese Bearbeitungsintensität eingestellt hat, höher mit Stickstoffdüngung versorgt werden. Fruchtfolgen mit unterschiedlicher Bodenbearbeitungsintensität und Stickstoffbilanz haben deshalb auch eine unterschiedliche Stickstoffdynamik. Die Folge (Abb. 6) mit der einzigen bei uns noch gehackten Frucht "Kartoffel" hat deshalb eine Stickstoffausnutzung von über 100% - wir verheizen durch die Hacke den Humus - und die hohen N_{\min} -Werte im Frühjahr täuschen eine zu hohe Stickstoffverfügbarkeit vor, da durch die Dynamik des Bodenlebens die Mineralisierung des Stickstoffs schon im Herbst erfolgte, diese mit der N_{\min} -Analyse bereits erfaßt wird, aber im Frühjahr dann nur noch relativ weniger Stickstoff mobilisiert werden kann. Entsprechend muß unter solchen Bedingungen der 'Soll'-Wert der N_{\min} -Berechnung erhöht oder besser nach Stickstoffbilanz gedüngt werden. Da wir letzteres anfänglich nicht taten, erreicht der Weizenertrag in dieser Folge (Abb. 3) nicht den



BODENLUFT UND NITRATFREISETZUNG

Dojarenko verändert, zit. n. Braun 1980

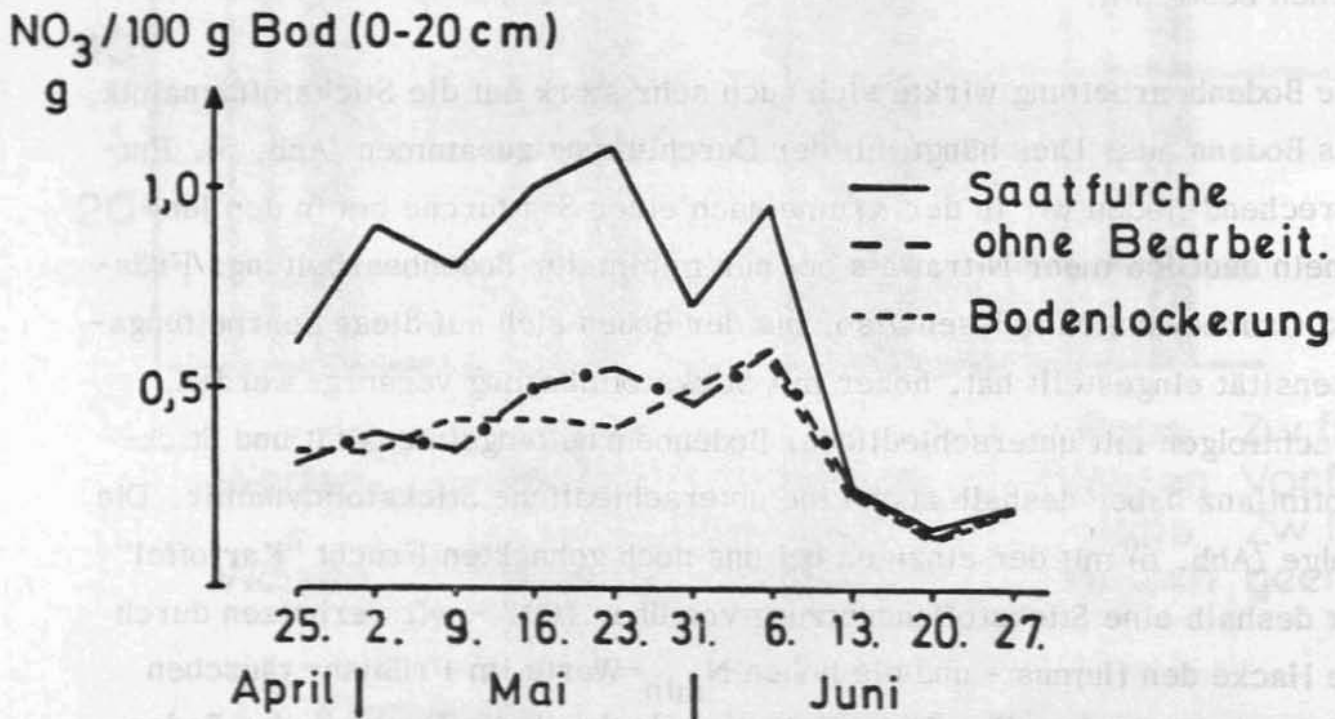


Abb. 5: EINFLUSS DER BODENBEARBEITUNG AUF DIE NITRATFREISETZUNG

n. Herzog, Bosse u. Igel 1969

N-Zufuhr = 100

%

130

110

90

70

50

ZR
WW
WG/Zwfr
(1974-1981)

ZR
WW/Mist
KöM/Mist
KöM/Mist

ZR
WW
SW
Hafer/Zwfr

ZR
SW
KöM
WW/Zwfr

ZR
SW
ZR
WW/Zwfr

ZR
Kart.
WW
SG/Zwfr

a b c

a b c d

a b c d

a b c d

a b c d

a b c d

Wiederholung

59,1

121,7

104,4

103,1

88,0

82,1

$\bar{x} = 93,1$
kg/ha N_{min}
im Frühjahr

Abb 6 : Nutzung der zugeführten mineralischen und organisch gebundenen N-Menge in verschiedenen Fruchtfolgen (Versuchsgut Dikopshof 1973 - 1981)

Ertrag des Weizens nach Zuckerrüben, obwohl der 'Rübenweizen' in aller Regel später als der nach Kartoffeln gesät wurde.

Die Abbildung 6 zeigt aber auch, daß sich die Fruchtfolgen hinsichtlich der bei Vegetationsbeginn vorhandenen mineralisierten Stickstoffmengen außerordentlich unterscheiden. So finden wir ausgerechnet in der getreidereichsten Folge Zuckerrüben/Winterweizen/Sommerweizen/Hafer im Durchschnitt der 8 Jahre und der je 4 Fruchtarten $16 \text{ kg/ha } N_{\text{min}}$ mehr als in der Fruchtfolge mit 50% Zuckerrüben (Zuckerrüben/Sommerweizen/Zuckerrüben/Winterweizen). Zwischen der mit Mist gedüngten Fruchtfolge (Zuckerrüben/Winterweizen/Körnermais/Körnermais) und der rein ackerbaulich genutzten 'rheinischen Fruchtfolge' Zuckerrüben/Winterweizen/Wintergerste ist sogar eine Differenz von 62 kg/ha Stickstoff zu verzeichnen. Diese Beispiele zeigen, daß in den Fruchtfolgen die Mineraldüngung sehr unterschiedlich zugemessen werden muß.

Es liegt nahe, hierzu die N_{min} -Methode zu benutzen. Doch auch diese zeigt uns nicht, ob wir den Boden mit Stickstoff anreichern oder von der Substanz leben. Setzen wir nämlich den durch Dünger zugeführten Stickstoff gleich 100 und beziehen hierauf den mit der Ernte dem Feld entzogenen Stickstoff, so finden wir in der hochintensiven Folge Zuckerrüben/Sommerweizen/Zuckerrüben/Winterweizen zwischen 90 und 105% der zugeführten Stickstoffmenge in der Ernte wieder, und die Folge Zuckerrüben/Kartoffeln/Winterweizen/Sommergerste entzieht allen Teilstücken mehr als die Düngung. In beiden Fällen leben wir also von der Substanz oder vermehren zumindest die Bodenfruchtbarkeit nicht. Dennoch ergibt die Analyse über $80 \text{ kg/ha } N_{\text{min}}$. Deshalb ist eine Bilanzierung der gedüngten und entzogenen Nährstoffmengen neben der Bodenanalyse dringend anzuraten.

Haben wir die Düngung und die Krankheitsbekämpfung in Griff, so ist damit noch lange kein guter Getreidebestand erstellt. Abbildung 7 zeigt, daß der Kornertrag bei Winterweizen mit zunehmender Saattiefe - bei Winter-

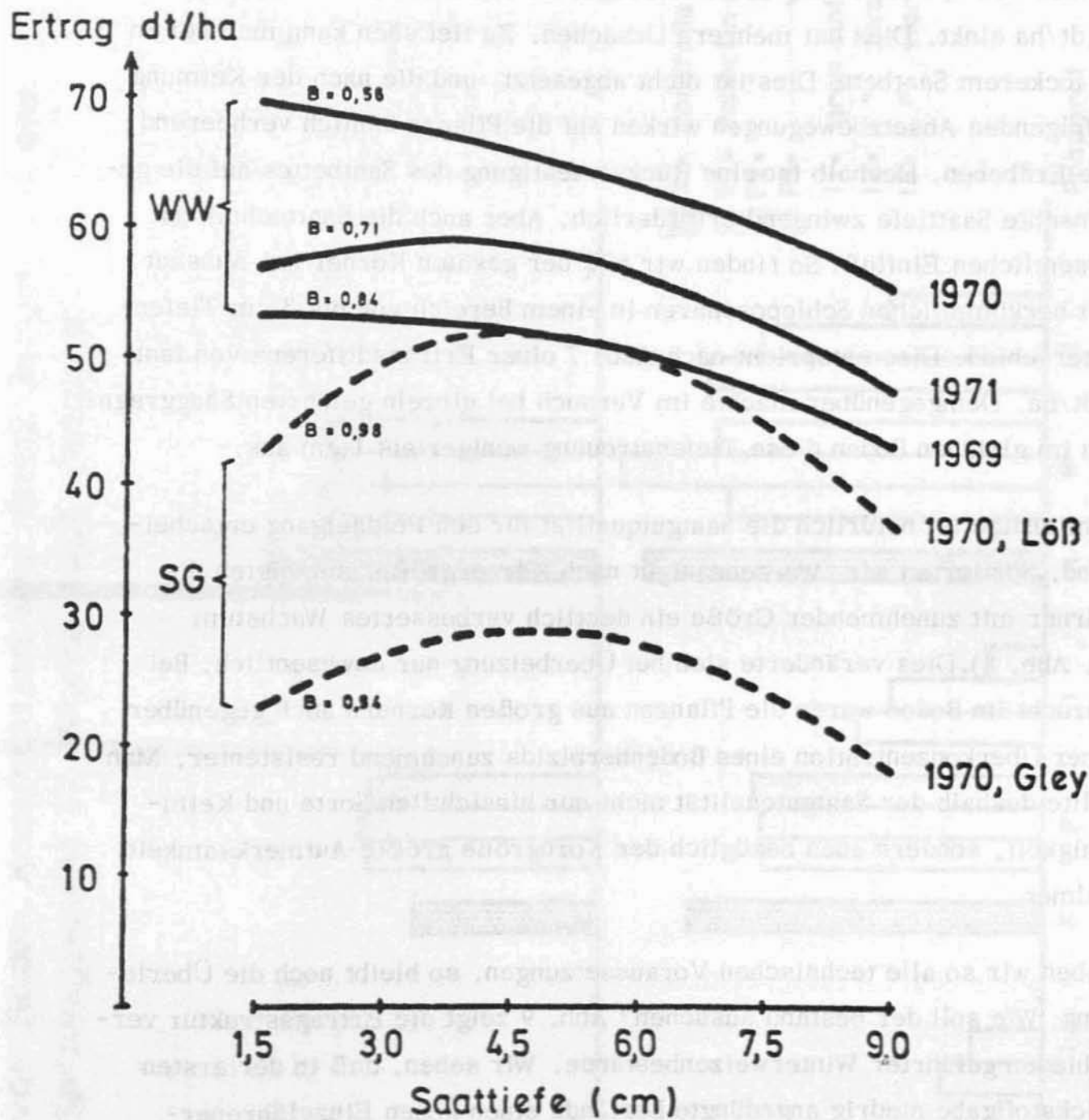


Abb. 7 : Einfluß der Saattiefe auf den Ertrag nach Buhtz 1973

weizen von 1,5 auf 9 cm, bei Sommergerste von 5 auf 9 cm - um rund 10 dt/ha sinkt. Dies hat mehrere Ursachen. Zu tief säen kann man nur in zu lockerem Saatbett. Dies ist nicht abgesetzt, und die nach der Keimung erfolgenden Absetzbewegungen wirken auf die Pflanze ähnlich verheerend wie Erdbeben. Deshalb ist eine Rückverfestigung des Saatbettes auf die gewünschte Saattiefe zwingend erforderlich. Aber auch die Saattechnik hat wesentlichen Einfluß. So finden wir 67% der gesäten Körner bei Aussaat mit herkömmlichen Schleppscharen in einem Bereich von bis 3 cm Tiefenunterschied. Dies entspricht nach Abb. 7 einer Ertragsdifferenz von fast 5 dt/ha. Demgegenüber machte im Versuch bei einzeln geführten Säaggregaten im gleichen Boden diese Tiefenstreuung weniger als 1 cm aus.

Schließlich ist natürlich die Saatgutqualität für den Feldaufgang entscheidend. Sortierten wir Weizensaatgut nach Körnergröße, so zeigten die Körner mit zunehmender Größe ein deutlich verbessertes Wachstum (s. Abb. 8). Dies veränderte sich bei Überbeizung nur unwesentlich. Bei Anzucht im Boden waren die Pflanzen aus großen Körnern auch gegenüber einer Überkonzentration eines Bodenherbizids zunehmend resistenter. Man sollte deshalb der Saatgutqualität nicht nur hinsichtlich Sorte und Keimfähigkeit, sondern auch bezüglich der Korngröße größte Aufmerksamkeit widmen.

Haben wir so alle technischen Voraussetzungen, so bleibt noch die Überlegung: Wie soll der Bestand aussehen? Abb. 9 zeigt die Ertragsstruktur verschieden geführter Winterweizenbestände. Wir sehen, daß in der ersten Stickstoffgabe niedrig angedüngte Bestände einen hohen Einzelährenertrag, aber eine geringe Bestandesdichte bringen. Folgt einer solchen niedrigen Andüngung eine höhere zweite Gabe zum Ende der Bestockung (Düngung 3), so kommen wir zur optimalen Kombination der einzelnen Ertragsstrukturfaktoren, die im Mittel von 3 Jahren auf 12 Standorten die 70 dt/ha weit über- und auch im schlechtesten Jahr nicht unterschritt. Der die Bestandesdichte stärker bestimmende Ertragsaufbau der Düngung 4

Einfluss von Boden, Kornfraktion und Behandlungen auf das Sprossgewicht (7. Woche nach Aufgang)

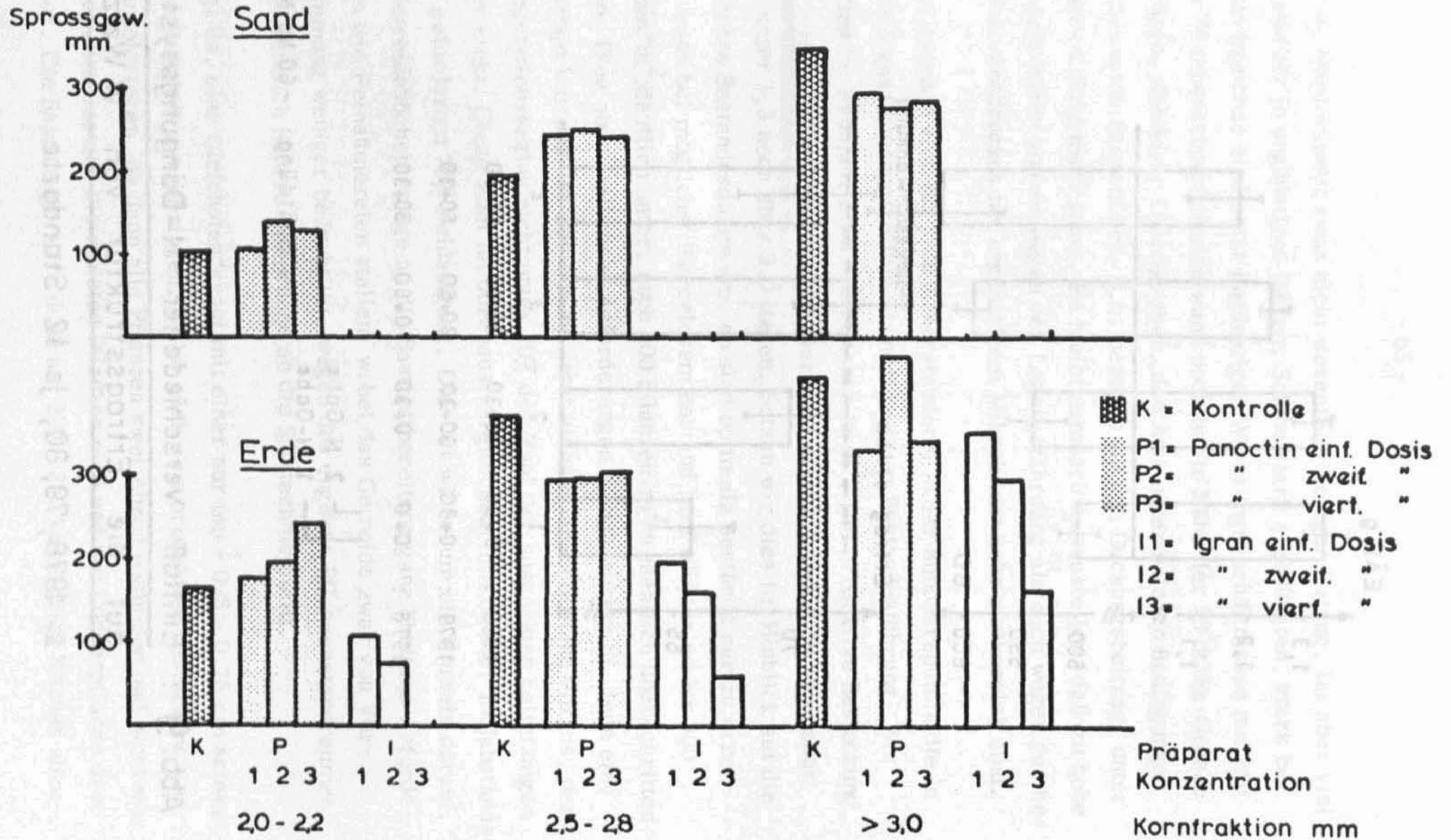
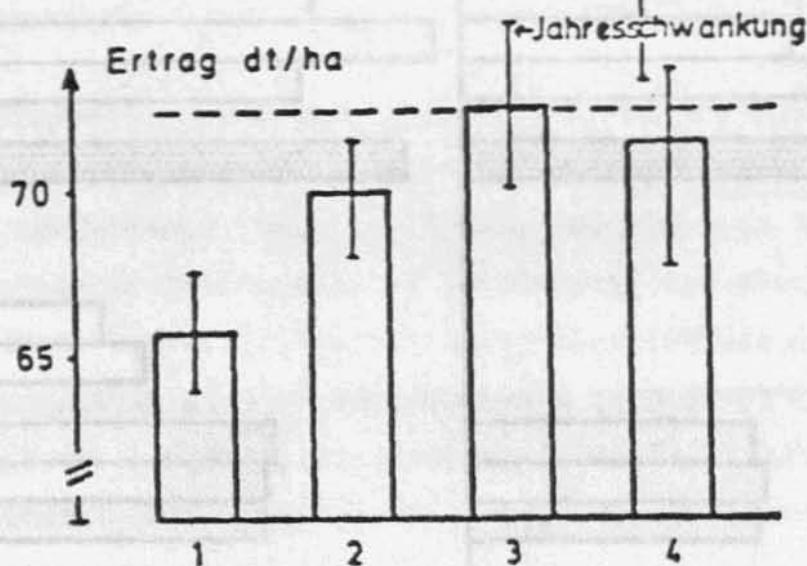
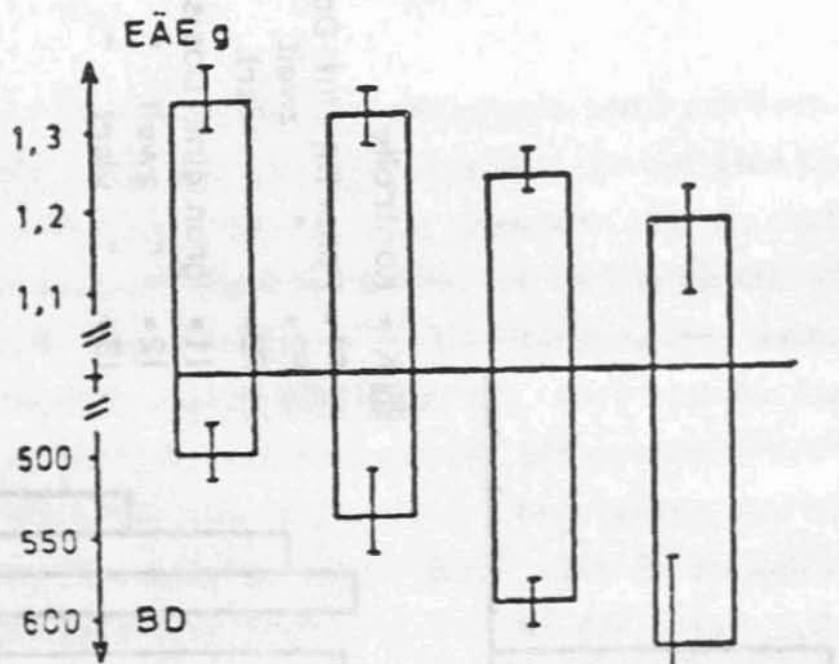


Abb. 8



1980 :	0+30	30+30	30+60	60+30
1979 :	0+30	30+30	30+60	60+30
1978 :	0+0	0+30	0+60	30+30

2. N-Gabe
 1. N-Gabe

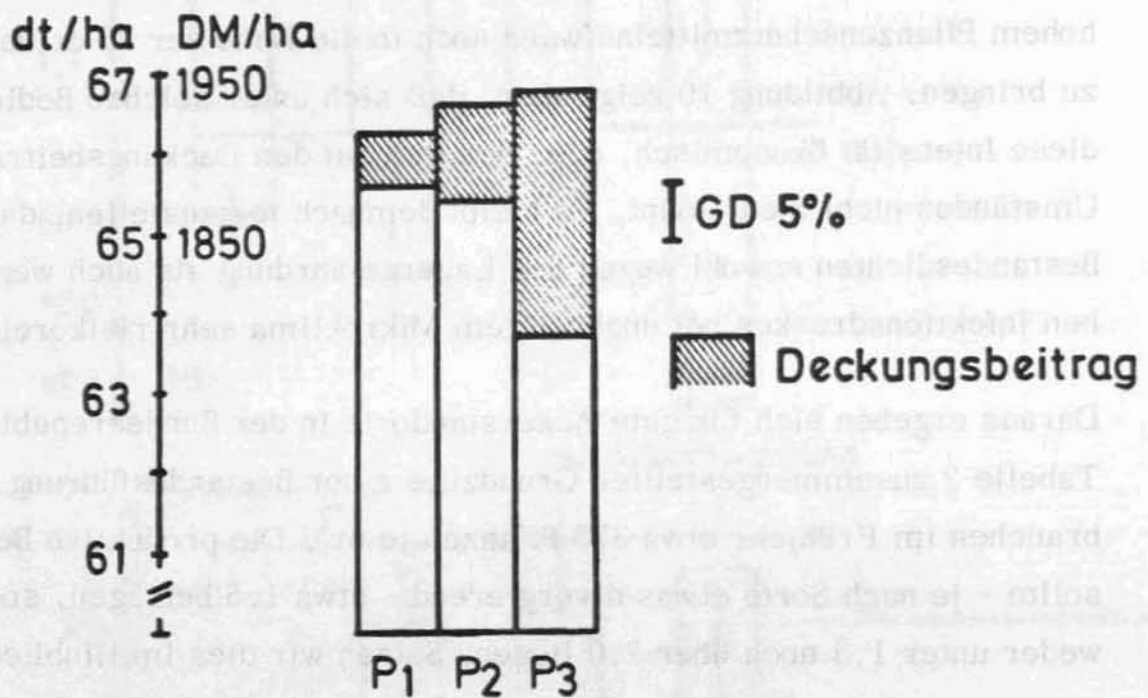
+ Spätdüng. - 60 kg N/ha

Abb. 9 : Einfluß verschiedener N-Düngungssysteme auf die Ertragsstruktur von W.Weizen
 x̄ 1978, 79, 80, je 12 Standorte

bringt im Durchschnitt zwar nicht wesentlich weniger Ertrag, ist aber viel risikoreicher in ungünstigen Jahren. Solche stark angedüngten, stark bestockten Bestände sind unter ungünstigen Witterungsverhältnissen nur mit hohem Pflanzenschutzmittelaufwand noch in die Nähe der 70 dt/ha-Grenze zu bringen. Abbildung 10 zeigt aber, daß sich unter solchen Bedingungen diese Intensität ökonomisch, d.h. bezogen auf den Deckungsbeitrag, unter Umständen nicht mehr lohnt. Es bleibt demnach festzustellen, daß zu hohe Bestandesdichten sowohl wegen der Lagergefährdung als auch wegen des hohen Infektionsdruckes bei ungünstigem Mikroklima sehr risikoreich sind.

Daraus ergeben sich für gute Ackerstandorte in der Bundesrepublik die in Tabelle 2 zusammengestellten Grundzüge einer Bestandesführung. Wir brauchen im Frühjahr etwa 375 Pflanzen je m^2 . Die produktive Bestockung sollte - je nach Sorte etwas divergierend - etwa 1,5 betragen, soll aber weder unter 1,3 noch über 2,0 liegen. Setzen wir dies im Hinblick auf die gewünschte Bestandesdichte um, so sind optimale Bestände nur zu erreichen, wenn bei möglichst lückenlosem Bestand im Frühjahr weder 300 Pflanzen/ m^2 deutlich unter, noch 400 Pflanzen/ m^2 wesentlich überschritten werden. Dies aber stellt hohe Anforderungen an den Ackerbau, denn eine so geringe Varianz der Bestockung setzt einen Pflanzenbestand voraus, der bei Vegetationsbeginn nicht unter 70% der Zahl der ausgesäten keimfähigen Körner sinkt. Diese Zahl ist durchaus vergleichbar mit den für Endabstandsrüben geforderten 70% Feldaufgang. Dies ist wiederum ein Hinweis darauf, daß Getreidehöchstserträge an die Saatbettbereitung ganz ähnliche Anforderungen wie Feinsämereien stellen, wobei das Getreide zwar von Verschlämmung weniger bedroht ist, wegen des engeren Pflanzenstandraumes aber wesentlich höhere Ansprüche an die Saatechnik stellt.

Gelingt es, eine Gleichstandssaat mit einer nur um $\pm 0,5 - 0,75$ cm schwankenden Saattiefe auszubringen, so ist auch eine produktive Bestockung von 2,0 zu tolerieren, da dann alle Pflanzen zwei Ähren ausbilden und nicht wie im normalen Bestand die meisten Pflanzen eine und die Lückenpflanze drei bis vier. Die Saatmenge wäre dann auf 220 - 250 keimfähige Körner abzu-



- P₁ = Behandlung 2 x Blatt + Ähre
- P₂ = " 1 x Blatt + Ähre
- P₃ = " 2 x Blatt

Abb.10: Ertrag und Deckungsbeitrag von Winterweizen bei unterschiedlicher Pflanzenbehandlung

(x 1980 u. 1981, 3 Standorte, 3 Sorten, 8 N-Düng.

**Grundzüge der Winterweizen-Bestandesführung
auf guten Ackerstandorten der Bundesrepublik Deutschland**

	schlecht	mittel	gut
Zahl der keimfähigen Körner/m ²		440	
Feldaufgang	< 80 %	90 %	95 %
Überwinterung	< 80 %	95 %	> 95 %
Zahl der Pflanzen nach Winter/m ²	< 280	375	425 → 400
produktive Bestockung (Ähren/Pflz.)	> 2.0	1.5	1.7 → 1.3
Ährenzahl/m ²	< 450 > 675	550	650 → 600
Ährenstufenzahl / Ähre	< 10	12	12 → 16
Kornzahl / Ährenstufe	< 2.2	2.6	2.6 → 3
Kornzahl / Ähre	< 24	31	32 → 35
Korngewicht (TKG) g	< 38	40	> 42
Einzelährenenertrag g	< 1,1	1.25	1.3 → 1.7
Erreichbarer Flächenenertrag dt/ha	50	60 - 70	> 80

Tabelle 2

senken, und der Einsatz von Düngung und Wachstumsregulatoren wäre leicht nach der Pflanzenentwicklung zu steuern. Tatsächlich haben wir heute derartige, allerdings nicht ganz billige Sämaschinen, die im Versuch die oben angeführten Erwartungen bislang erfüllten. Die Absenkung der Saatmenge ist bei weiterem Anstieg der Saatgutnebenkosten (Transport, Beizen usw.) auch eine ökonomisch immer dringender werdende Forderung.

Solche 'Gleichstandssaaten' oder auch ganz allgemein die höchste Intensitätsstufe des Getreidebaues fordern aber auch einen einwandfrei intakten Standort. Dieser muß nicht nur mit Nährstoffen genügend versorgt sein, sondern muß vor allem Wasser in ausreichendem Maß speichern, überflüssige Niederschläge aber rasch abführen. Auf durchlässigen Böden in niederschlagsreichen Lagen hält die Zwischenfrucht nicht nur Nährstoffe fest, sondern verbessert auch die physikalischen Eigenschaften, d.h. die Wasserkapazität bei gleichzeitiger Verdunstung überschüssiger Wassermengen. Dieser Wasserverbrauch kann bei fehlenden Niederschlägen aber zu großen Schäden beim Aufgang und im späteren Vegetationsverlauf durch den Zusammenbruch zu mastig entwickelter Bestände führen. Diese wenigen Worte sollen zeigen, warum man im Bereich der Bodenbearbeitung und Bodenpflege mit der Übertragung von Erfahrungen vom einen auf den anderen Standort außerordentlich vorsichtig sein muß.

Tabelle 2 macht aber auch die Problematik der Zeitspanne zwischen Saat und Ende des Winters bei angestrebten hohen Erträgen, vor allem bei Winterweizen, aber auch bei Wintergerste, besonders deutlich. Wenn ein Überschreiten der produktiven Bestockung von zwei Ähren je Pflanze wegen schlechter Ährenausbildung und aus gleichem Grund bei zusätzlicher Lagergefahr höhere Bestandesdichten als 675 Ähren je m^2 den Ertrag nach oben begrenzen, für eine sehr gute Ährenausbildung je nach Sorte der Beährungskoeffizient in der Drillsaat jedoch nicht unter etwa 1,3 sinken sollte, so bleibt uns für den möglichst lückenlosen Bestand nach Winter nur ein Spielraum von maximal 150 Pflanzen je m^2 , und das entspricht bei einer mittleren

Saatmenge von 440 Körnern/m² der Addition von 10% Keimfähigkeit sowie je 15% Feldaufgang und Auswinterungsverlusten. Diese Varianzen, mit denen man bei Z-Saatgut, einer Saat nach Zuckerrüben und bei nur mäßig starken Wintern durchaus rechnen muß, entsprechen dem wegen des lückelosen Bestandes geforderten 70%igen Feldaufgang etwa bei der Endabstands-saat von Zuckerrüben durchaus. Deshalb sind im Intensivgetreidebau nicht nur hackfruchtäquivalente Anforderungen an Saatvorbereitung, Saattechnik und Saatgut zu stellen. Da wir die Herbst- und Winterwitterung nicht in der Hand haben, ist vielmehr darüber hinaus alles zu vermeiden, was die Überwinterung gefährdet. Hierzu gehört vor allem der Einsatz von Bodenherbiziden, die von der Getreidepflanze voll vertragen werden, auch wenn die Wurzeln infolge übergroßer Herbstniederschläge in die herbizidführende obere Bodenschicht eindringen, sowie der Schutz vor Herbstbefall mit Schaderregern, wie Mehltau, Cercosporella, Thyphola u.ä.. Hier ist vor allem auf widersprüchliche Anforderungen, wie tiefe Saat wegen des eingesetzten herbiziden Wirkstoffes oder wegen geringerem Überwinterungsrisiko gegenüber schwacher Saat für raschen Aufgang oder z.B. durch Beizung herabgesetzter Triebkraft zu achten,

Tabelle 2 zeigt aber auch, daß die in der Spalte "schlecht" aufgeführten Grenzwerte der einzelnen Ertragsstrukturfaktoren für hohe Erträge relativ niedrig liegen. Dabei wird natürlich davon ausgegangen, daß nur ein Faktor einen solchen Grenzwert erreicht. Würden alle bei diesen schlechten Werten liegen, so ergäbe dies weniger als 40 dt/ha. Eine geschickte Bestandesführung muß also erreichen, daß nach witterungsbedingtem schlechtem Feldaufgang und geringer Überwinterung, ohne die produktive Bestockung zu sehr anzuregen, die Ähren gut angelegt (Stickstoffgabe zum Ende der Bestockung) und die Körner gut ausgebildet (Stickstoffgabe vor Ährenschieben und kurz vor Blüte) werden. So sind trotz nur 280 Pflanzen je m² nach Winter bei einer produktiven Bestockung von 1,8 und einem Ährenertrag von 1,5 g noch Ernten über 70 dt/ha möglich.

Grundsätzlich ist ein relativ dünner Bestand mit ca. 300 - 350 Pflanzen/m² nach Winter bzw. 550 - 600 Ähren/m² risikoloser zu Höchstertträgen zu führen als dichte Bestände mit 450 Pflanzen/m² bzw. 650 Ähren/m² und mehr. Ganz allgemein aber gilt, daß bei Frühsommertrockenheit stark bestockte, dichte Bestände, dagegen bei Trockenheit nach der Blüte dünne Bestände gefährdet sind.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß der intensive Getreidebau höchste Anforderungen an den Betriebsleiter nicht nur hinsichtlich der Pflege und Bestandesführung, sondern auch hinsichtlich der Bodenbearbeitung und des Ackerbaues schlechthin stellt. Die Anbaubedingungen von Getreide und Hackfrüchten bzw. Feinsämereien nähern sich damit immer stärker an. Die Vielfalt der Wirkungen und Wechselwirkungen wird immer größer und unübersichtlicher. Deshalb wird sich der Betriebsleiter in Zukunft immer mehr des Computers als Gedächtnishilfe, Informationsquelle und Entscheidungshilfe bedienen, doch wird auch der Computer dem erfolgreich wirtschaftenden Betriebsleiter weder die Entscheidung selbst abnehmen, noch das eigene Fachwissen und die eigene Erfahrung ersetzen können.

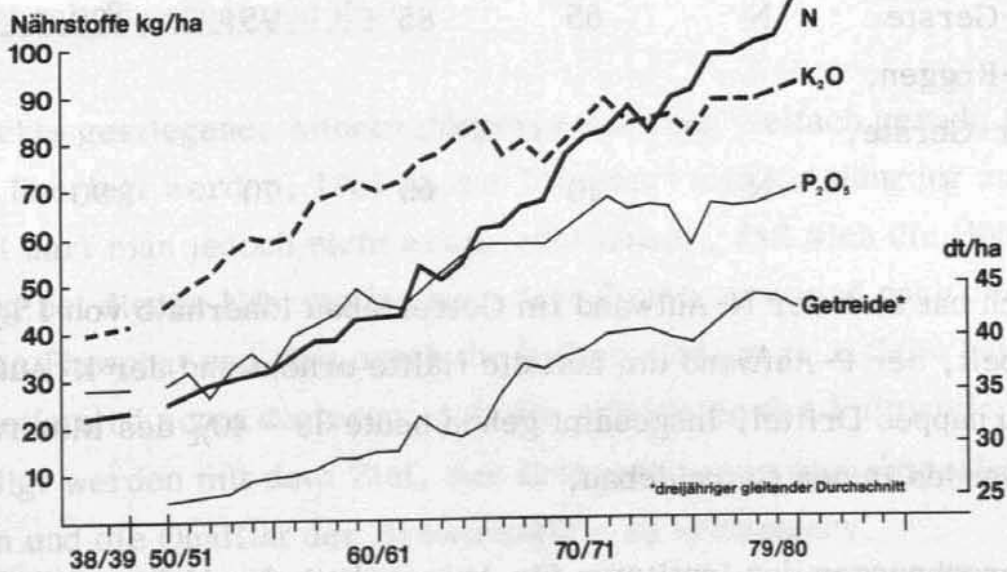
Mineraldüngung im intensiven Getreidebau

von DL Dr. Joachim Quade, Ruhr-Stickstoff-AG, Bochum

Entwicklung des Mineraldüngerverbrauchs

Die Mineraldüngung ist eines der wenigen direkt ertragssteigernden Betriebsmittel. Deshalb hat die Landwirtschaft den Verbrauch an Mineraldüngern seit Ende des letzten Weltkrieges erheblich gesteigert (Abb. 1). Die N-Düngung erhöhte sich bis 1961/62 von 22 auf 40 kg/ha, um dann bis 1979/80 noch steiler auf 112 kg/ha anzusteigen. Nicht ganz so stark verlief die Entwicklung bei Phosphat und Kali. Hierdurch hat sich das NPK-Verhältnis erheblich verengt.

Mineraldüngerverbrauch und Getreideertrag in der Bundesrepublik Deutschland



Etwa parallel dazu entwickelten sich die Getreideerträge. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Mineraldüngung aller Kulturfrüchte und den Getreideerträgen kann aus dieser Gegenüberstellung allerdings nicht abgeleitet werden. Dies wird jedoch durch zahlreiche Versuchsergebnisse belegt.

Eine statistische Erhebung über den Nährstoffverbrauch zu bestimmten Kulturpflanzen besteht nicht. Statt dessen ist man auf Schätzungen angewiesen.

Mineraldüngerverbrauch zu Getreide (kg/ha)

		1964/65	71/72	75/76	79/80
Getreide N		55	75	85	110
	P ₂ O ₅	50	60	70	70
	K ₂ O	70	80	85	90
<hr/>					
Weizen,					
Winter-Gerste	N	65	85	95	120
Winter-Roggen,					
Sommer-Gerste,					
Hafer	N	40	60	70	90

Hiernach hat sich der N-Aufwand im Getreidebau innerhalb von 15 Jahren verdoppelt, der P-Aufwand um fast die Hälfte erhöht und der K-Aufwand um ein knappes Drittel. Insgesamt gehen heute 38 - 40% des Mineraldüngeraufwandes in den Getreidebau.

Nach Berechnungen des Institutes für Agrarpolitik der Universität Kiel anhand von Sortenzulassungsversuchen hat Stickstoff in der Zeit von 1954 bis 1968 den höchsten Anteil von 43% am Ertragszuwachs gehabt, gefolgt vom züchterischen Fortschritt mit 38% und 19% für übrige Mineraldüngung, Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung. Heute dürften sich diese Anteile etwas zugunsten des Pflanzenschutzes verschoben haben.

Für die Zukunft wird nach Untersuchungen des Institutes für landwirtschaftliche Marktforschung in Braunschweig-Völkenrode innerhalb der EG 9 noch ein erheblicher Anstieg der Getreideerträge erwartet, im Durchschnitt von 38,3 dt/ha in 1975 auf 50,3 dt/ha in 1990. Das sind 70 kg/ha und Jahr. Ein ähnlicher Trend wird auch für das Bundesgebiet vorausgesagt. Hierbei ist man davon ausgegangen, daß die Mineraldüngung auch zukünftig steigen und die Ertragsbildung positiv beeinflussen wird.

In den 80er Jahren wird die Landwirtschaft noch kostenbewußter wirtschaften müssen als in der Vergangenheit. Bezogen auf die Mineraldüngung heißt das, dieses produktionssteigernde Betriebsmittel noch gezielter nach Menge und Zeit als bisher einzusetzen. Grundsatz aller Kostenüberlegungen sollte es aber sein, daß nicht der billigste Dünger, sondern der nach allen Gesichtspunkten preiswerteste Dünger mit allen seinen vielfältigen Auswirkungen auf Boden und Pflanze den Vorzug verdient.

Düngung mit Phosphat und Kali

Angesichts gestiegener Mineraldüngerpreise mag vielfach gerade in diesem Winter überlegt werden, 1981 an der Phosphat- und Kalidüngung zu sparen. Hierbei darf man jedoch nicht außer acht lassen, daß sich die Höhe der Düngung bei diesen Nährstoffen nach dem Bodenvorrat und nach den Entzügen an Phosphat und Kali durch die Kulturpflanzen zu richten hat. Beide Nährstoffe sind so zu dosieren, daß die Ansprüche der Kulturpflanzen voll befriedigt werden mit dem Ziel, das Ertragsniveau anzuheben oder abzusichern und die Qualität der Ernteprodukte zu verbessern.

Einem zeitweiligen Aussetzen der P- und K-Düngung könnte deshalb nur unter der Voraussetzung zugestimmt werden, daß die Nährstoffversorgung des Bodens besonders hoch (Gehaltsklasse E) ist.

Phosphatversorgung und Düngungsbedarf

Gehaltsklasse	mg P ₂ O ₅ / 100 g Boden		Düngung kg/ha P ₂ O ₅
	Nord	Süd	
A niedrig	< 11	< 11	130 - 150
B mittel	11 - 20	11 - 20	75 - 100
C hoch	21 - 30	21 - 35	40 - 60
D sehr hoch	31 - 40	36 - 50	0 - 30
E bes. hoch	> 40	> 50	0

Kaliversorgung und Düngungsbedarf

Gehaltsklasse	mg K ₂ O/100 g Boden				Düngung kg/ha K ₂ O	
	S	IS	sL-L	tL-T	Boden	
	vorwiegend für den nord- deutschen Raum				leicht	schwer
A niedrig	< 6	< 8	< 9	< 11	200	200 - 250
B mittel	6-10	8-14	9-16	11-20	150	100 - 150
C hoch	11-15	15-21	17-24	21-30	100	80 - 100
D sehr hoch	16-20	22-28	25-32	31-40	50	0 - 50
E bes. hoch	> 20	> 28	> 32	> 40	0	0
	vorwiegend für den süd- deutschen Raum					
A niedrig	< 8	< 12	< 15		200	200 - 250
B mittel	8-15	12-24	15-30		150	100 - 150
C hoch	16-25	25-40	31-50		100	80 - 100
D sehr hoch	26-50	41-60	51-70		50	0 - 50
E bes. hoch	> 50	> 60	> 70		0	0

Bei sehr hoher Versorgung (Gehaltsklasse D) können bestimmte Abschläge von den üblichen Gaben gemacht werden. Bei hoher Versorgung (Gehaltsklasse C) müssen wenigstens die Entzugsmengen gedüngt werden, während bei mittlerer bis niedriger Versorgung (B und A) Zuschläge von 1,5 bzw. 2,5fachen der P- und K-Entzüge erforderlich sind. Als Faustregel kann man davon ausgehen, daß Getreide bei regelmäßiger Düngung die 1,5fache Menge der Entzüge als Phosphat- und Kalidüngung erhält.

In Hinblick auf die Nährstoffversorgung von Nord- und Süddeutschland werden aufgrund von Feldversuchsergebnissen unterschiedliche Einstufungen gemacht. Bei Kali kommen noch differenzierte Klassifizierungen nach der Bodenart hinzu. Hier wurden für Sand niedrigere Grenzwerte angesetzt als für Lehm bzw. Ton.

Bei der Planung sollte für die Phosphat- und Kalidüngung berücksichtigt werden, daß auch heute noch reichlich 50% aller aus dem Bundesgebiet untersuchten Bodenproben bei diesen Nährstoffen unterhalb der anzustrebenden Versorgungsstufe C liegen. Auf diesen Standorten stellt sich neben der Frage der optimalen Erhaltungsdüngung zusätzlich die Notwendigkeit einer zweckmäßigen Aufdüngung.

Daß die Phosphat- und Kalidüngung nicht nur in Feldversuchen, sondern auch in der Praxis einen günstigen Einfluß auf den Ertrag hat, zeigt eine zusätzliche Auswertung der Besonderen Erntermittlung Schleswig-Holsteins, mit der zeitweise eine Befragung über die Düngungsgewohnheiten verbunden war. In 480 Betrieben auf der Marsch sowie in 2 480 Betrieben im östlichen Hügelland wurden zu Winterweizen bei hohem Ertragsniveau 13 - 18 kg/ha P_2O_5 und 3 - 24 kg/ha K_2O mehr gedüngt als bei niedrigem Niveau.

Bei der Auswahl der günstigsten Phosphatform ist zu berücksichtigen, ob schnell aufnehmbares Phosphat für die Pflanzen notwendig ist. Für Silo- und Körnermais hat sich besonders in Grenzlagen des Maisanbaues ein größerer Anteil an wasserlöslichem Phosphat als zweckmäßig erwiesen.

Für fast alle anderen Kulturpflanzen reicht z.B. in gekörnten Mehrnährstoffdüngern nach Untersuchungen von Prof. Scheffer ein wasserlöslicher Phosphatanteil von 30 - 35% voll aus. Dies trifft für praktisch alle Inlandsorten zu. Eine volle Wasserlöslichkeit der Phosphatkomponenten hat nur selten Vorteile, weil häufig schon nach kurzer Zeit ein erheblicher Teil hiervon festgelegt wird. Dies gilt besonders für Böden im sauren oder im alkalischen Bereich. Aus agrikulturchemischer Sicht verlieren deshalb vollwasserlösliche Phosphatdünger, z.B. Triplesuperphosphat und Diammonphosphat, erheblich an Interesse.

Schließlich ist es im Rahmen einer Fruchtfolge auch notwendig zu wissen, wie bestimmte Düngungssysteme bzw. Düngersorten die Kalkbilanz des Bodens und damit die Gesamtkosten der Düngung beeinflussen. Der Kalkwert in kg CaO/dt Dünger ergibt sich als Aufrechnung aller sauer und basisch wirksamen Bestandteile nach einem von Sluijsmans in den Niederlanden erarbeiteten Bewertungsschlüssel. Hiernach bestehen für die verschiedenen phosphathaltigen Düngersorten erhebliche Unterschiede.

Kalkbewertung von Düngemitteln
nach Sluijsmans (Acker)

Sorte	± kg CaO	
	je 100 kg Dünger	je 100 kg Nährstoffe
Kalkammonsalpeter	-13	-50
schwefels. Ammoniak	-63	-299
Harnstoff	-46	-100
Thomasphosphat	+45	+290
Rhenaniaphosphat	+48	+160
Carolonphosphat	+23	+88
Triplesuperphosphat	-3	-7
Diammonphosphat	-38	-83
Kali	0	0

Die genannten hochprozentigen Phosphatdünger mit ihrer zumeist nicht notwendigen hohen Wasserlöslichkeit wirken wegen fehlender Kalkanteile stark kalkzehrend (DAP) bzw. neutral (TSP). Andere Phosphatdünger dagegen verhalten sich stark kalkmehrend, Diammonphosphat z.B. verbraucht 38 kg CaO im Boden. Im Gegensatz hierzu bringen andere Phosphatdünger je nach Zusammensetzung 13 - 45 kg CaO je 100 kg Dünger in den Boden. Bei 0,15 DM/kg CaO entsteht eine Preisdifferenz von 7,65 - 12,45 DM/dt Dünger. Bei Triplesuperphosphat beträgt der Unterschied 2,40 - 7,20 DM. Umgerechnet sind das 17 - 27 (DAP) bzw. 5 - 16 (TSP) Pfg/kg P_2O_5 !

Gerade im intensiven Getreidebau gilt auch heute noch der Grundsatz einer harmonischen Düngung. Das bedeutet eine aufeinander abgestimmte Versorgung mit Stickstoff, Phosphat und Kalium. Eine ergänzende Düngung mit Kalk - bei Bedarf auch mit Magnesium und Spurennährstoffen - ist selbstverständlich.

Düngung mit Magnesium

Die Wichtigkeit einer Magnesiumdüngung wird häufig noch verkannt. Dabei hat der Magnesiumbedarf unserer Böden vielfach zugenommen. Dennoch wird auf eine regelmäßige Magnesiumdüngung noch viel zu wenig Wert gelegt, obwohl die Ackerflächen in etlichen Bundesländern - mit Ausnahme von Hessen - bei 30 bis über 50% der untersuchten Bodenproben zu niedrige Mg-Gehalte aufweisen.

Mg-Versorgung auf Acker (in %)

Versorgung	Schleswig-Holstein	Westfalen	Hessen	Bayern	
				S	L
niedrig	31	40	2	67/39	
mittel	41	40	24	31/48	
hoch	28	20	74	2/13	
sehr hoch	-	-	-	-	

Eine mittlere Versorgung zeigen nur 25 bis 41% der Bodenproben und eine gute Magnesiumversorgung lediglich 2 bis 28%. In Hessen dagegen sind wegen magnesiumreicherer Muttergesteine fast 3/4 der untersuchten Ackerbodenproben gut mit Magnesium versorgt. Hieraus wird deutlich, daß auf vielen Standorten eine Düngung mit Magnesium zur Auffüllung der Bodenvorräte und als Ersatz der Entzüge unbedingt notwendig ist. Der Magnesiummangel hat sich in den letzten Jahrzehnten dadurch noch verstärkt, daß einerseits die Magnesiumzufuhr durch Verwendung "ballastärmerer" Düngemittel geringer geworden ist und andererseits die Magnesiumentzüge infolge gesteigener Ernten, z.B. bei Getreide um 10 bis 25 kg/ha MgO, zugenommen haben. Heute besteht auf Ackerland ein jährliches Defizit von 30 - 55 kg/ha MgO. Am Beispiel der Düngersorte Stickstoffmagnesia führt Magnesium nach Versuchen der norddeutschen Landwirtschaftskammern im Getreidebau zu erheblichen Ertragssteigerungen.

Ertragswirkung von Stickstoffmagnesia im Getreidebau

(Kalkammonsalpeter = 100)

Einfluß	Rel. Ertrag
<hr/>	
Witterung	
1972	104 - 105
1973	100 - 101
Bodenart	
S	103 - 104
L	102 - 103
Ertragsniveau	
40 dt/ha	102 - 105
40 - 54 dt/ha	103 - 107
54 dt/ha	100 - 101
Summe	102 - 103

Düngung mit Spurennährstoffen

Veränderte Bewirtschaftung und Düngung haben vielfach auch geringere Vorräte oder erhöhte Festlegung von Spurennährstoffen zur Folge gehabt. War Mangel an Spurennährstoffen früher vornehmlich auf ärmere Böden beschränkt, so ist in den letzten Jahrzehnten eine zunehmende Verbreitung des Mangels auch auf besseren Böden festzustellen. Gerade in der Intensiv-Landwirtschaft mit hohen Erträgen wird Mangel an Spurennährstoffen immer häufiger zum ertragsbegrenzenden Faktor.

Mangel an Spurennährstoffen läßt sich durch bessere Verfügbarmachung im Boden oder durch Düngung beseitigen. So läuft bei Prof. Fink, Institut für Pflanzenernährung, Kiel, ein Versuchsprogramm mit der Fragestellung, ob durch physiologisch saure Düngung die Spurennährstoffmobilisierung gefördert werden kann. Durch Einsatz von 100 kg/ha N als Ammonsulfatsalpeter konnte gegenüber Kalkammonsalpeter bei Getreide zum Schoßbeginn der mittlere Mangangehalt um 45 - 76%, der Zinkgehalt um 17 - 31 % und der Eisengehalt um 10 % erhöht werden. Durch Verwendung von Schwefelsaurem Ammonik ließen sich auf einem Standort mit ausgeprägtem Manganmangel bei Sommergerste gesicherte Kornmehrerträge von 5 - 6 % erzielen. Sommerweizen erbrachte auf einem mit Mangan, Zink und Kupfer schwachversorgten Boden durch die Düngung mit Kalkammonsalpeter plus Schwefel im Vergleich zu Kalkammonsalpeter einen Mehrertrag von 10%.

Die Zufuhr von Spurennährstoffen kann durch Düngung oder Spritzung erfolgen. Die Düngung ist z.B. bei Mangan und Eisen deshalb problematisch, weil Mangel an Spurennährstoffen meist nicht wegen Verarmung des Bodens, sondern wegen Festlegung der oft reichlichen Bodenvorräte auftritt. Besonders häufig ist dies auf Standorten mit neutraler bis alkalischer Bodenreaktion der Fall. Kupfer dagegen kann gut über entsprechende Düngemittel zugeführt werden.

Blattdünger dagegen versorgen die Pflanzen mit Nährstoffen unabhängig vom Bodenvorrat. Die Nährstoffe werden somit direkt an den Ort des Bedarfes gebracht und stehen sofort zur Verfügung. Deshalb bietet sich besonders zur Versorgung mit Mikronährstoffen vielfach die Blattdüngung geradezu an. Die rasche Abhilfe eines Nährstoffmangels gelingt so sehr sicher. Der Wirkungsgrad der Blattdüngung ist besonders hoch, weil keine Verluste durch Festlegung wie bei der Bodendüngung entstehen können. Vielfach helfen Blattdünger auch, Streßsituationen in der Pflanzenentwicklung, z.B. Spritzbehandlungen, Trockenheit, Kälte, besser zu überstehen.

Blattdüngung von Winterweizen

10 kg/ha N

Kontrolle = 100

Stadium	J	K	L	M
Ertrag	107x	101	98	97
NO ₃ -N kg/ha	95,3	24,7	27,1	46,9

x = statistisch gesichert

Diese Vorteile wirken sich vielfach durch signifikante Ertragssteigerungen aus.

Gleichzeitig schränken Blattdünger infolge ihrer hygroskopischen Eigenschaften die Verdunstung des Wassers aus Spritztropfen wirksam ein. Aufgrund physikalischer Untersuchungen in einer Klimakammer konnte nachgewiesen werden, daß im Gegensatz zu reinem Wasser eine mit Blattdünger angereicherte Lösung die vollständige Verdunstung der Tropfen verhindert. Nach Spritzversuchen im Feld reicht bei den im Bundesgebiet vorherrschenden Witterungsbedingungen hierfür ein Zusatz von 5 - 10% Blattdünger, z.B. fluid N 34, aus (Abb.2).

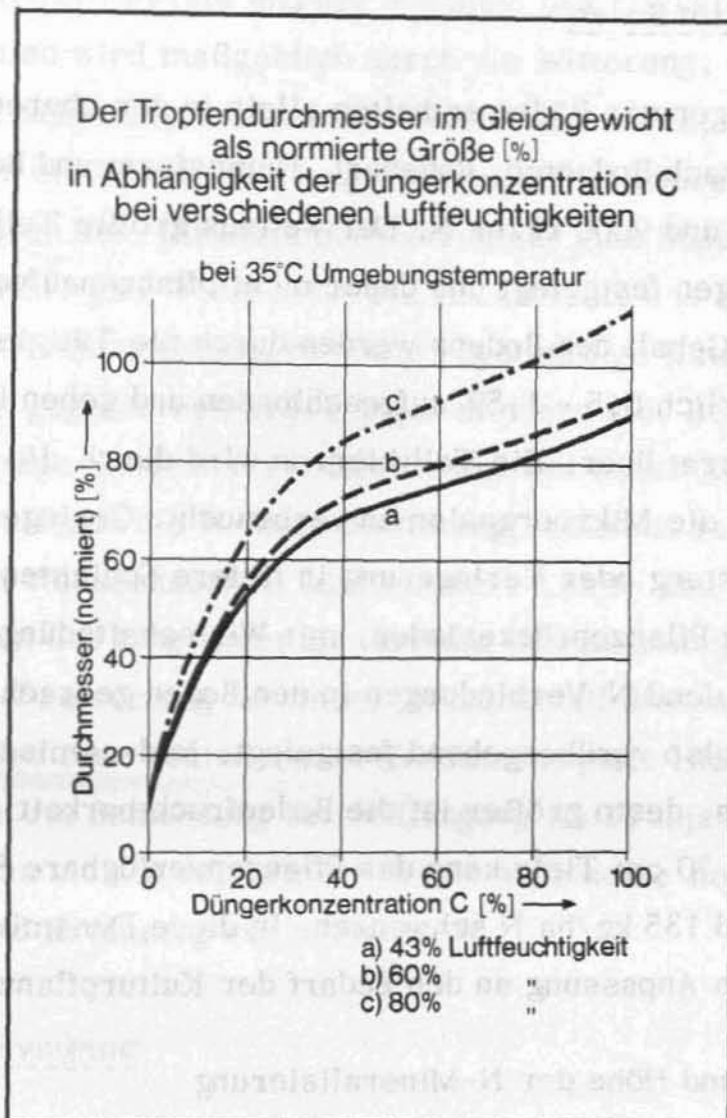


Abb. 2

Das bedeutet bessere Benetzung der Pflanzen durch feintropfige Verteilung der Spritzbrühe und Schutz der Wirkstoffe vor Verdunstung.

Düngung mit Stickstoff

Im Gegensatz zu den anderen Nährstoffen hat der Stickstoff seine eigenen Gesetze. Das macht die richtige Bemessung der Stickstoffgabe besonders im Getreidebau so schwierig. In allen biologischen Vorgängen kommt dem Stickstoff hervorragende Bedeutung zu und für jede Form von Leben ist Stickstoff unentbehrlich.

Stickstoff-Dynamik im Boden

Landwirtschaftlich genutzte Böden enthalten allein in der oberen 20 cm starken Schicht je nach Bodentyp, Bodenart, Humusform und Bewirtschaftung zwischen 3000 und 9000 kg/ha N. Der weitaus größte Teil hiervon ist in Humusverbindungen festgelegt und daher nicht pflanzenaufnehmbar. Von diesem Gesamt-N-Gehalt des Bodens werden durch die Tätigkeit der Mikroorganismen jährlich 0,5 - 1,5% aufgeschlossen und gehen in den pflanzenverfügbaren Vorrat über. Ein Teil hiervon wird durch die Pflanzen, ein anderer Teil durch die Mikroorganismen verbraucht. Geringe Mengen gehen auch durch Verdunstung oder Verlagerung in tiefere Schichten verloren. Umgekehrt werden mit Pflanzenrückständen, mit Wirtschaftsdünger sowie aus der Atmosphäre laufend N-Verbindungen in den Boden gebracht und in den Humus eingebaut, also vorübergehend festgelegt. Je dynamischer diese Umsetzungen verlaufen, desto größer ist die Bodenfruchtbarkeit. Allein in der Ackerkrume bis zu 20 cm Tiefe kann das pflanzenverfügbare Stickstoffangebot zwischen 15 und 135 kg/ha N schwanken. In diese Dynamik hat sich die Stickstoffdüngung in Anpassung an den Bedarf der Kulturpflanze einzufügen.

Gesamt-N-Gehalt und Höhe der N-Mineralisierung

Ges. -N %	Ges. -N kg/ha	Nmin kg/ha bei		
		0,5%	1,0%	1,5%
0,1	3 000	15	30	45
0,2	6 000	30	60	90
0,3	9 000	45	90	135

N-Düngung bei Wintergetreide

Ertrag dt/ha	Entzug kg/ha N	N-Düngung (kg/ha) bei unterschiedl. N-Vorrat			
		0	mittel (60)	hoch (90)	sehr hoch (120)
50	150	220	160	130	100
60	180	260	200	170	140
70	210	300	240	210	180
80	240	340	280	250	220

Die Mineralisierungsrate und der Verbleib des Stickstoffs in den oberen Bodenschichten wird maßgeblich durch die Witterung, die Bodenart und durch Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflusst. Kälte, Nässe und Trockenheit hemmen die Mineralisierung: Wärme und mittlere Durchfeuchtung des Bodens erhöhen sie. Günstige Bodenstruktur, gute Bodenbearbeitung zum richtigen Zeitpunkt, gute Vorfrüchte wie Hackfrüchte und Leguminosen, hohe Mengen an Wirtschaftsdüngern sowie regelmäßige Kalkung fördern die N-Freisetzung: gegenteilige Bedingungen mindern sie. Besonders tätige Böden wie lehmige Sande und sandige Lehme mit hoher Mikroorganismenaktivität unterstützen die N-Mineralisierung, während reine Sandböden mit ungünstigem Wasserhaushalt oder schwere Lehm- und Tonböden mit wenig Porenvolumen und langsamer Erwärmung das Mikroorganismenleben und damit die N-Freisetzung hemmen. Zwischen all diesen Faktoren besteht ein förderndes oder behinderndes Zusammenspiel. Hieran ersieht man, wie unsicher die Bemessung der N-Düngung im Frühjahr bisher war und wie stark man sich in der breiten Praxis auch heute noch auf Gefühl, Beobachtung und Erfahrung verlassen muß.

N-Düngungssysteme

Deshalb suchen Wissenschaftler schon lange nach Wegen, den im Boden freigesetzten pflanzenverfügbaren Stickstoffgehalt mit praktikablen Meßmethoden genauer zu erfassen. Drei Methoden wurden entwickelt.

Berechnung der Stickstoffgaben zu W. - Weizen in verschiedenen
Düngungssystemen

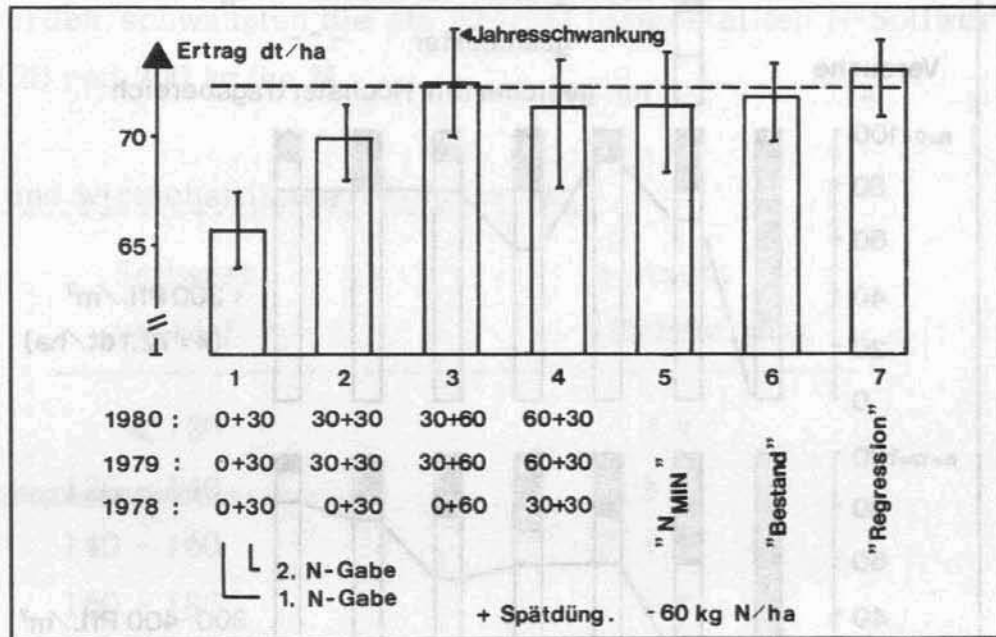
	Nmin (Wehrmann)	Bestandes- entwicklung (Heyland)	Regression (braun)
1. N-Gabe	Sollwert-Nitrat (0-90 cm) z.B. 120-50=70	Pflanzenzahl (+ Zu-, Ab- schläge)	Boden-, Be- wirtschaftungs- und Klimadaten
2. N-Gabe (Best. ende)	10-30 kg N/ha	Sollwert-Nitrat 1. N-Gabe z.B. 140-50- 40 = 50 (+ Zu-, Ab- schläge)	Boden-, Be- wirtschaftungs- und Klimadaten
3. N-Gabe	betriebsüblich	Ährenzahl (+ zu-, Ab- schläge)	betriebsüblich

Nach der Nmin-Methode von Professor Wehrmann wird vom N-Bedarf des Getreides im Frühjahr der im Februar in der 0 - 90 cm Bodenschicht analysierte Nmin-Gehalt abgezogen und die Differenz gedüngt. In dem Düngungssystem nach Bestandesentwicklung von Professor Heyland werden die 1. N-Gabe (Vegetationsbeginn) anhand der Pflanzenzahl, die 2. N-Gabe (Ende Bestockung/Schoßbeginn) nach einem Sollwert abzüglich des Nmin-Gehaltes und die 3. N-Gabe (Ährenschieben) nach der zu erwartenden Ährenzahl bemessen. Das Düngungssystem der Regression nach Professor Braun bestimmt die 1. und 2. N-Teilgabe aufgrund von in die EDV eingegebenen Boden-, Witterungs- und Bewirtschaftungsdaten (z.B. Humusgehalt, Niederschläge, Temperatur, Düngung zur Vorfrucht, organische Dünger, Ertrags-erwartung usw.).

Zur Überprüfung dieser 3 Düngungssysteme wurden auf 12 Standorten in

der Köln-Aachener-Bucht über 3 Jahre hinweg Feldversuche angelegt. Hierbei hat das System Braun als einziges das beste "starre" Düngungssystem übertroffen (Abb. 3).

Abb. 3: Einfluß verschiedener N-Düngungssysteme auf die Ertragsstruktur von W.-Weizen (x 1978, 79, 80, je 12 Standorte)



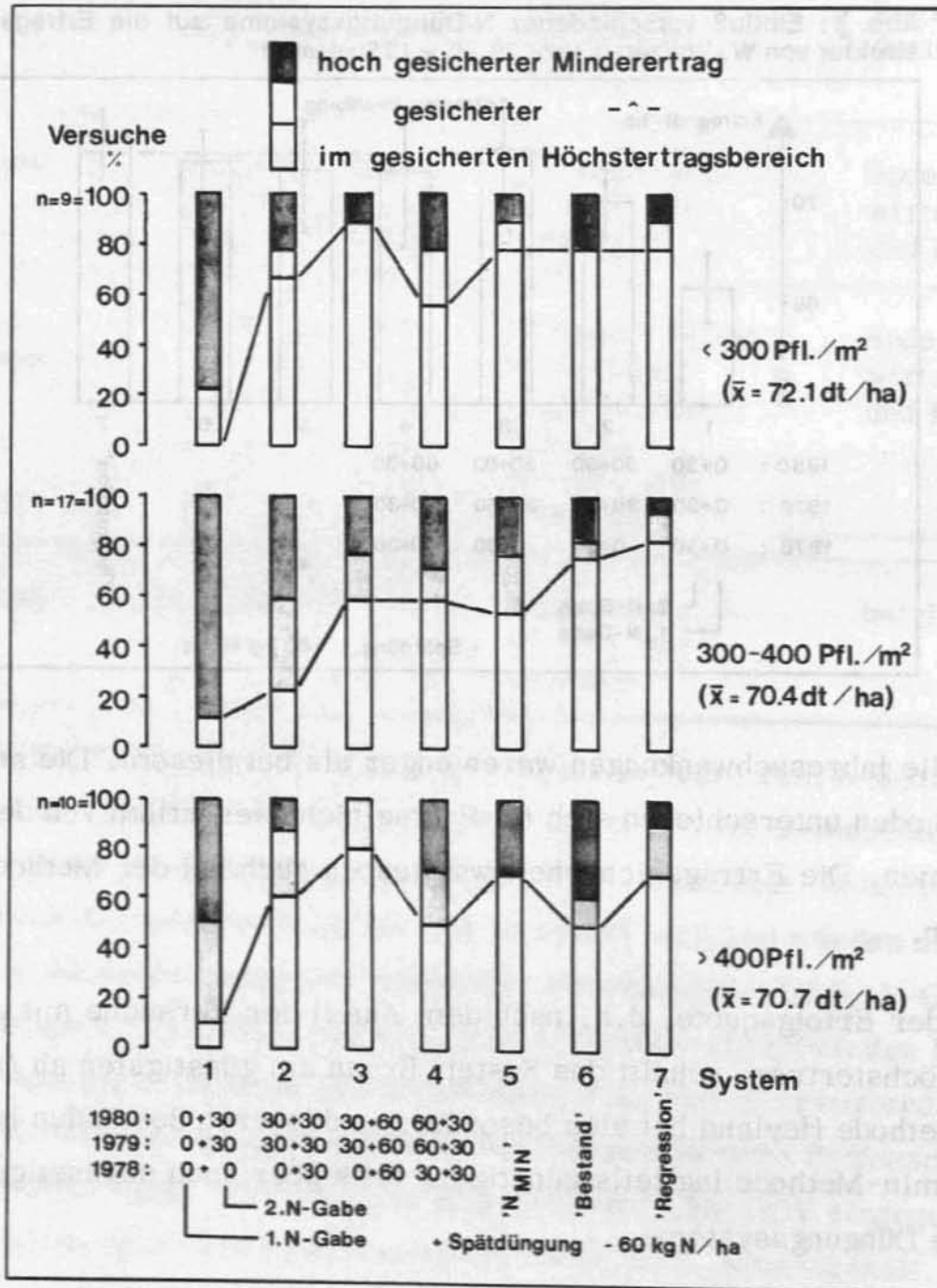
Auch die Jahresschwankungen waren enger als bei diesem. Die anderen 2 Methoden unterschieden sich im Ertrag nicht wesentlich von den Praxis-systemen. Die Ertragssicherheit war jedoch auch bei der Methode Heyland besser.

Nach der Erfolgsquote, d.h. nach dem Anteil der Versuche mit gesicher-tem Höchstertrag, schnitt das System Braun am günstigsten ab (Abb. 4). Die Methode Heyland hat sich besonders in dünneren Beständen bewährt. Die Nmin-Methode lag teils günstiger, teils aber auch ungünstiger als starre Düngungssysteme.

Die Systeme Heyland und Braun sind bisher auf das Rheinland zugeschnitten. Aufgrund von Versuchserfahrungen bzw. genauen Daten scheint eine Über-tragung auf andere Regionen möglich. Nach Meinung führender rheinischer

Praktiker hat die Methode Braun im Feldversuch ihre Bewährungsprobe bestanden. Für die Praxis steht sie noch aus.

Abb. 4: Erfolgsquote der Düngungssysteme zu W.-Weizen



Die dem Fachverband Stickstoffindustrie angeschlossenen Unternehmen haben sich in den letzten Jahren eingehend mit der Nmin-Methode befaßt. In 46 Versuchen aus den Jahren 1975 bis 1979 zeigten sich je nach Stand-

ort und Jahr erhebliche Unterschiede. Der Einfluß der Jahreswitterung war deutlich erkennbar, besonders die Höhe der Niederschläge während des Winters.

Da die Versuche in verschiedenen Regionen des Bundesgebietes durchgeführt wurden, schwankten die als optimal festgestellten N-Sollwerte zwischen 120 und 200 kg/ha N.

N-Soll und wirtschaftlicher Höchsterttrag

Sollwert kg/ha N	wirtsch. Höchsterttrag
< 120	4 x
120 - 140	8 x
140 - 160	9 x
160 - 180	6 x
180 - 200	16 x
> 200	3 x

Sortiert nach Ertragsniveau ergab sich kein klarer Zusammenhang zwischen Ertragshöhe und N-Sollwert.

N-Versorgung und wirtsch. Höchsterttrag

Ertragsbereich dt/ha	unter 50	50 - 60	60 - 70	über 70
Ø Ertrag dt/ha	43,8	55,7	65,5	78,7
Ø Nmin kg/ha	51	91	80	88
Ø N-Dü kg/ha	91	114	90	70
Ø N-Soll kg/ha	142	205	170	158

Hieraus resultiert die Schlußfolgerung, daß der richtige Sollwert für jeden Standort bzw. jeden Standortbereich unterschiedlich ist. Es wurde jedoch

bestätigt, daß nach ungünstigen Vorfrüchten (Getreide) und auf flachgründigen, nährstoffärmeren Böden höher gedüngt werden muß als bei besseren Vorfrüchten (Blattfrüchte) und auf tiefgründigeren, nährstoffreicheren Böden. Selbst bei Sortierung nach gleichen Standorten stellte sich nicht immer der gleiche N-Sollwert von Jahr zu Jahr ein.

N-Sollwert auf gleichem Standort

Jahr	S	L	L	Lö
1975	160	197	165	-
1976	117	240	133	100
1977	160	143	131	174
1978	160	152	113	120
1979	160	140	163	150

Danach scheint auch die Jahreswitterung den Sollwert auf gleichem Standort zu beeinflussen.

Alle bisherigen Diskussionen um N-Düngungssysteme lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß nicht die Alternativen "Messen" oder "Schätzen" wichtig sind, sondern daß nach der Devise verfahren werden sollte "Messen soweit und Schätzen so genau wie möglich". Die Genauigkeit der Schätzung bzw. der Aussage des Computers wird aber um so größer, je exakter die Geschichte des einzelnen Feldschlages bezüglich aller Bewirtschaftungsmaßnahmen, Bodenanalysen und sonstiger Standortverhältnisse vorliegt. Eine sorgfältige Beobachtung der Getreidebestände ist jedoch stets erforderlich als Grundlage für kurzfristige Korrekturen der N-Düngung.

Daß bestimmte Düngungssysteme standortgebunden sind und nicht auf andere Verhältnisse übertragen werden können, zeigen Versuche mit dem Weizenbau-System Schleswig-Holstein in Westfalen. Von Mitgliedern des

Arbeitskreises für Betriebswirtschaft Industriegebiet/Hellweg wurde auf 1 - 3 ha großen Flächen die betriebsübliche Anbaumethode mit diesem System verglichen. Es zeigte sich, daß die hohen Ertragserwartungen, die ein derart intensiver Weizenanbau induziert, nicht erfüllt wurden, obwohl die trockene kühle Frühjahrs- und Frühsommerwitterung des Jahres 1980 in Westfalen positiv für das Anbausystem SH gewesen wäre. Die mit dem Anbausystem SH 1980 in Westfalen durchschnittlich erzielten Erträge von knapp 60 dt/ha Winterweizen werden bereits seit 1973 in guten Ackerbaubetrieben mit geringerem Aufwand, besonders an Stickstoff, erreicht bzw. überschritten. Vor allem die hohen Bestandesdichten von über 600 - 700 Ähren/qm waren in Westfalen nicht vorteilhaft. Statt dessen sind hier 500 - 550 Ähren/qm günstiger und erbringen Spitzenerträge von rund 70 dt/ha. Aufgrund höherer N_{min}-Werte haben sich für Westfalen auch geringere N-Mengen im Frühjahr - verabreicht in Teilgaben - als ausreichend erwiesen. Übernehmenswert dagegen waren Einzelmaßnahmen des Systems SH wie frühe Saat, konsequenter Pflanzenschutz und sortenspezifische Anbautechnik.

Bestandesbegleitende N-Düngung

Gleichgültig ob man mit Meßmethoden arbeitet oder nicht, die Anpassung der N-Düngung an die Bestandesentwicklung hat stets Grundlage der N-Düngung zu sein. Dr. Vollmer, LK Bonn, hat deshalb den Begriff der "bestandesbegleitenden N-Düngung" geprägt. Grundlage hierfür ist die Kenntnis der Ertragsbildung bei Getreide. Der Kornertrag entsteht als Produkt aus

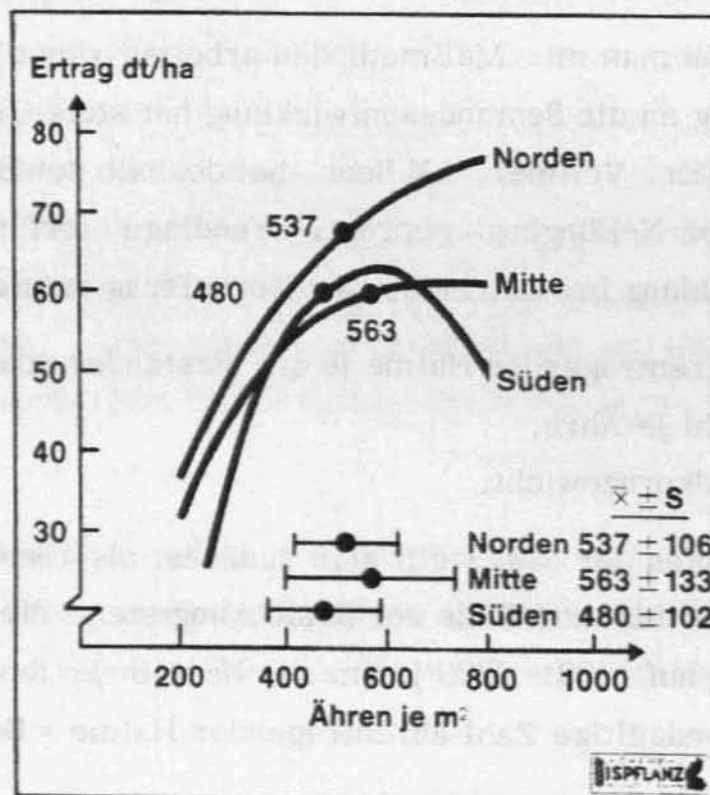
Zahl ährentragender Halme je qm (Bestandesdichte),
Kornzahl je Ähre,
Tausendkorngewicht.

Bei dem Auflaufen der Saat stellt sich zunächst als konstanter Wert die Keimdichte ein. Bis zum Ende der Bestockung steigt die Zahl der Triebe sprunghaft bis auf 1400 - 2000 je qm an. Nach ihrer Reduktion liegt erst zur Blüte die endgültige Zahl ährentragender Halme = Bestandesdichte fest.

Ausreichende Bestandesdichten sind wichtigste Voraussetzung für hohe Getreideerträge. Dieser Ertragsfaktor ist durch Aussaatstärke und gezielte N-Düngung leicht zu beeinflussen. Um das Lager- und Krankheitsrisiko gering zu halten, darf ein Optimum an Bestandesdichte nicht überschritten werden. Dieses Optimum ist je nach Standortbedingungen und Getreidesorte unterschiedlich. Zu hohe Bestandesdichten aufgrund zu großer Aussaatstärken führen im allgemeinen zu verminderter Kornzahl je Ähre. Eine erhöhte Bestandesdichte über gezielte N-Düngung beeinträchtigt dagegen die Kornzahl je Ähre nicht.

Nach einer Auswertung zahlreicher gemeldeter Schlagdaten hat ISPLANZ (Informationsstelle Pflanzenbau Weihenstephan) errechnet, daß das Optimum der Bestandesdichte mit 500 bis über 600 ährentragenden Halmen am höchsten in Norddeutschland liegt. In Süddeutschland dagegen ist der schon bei über 550 Ähren/qm deutlich einsetzende Ertragsabfall wahrscheinlich auf Wassermangel, stärkeren Krankheitsbefall und mehr Lager zurückzuführen. Die Ergebnisse aus der Mitte des Bundesgebietes zeigen ab 550 Ähren/qm keine Beziehungen mehr zum Ertrag (Abb. 5).

Abb. 5: Abhängigkeit des Weizenertes von der Bestandesdichte



Eine betonte N-Gabe zu Vegetationsbeginn bildet über die Förderung der Bestandesdichte somit die Grundlage für hohe Erträge. Zunächst wird die Bestockung verbessert und später die Rückbildung der Nebentriebe abgeschwächt. Nach 59 exakten Feldversuchen stieg z.B. bei Winterweizen die Zahl der ährentragenden Halme je qm von 432 ohne Stickstoffdüngung auf 541 bei 80 kg/ha N.

Einfluß der N-Düngung auf die Ertragskomponenten bei Winterweizen
(59 Versuche 1975 - 77)

kg/ha N			
im Frühjahr	0	40	80
Ähren/m ²	432	494	541
Kornzahl/Ähre	34,5	38,2	39,2
Ertrag dt/ha	46,1	56,4	59,9

Entsprechend erhöht sich der Ertrag. Diese Tendenz gilt für alle Böden und Ertragsbereiche. Eine betonte N-Gabe zu Vegetationsbeginn fördert aber auch die Ausbildung der Bewurzelung, vor allem der Seitenwurzeln, die der Pflanze mehr Halt im Boden geben. Gleichzeitig werden zu dünne Bestände gekräftigt und nachteilige Auswirkungen einer ungünstigen Witterung sowie einer verzögerten Stickstoffmineralisierung im Boden ausgeglichen.

Die Anlage der Ährenstufen = Kornzahl beginnt bereits während der Bestockung. Etwa nach dem ersten Drittel der Schoßphase (2-Knotenstadium) ist dieser Vorgang abgeschlossen. Auch die Kornzahl je Ähre wird schon durch die N-Düngung im zeitigen Frühjahr günstig beeinflusst. In den 59 exakten Feldversuchen erhöhte sie sich von 34,5 auf 40.

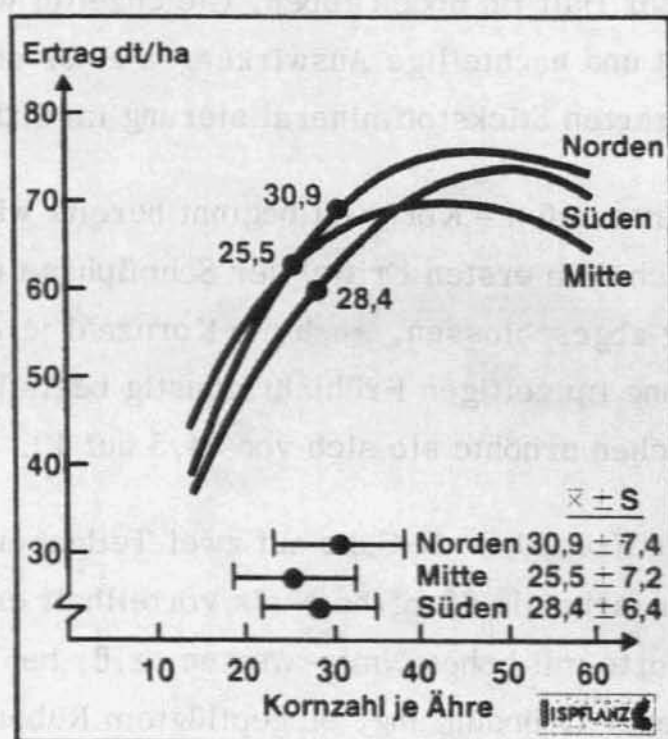
Eine Aufteilung der Frühjahrs-N-Gabe auf zwei Teilgaben hat sich besonders bei insgesamt mehr als 80 kg/ha N als vorteilhaft erwiesen. Gleiches gilt auch für Standorte mit hohen N_{min}-Werten, z.B. bei hohem Humusgehalt, vorangegangener Gründüngung, eingepflügtem Rübenblatt oder Gülle-

gaben im Herbst bzw. Winter. Auf leichten Sandboden werden durch die Gabenteilung N-Verlagerungsverluste vermieden.

Die N-Düngung zu Schoßbeginn kann schwache Bestandesdichten noch verbessern und wirkt besonders durch Minderung der Reduktion von Blüten günstig auf die Kornzahl je Ähre. Diese Stickstoffgabe sollte gegen Ende der Bestockung bis zum Schoßbeginn erfolgen auf nährstoffarmen Böden, bei hohen Niederschlägen, bei schwacher Bestandesentwicklung sowie bei anderen ungünstigen Wachstumsbedingungen, z.B. niedrigen Temperaturen.

Eine weitere Auswertung von ISPLANZ zeigt, daß die Beziehung der Kornzahl/Ähre zum Kornertrag von Weizen im Bereich von 40 - 70 dt/ha und Kornzahlen zwischen 15 und 40 Körnern je Ähre sehr eng ist (Abb. 6). In diesem Bereich führt eine Steigerung der Kornzahl zu einer linearen Erhöhung der Erträge. Jedes Korn mehr erhöht den Ertrag um 1,5 - 2 dt/ha. Oberhalb von 40 Körnern je Ähre sind dagegen kaum noch Ertragssteigerungen möglich. Zwischen Nord, Mitte und Süd bestehen kaum Unterschiede.

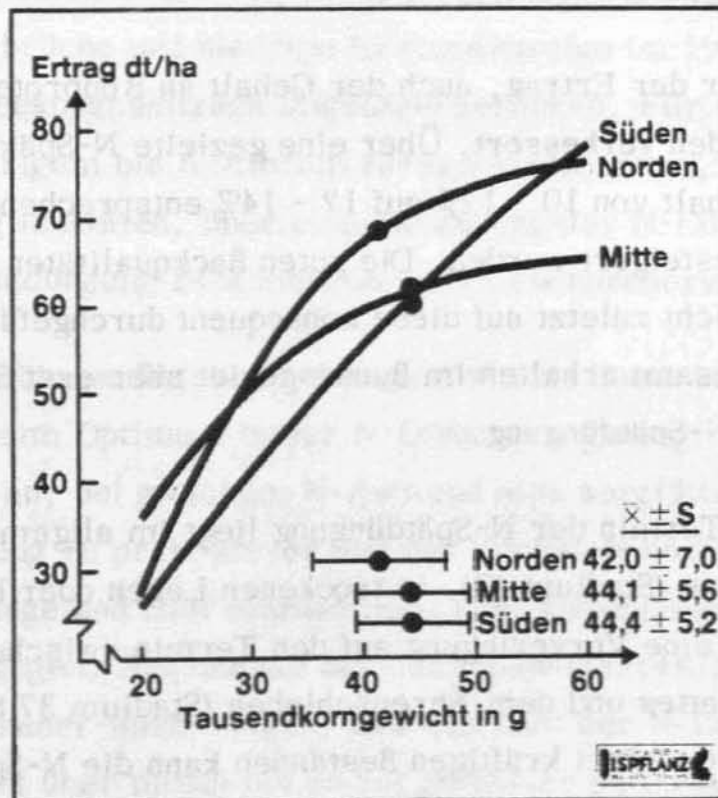
Abb. 6: Abhängigkeit des Weizenertrages von der Kornzahl je Ähre



Das Tausendkorngewicht als dritter Ertragsstrukturfaktor ist vorwiegend sortenbedingt, kann aber durch eine der Ertragserwartungen angemessenen N-Spättdüngung noch positiv beeinflusst werden. Wesentlich ist, daß die Phase der Kornfüllung unterstützt wird. Die N-Spättdüngung und die Bekämpfung von Ährenkrankheiten sind wichtige Maßnahmen hierfür.

Korrelationsrechnungen von ISPLANZ weisen einen sehr starken Einfluß des Tausendkorngewichtes im Bereich von 20 - 40 g auf den Weizenertrag nach (Abb. 7). Jedes g Gewicht mehr bringt 1,5 dt/ha Weizen mehr. Über 50 g jedoch ist eine Ertragssteigerung kaum mehr gegeben. Diese Beziehung ist besonders eng in Norddeutschland.

Abb. 7: Abhängigkeit des Weizenertrages vom Tausendkorngewicht



Die N-Spätdüngung hat das Ziel, die Kornzahl je Ähre und vor allem das Tausendkorngewicht zu fördern. Hierdurch wird der Ertrag bis zu 9 dt/ha erhöht. Dies zeigt sehr deutlich eine Auswertung von ISPLANZ anhand einer Vielzahl von Versuchs- und Schlagkartei-Daten aus dem Weizenbau.

N-Düngung und Weizenertrag

Düngungstermin kg/ha N	zeit. Frühjahr		im Schossen			z. Ährenschieben		
	< 65	> 65	0	< 35	> 35	0	< 65	> 65
Zahl d. Werte	5539	6413	2066	4746	7294	5580	4791	3735
Ertrag dt/ha	65,6	71,0	62,9	72,8	66,0	65,2	65,7	74,4
Ähren/m ²	511	566	537	552	511	547	518	553
Kornzahl/Ähre	31,5	30,8	29,0	31,1	31,1	30,2	31,0	31,4
Tausendkorngewicht	42,4	42,1	41,9	43,5	41,8	41,3	42,0	44,3

Quelle: ISPLANZ, Weihenstephan

Doch nicht nur der Ertrag, auch der Gehalt an Rohprotein sowie die Backfähigkeit werden verbessert. Über eine gezielte N-Spätdüngung kann der Rohproteingehalt von 10 - 12% auf 12 - 14% entsprechend 100 - 150 kg/ha Rohprotein gesteigert werden. Die guten Backqualitäten in Schleswig-Holstein gehen nicht zuletzt auf diese konsequent durchgeführte N-Spätdüngung zurück. Insgesamt erhalten im Bundesgebiet aber erst 50% der Wintergetreideflächen eine N-Spätdüngung.

Der richtige Termin der N-Spätdüngung liegt im allgemeinen zu Beginn des Ährenschiebens (Stadium 49). In trockenen Lagen oder bei trockener Witterung hat sich eine Vorverlegung auf den Termin zwischen dem Erscheinen des letzten Blattes und dem Ährenschieben (Stadium 37 bis 39) bewährt. Auf besseren Böden und bei kräftigen Beständen kann die N-Spätdüngung auch während des Ährenschiebens gestreut werden (Stadium 55). Je nach Ertrags-erwartung werden 40 - 80 kg/ha N verabreicht. Bei hohen N-Gaben ist eine

Aufteilung auf $1/3$ der Gesamtmenge zum Ende des Schossens und $2/3$ nach Beginn des Ährenschiebens angezeigt.

Für in dieser Zeit mehrfach durchgeführte Pflanzenbehandlungs- und Düngungsmaßnahmen sind Fahrgassen ein nicht zu ersetzendes Hilfsmittel. Ihre Anlage ist deshalb heute in gut geführten Betrieben zur Selbstverständlichkeit geworden.

Wirtschaftlichkeit der N-Düngung

Auch in Höchstertragsgebieten ist die N-Düngung und besonders die N-Spät-düngung zum Ährenschieben eine der rentabelsten Düngungsmaßnahmen. Auch nach den unvermeidlichen Preiserhöhungen für stickstoffhaltige Mineraldünger errechnet sich bei den heutigen Getreidepreisen aus den mit Stickstoff erzielten Mehrerträgen nach Abzug der N-Düngungskosten und anderer variabler Spezialkosten eine ansehnliche Steigerung der Deckungsbeiträge. Durch Ertragseinbrüche und niedrige Erzeugerpreise ist 1980 allerdings das Niveau der Deckungsbeiträge allgemein gesunken. Für viele Betriebe, die heute auf niedrigem bis mittlerem Niveau wirtschaften, bestehen aber noch beste Möglichkeiten, über eine Steigerung der N-Düngung und über den Einsatz der N-Spät-düngung Einkommens- und Gewinnreserven zu erschließen.

In hochintensiv geführten Betrieben dagegen ist man heute bereits vielfach der Menge nach beim Optimum in der N-Düngung angelangt. Hier kommt es besonders darauf an, bei gleichem N-Aufwand eine sorgfältige bestandesbegleitende N-Düngung zu praktizieren und den Stickstoff noch exakter und gezielter nach Menge und Zeit einzusetzen. Dies kommt auch ökologischen Überlegungen entgegen. Ergebnisse des Betriebswirtschaftlichen Arbeitskreises Köln-Aachener-Bucht zeigen, daß die Zahl der N-Gaben bei gleicher Menge von schlecht über mittel bis zu gut geführten Betrieben von 3 auf 4, 6 ansteigt.

Bewirtschaftung und Erfolg im Weizenbau

Bewirtschaftung	schlecht	mittel	gut
Zahl der N-Gaben	3	4	4,6
PS DM/ha	75	279	289
var. Spezialkosten DM/ha	1100	1201	1235
Deckungsbeitrag DM/ha	1890	2270	2700

Im Verein mit gezieltem Pflanzenschutz haben sich gleichzeitig auch die Deckungsbeiträge ungleich stärker erhöht als die variablen Spezialkosten.

Streuqualität

Voraussetzung für eine gute Rentabilität ist das gleichmäßige Ausstreuen des Düngers. Bei Stickstoffdüngern sind wegen ihres hohen Wirkungsgrades besondere Anforderungen an die Streufähigkeit zu stellen. Bereits Unregelmäßigkeiten, die mit dem Auge kaum erkennbar sind, mindern den Ertrag und damit die Rentabilität beträchtlich. Eingehende Streuversuche haben gezeigt, daß gerade die Beschaffenheit der Korn-Oberfläche größten Einfluß auf das Streubild hat. Je griffiger die Kornoberfläche ist, desto gleichmäßiger ist die Verteilung des Düngers. Auch bei Einsatz von pneumatischen Streugeräten kann es zu Verklebungen am Verteiler und in den Rohren und damit zu Streufehlern kommen. Nach Feldversuchen können bei höheren linearen Streufehlern von 20 - 30% empfindliche Verluste von 25 - 50 DM/ha - bei Auftreten von Lager auch bis zum 10fachen - die Folge sein. Häufig werden hierdurch die Vorteile des Düngereinkaufs nicht nur kompensiert, sondern es entstehen erhebliche Nachteile.

Stickstoffform

Die Frage der Stickstoffform stellt sich heute nicht mehr so dringend wie

wie früher. Rund 90% aller stickstoffhaltigen Mineraldünger werden z. Z. auf Ammonitratbasis angeboten und verbraucht. Harnstoff hat sich nur dort eingeführt, wo er mit erheblichen Preisvorteilen zwischen 15 und 20% angeboten wird. Das besondere Risiko der Anwendung von Harnstoff liegt in kühlen Frühjahren mit zögernder Erwärmung des Bodens und auf inaktiven leichten Sanden und schweren Lehmen. Hier kann über Harnstoff die N-Versorgung der Getreidepflanzen im Frühjahr so verzögert werden, daß Ertragsminderungen entstehen.

N-Flüssigdüngung

Ammonitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) erlaubt von allen N-Sorten die exakteste Dosierung und die gleichmäßigste Verteilung. Die Ertragswirkung ist gleich gut wie bei Einsatz von Kalkammonsalpeter. Verätzungen an den Blättern werden bei früher Ausbringung meist schon wenige Tage nach Einsetzen der Vegetation überwachsen. Auch bei der Anwendung von AHL nach Schoßbeginn kann jede gewünschte Düngermenge ausgebracht werden, wenn die Ausbringung mit sogenannten Schleppschläuchen erfolgt, die in einem Abstand von 25 cm am Spritzgestänge befestigt sind. Auch die N-Spätdüngung zum Ährenschieben läßt sich auf diese Weise applizieren, ohne daß Verätzungen der Fahnenblätter oder Ähren auftreten. Durch diesen technischen "Kunstgriff" ist die N-Flüssigdüngung ein geschlossenes System geworden, das alle bestandesbegleitenden Düngungen im Betrieb erlaubt.

N-Düngung im Herbst

Wintergetreide benötigt noch im Herbst zur Entwicklung der Bestockungstriebe erhebliche Stickstoffmengen. Auf besseren Böden in gutem Kulturzustand wird hierfür ausreichend pflanzenverfügbare Stickstoff zur Verfügung gestellt. Unter ungünstigen Bedingungen kann es jedoch zu Mangelsituationen kommen. Eine Herbst-N-Gabe von 30 bis 40 kg/ha ist zu emp-

fehlen

bei zu später Saat und bei dünnen Beständen,
bei hohem Getreideanteil in der Fruchtfolge,
auf ärmeren oder untätigen Böden,
bei sonst ungünstigen Wachstumsbedingungen.

Deshalb hat Wintergetreide im Herbst 1980 vielfach eine Herbst-N-Gabe erhalten.

N-Düngung im Frühjahr 1981

Wintergetreide ist zumeist wegen schlechter Witterung spät bestellt worden und steht daher oft zu dünn. Besonders schwere Böden zeigen durch die starken Niederschläge im Herbst und Winter häufig Strukturschäden. Hinzu kommt, daß durch anhaltende Niederschläge während des Winters der verfügbare Stickstoff im Boden in tiefere Schichten verlagert worden ist. Daher muß so zeitig wie möglich mit Stickstoff gedüngt und die erste N-Gabe um etwa 20 kg/ha N höher als sonst bemessen werden. N_{\min} -Werte aus Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Westfalen und Nordbayern sowie die hierauf aufbauenden Aussagen der amtlichen Beratung bestätigen diese Empfehlung.

Wachstumsregulatoren

Eng im Zusammenhang mit der Stickstoffdüngung stehen die Wachstumsregulatoren. Durch Verkürzung der Internodien und/oder durch Verdickung der Halmwände stabilisieren Wachstumsregulatoren den Halm und ermöglichen dem Getreide die ertragssteigernde Ausnutzung erhöhter N-Gaben. Bei Weizen konnte durch Einsatz von CCC die N-Düngung um 30 - 40 kg/ha gesteigert werden. Bei Wintergerste gilt z.B. für Cerone das gleiche, während der N-Aufwand bei Sommergerste um 20 - 30 kg/ha N erhöht werden kann. Die Erträge steigen je nach Wachstumsregulator, Getreideart und Sorte bis zu 22%.

Während bei Weizen schon mehr als 50% der Anbauflächen mit CCC behandelt werden, steht der Einsatz von Wachstumsregulatoren zu Gerste noch am Anfang. Hier empfiehlt sich die Anwendung auf Flächen mit frühem Lagerisiko, in mastigen Beständen und bei hoher Ertragserwartung. In Trockenlagen, nach Trockenperioden und in schwachen Beständen sollte die Anwendung unterbleiben. Die empfohlenen Anwendungsstadien, z.B. bei Cerone vom Erscheinen des letzten Blattes (K bzw. 37) bis zum Grannenspitzen (M bzw. 49), sind unbedingt einzuhalten. Die sortenweise unterschiedlichen Ertragssteigerungen reichen, z.B. bei Cerone, bis zu 22% (Durchschnitt aus 37 Versuchen $4,8 \text{ dt/ha} = 8,5\%$). Nach Herrn Teuteberg bedeuten Wachstumsregulatoren im Gerstenanbau "einen gewaltigen Schritt nach vorn. Ihr Einsatz ermöglicht auch bei Wintergerste erstmalig das Erreichen von 10 t/ha Kornertrag".

Verbesserte Getreidesorten - neue Wege in der Getreidezüchtung

von Prof. Dr. Gerhard Fischbeck, Inhaber des Lehrstuhls für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung am Institut für landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzenbau der Technischen Universität München, Weihenstephan

Einleitung

Züchterische Anstrengungen zur Verbesserung des Leistungspotentials unserer Kulturpflanzen erfordern in aller Regel ein über viele Jahre konsequent durchgeführtes Zuchtprogramm. Dies trifft auch für die Getreidezüchtung zu. So sind z.B. neue Zuchtsorten aus Kreuzungen, welche im Jahre 1980 durchgeführt wurden, etwa im Jahre 1995 zu erwarten und die Ursprungskreuzungen für heute erfolgreiche und weit verbreitete Sorten gehen nicht selten in die 50er Jahre zurück.

Das Ergebnis züchterischer Arbeit entwickelt sich aus einer Vielzahl von Selektionsschritten, die unter geeigneten Prüfungsbedingungen zu ermitteln sind. Die daraus entwickelten neuen Sorten sind aber weniger durch absolut höhere Leistungen, sondern vielmehr durch eine konsequent verbesserte Anpassung an die Erfordernisse der landwirtschaftlichen Praxis gekennzeichnet. Die verbesserte Anpassung kann sich dabei auf besondere Standortbedingungen beziehen, sehr häufig die in stetigem Fluß befindlichen Anbauverfahren betreffen, sich aber ebenso auf die Widerstandsfähigkeit gegen vorherrschende Krankheiten und schließlich auch auf besondere Qualitätsanforderungen an das Erntegut erstrecken.

Die erste Tabelle vermittelt eine Vorstellung von den Komponenten des züchterischen Ertragsfortschrittes im Getreidebau. Durch glückliche Umstände konnten wenige Hafer- und Gerstenkörner aus Getreideproben, die in den Grundstein des 1831 erbauten Nürnberger Stadttheaters eingelegt waren, in den 50er Jahren dieses Jahrhunderts nochmals zum Keimen gebracht werden (Aufhammer u. Fischbeck 1964). Leistungsvergleiche zwischen dem

Ertragsunterschiede zwischen Zuchtsorten
und ungezüchteten Landsorten*

	Korn- ertrag (Feld- versuche)	davon zurückzuführen auf Assimi- lations- leistung	Korn : Stroh- Verh.	Stand- festig- keit
S.Gerste	52 %	6.2 %	7.0 %	39.0 %
Hafer	49 %	4.7 %	12.3 %	32.0 %

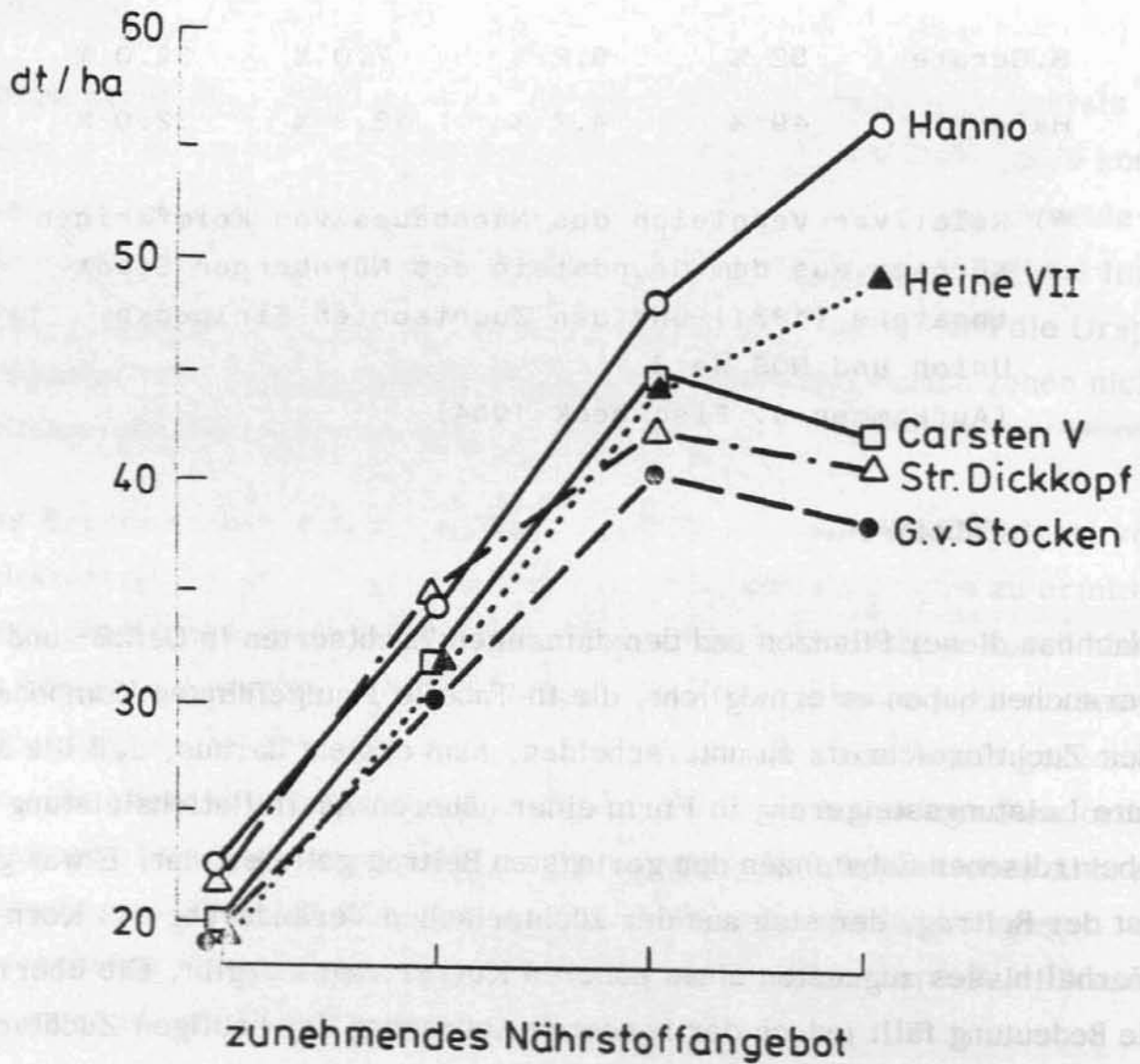
*) Relativer Vergleich des Nachbaues von keimfähigen Körnern aus dem Grundstein des Nürnberger Stadttheaters (1831) und den Zuchtsorten Firlbecks Union und NOS Weiß (Aufhammer u. Fischbeck 1964)

Tabelle 1

Nachbau dieser Pflanzen und den damaligen Zuchtsorten in Gefäß- und Feldversuchen haben es ermöglicht, die in Tabelle 1 aufgeführten Komponenten des Zuchtfortschritts zu unterscheiden. Man ersieht daraus, daß die absolute Leistungssteigerung in Form einer höheren Assimilationsleistung an oberirdischen Substanzen den geringsten Beitrag geliefert hat. Etwas größer ist der Beitrag, der sich aus der züchterischen Veränderung des Korn-Stroh-Verhältnisses zugunsten eines höheren Kornertrages ergibt. Die überragende Bedeutung fällt jedoch der besseren Anpassung der heutigen Zuchtsorten an die inzwischen ganz wesentlich veränderten Wachstumsbedingungen zu.

In Abbildung 1 ist dargestellt, wie sich ältere und neuere Weizensorten, die im Verlauf mehrerer Jahrzehnte in einem statischen Dauerdüngungsversuch auf dem Versuchsgut Dikopshof der Universität Bonn zum Anbau kamen, im direkten Vergleichsanbau mit zunehmender Düngung verhalten haben.

KORNERTRAG ÄLTERER UND NEUERER ZUCHTSORTEN
VON WINTERWEIZEN BEI ZUNEHMENDEM NÄHRSTOFFFANGEBOT
(DAUERDÜNGUNGSVERSUCH DIKOPSHOF, 1969 UND 1970)



JÜNGERE SORTEN: HEINE VII, HANNO

ÄLTERE SORTEN: STRUBES DICKKOPF, GENERAL VON STOCKEN,
CARSTEN V.

Abb. 1

Ohne mineralische Düngung wurde mit den neueren Zuchtsorten keine höheren aber auch kein geringfügigerer Kornerttrag erzielt als mit den ältesten Sorten dieser Serie. Der Leistungsunterschied wird erst bei stark verbesserter Nährstoffversorgung deutlich, wobei die ältesten Zuchtsorten hauptsächlich wegen Lagerbildung schließlich Ertragsdepressionen erleiden, während mit den neueren Sorten weitere Ertragssteigerungen erzielt werden konnten. Dieses Beispiel zeigt besonders deutlich die Verknüpfung von Züchtungsfortschritten und den Wirkungen der allgemein fortschreitenden Anbautechnik.

Professor Schuster (1981) von der Universität Gießen hat unter Verwendung aller Wertprüfungen des Bundessortenamtes in den Jahren zwischen 1952 bis 1979 mit Hilfe des Leistungsvergleiches zwischen den jeweiligen Standardsorten und den Neuzuchten den Versuch unternommen, den Züchtungsanteil am Ertragsfortschritt zu berechnen. Er ist dabei zu den in Tabelle 2 dargestellten vorläufigen Ergebnissen gekommen. Danach darf angenommen werden, daß etwa 20 bis 40% der in den letzten 3 Jahrzehnten erzielten Ertragsfortschritte auf die Verwendung neuerer, verbesserter Getreidesorten zurückgeht. Eine Sonderstellung nimmt dabei die Züchtung des fremdbefruchtenden Roggens ein, bei der bislang Neu- und Erhaltungszüchtung nahezu identisch waren, so daß der züchterische Fortschritt sich der Berechnung durch die von Herrn Schuster angewandte Methode entzieht.

Will man das Wesen des Zuchtfortschritts vollständig erfassen, muß man sich darüber hinaus auch noch mit dem Schicksal bekannter Sorten nach ihrer Zulassung beschäftigen. Zu diesem Zweck ist in Abbildung 2 und 3 die Bewertung verschiedener Leistungsmerkmale der Sorten Jubilar, Kranich und Benno im Vergleich zur heutigen Standardsorte Caribo aus den "Beschreibenden Sortenlisten" des Bundessortenamtes der Jahre 1972 bis 1980 gegenübergestellt.

URSACHEN DER STEIGERUNG DES KORNERTRAGES DER HAUPTGETREIDEARTEN
IN DEN WERTPRÜFUNGEN DES BUNDESSORTENAMTES 1952 - 1979

(VORLÄUFIGE BERECHNUNGEN VON W. SCHUSTER)

	GESAMT KG/HA/JAHR	DAVON ENTFÄLLT AUF ANBAU- TECHNIK	ZÜCHTUNGS- FORTSCHRITT
WINTERWEIZEN	100	60	40
WINTERGERSTE	102	78	24
WINTERROGGEN	73	73	0
SOMMERWEIZEN	85	57	28
SOMMERGERSTE	65	41	25
HAFER	58	35	23

Tabelle 2

Man erkennt dabei eine gewisse Sonderstellung der Sorte Caribo, insbesondere im Hinblick auf die Ertragstreue. Weiterhin läßt sich entnehmen, daß die Sorte Kranich während des hier betrachteten Zeitraumes in drastisch zunehmender Weise von Gelbrost befallen wurde und in Verbindung mit der ebenfalls relativ hohen Anfälligkeit gegen Spelzenbräune daraus ihr Leistungsabfall erklärlich wird. Ähnliches trifft zu für die rasch verminderte Mehltaresistenz der Sorte Benno in Verbindung mit der ebenfalls zunehmenden Anfälligkeit gegen Spelzenbräune. Andererseits hat sich das Verhältnis der verschiedenen Leistungsmerkmale zwischen Caribo und Jubilar über den hier erfaßten Zeitraum nur wenig verändert; trotzdem ist die Kornertragsleistung von Jubilar gegenüber Caribo besonders im Verlauf der letzten Jahre deutlich zurückgegangen.

KORNERTRAG

9	C							
-8		K	K					
-7	JK	C	C	CK	K	C	C	
-6		J	J		C	CK		
-5				J	J	J	K	
-4						J	JK	

SPELZENBRÄUNE

3	C	C	C	C				
-4	J			C	C	C	C	
-5		JK	J	J	J	J	J	J
-6	K		K	K	K	K	K	K
-7								

LAGERNEIGUNG

2	CK	CK	CK	K				
-3	J			C	K	K	K	K
-4				C	C			
-5		J	J				C	C
-6				J	J		J	
-7						J	J	

CERCOSPORELLA

2								
-3		CK	C					
-4			K	CK	CK	C	C	
-5		J	J	J	J		K	CK
-6						J	J	J
-7								

MEHLTAU

2	K	K	K	K				
-3					K	K	K	K
-4	J							
-5		J	J	J				
-6	C				J	J	J	J
-7		C	C	C				
-8					C	C	C	C

OPHIOBULUS

3								
-4		CK	CK	CK	CK	CK	C	
-5							K	CK
-6		J	J	J	J	J		
-7							J	J
-8								

GELBROST

-3	CK							
-4	J	CJK	CJ	CJ	CJ	C	C	C
-5					J	J	J	
-6		K	K	K				
-7					K			
-8						K	K	
	72	74	75	76	77	78	79	80

BRAUNROST

3									
-4									
-5		J	J	J	J				
-6		CK	CK	CK	CK	JK	J	J	
-7							C	CK	CK
	72	74	75	76	77	78	79	80	

LEISTUNGSMERKMALE DER SORTEN CARIBO (C), JUBILAR (J) UND KRANICH (K) IN DEN "BESCHREIBENDEN SORTENLISTEN" 1972-1980

Abb. 2

KORNERTRAG

9	B	B					
8			B				
7	C	C	C	B		C	C
6				C	CB	B	B
5							

SPELZENBRÄUNE

3	C	C	C				
4				C	C	C	C
5	B	B	B	B			
6					B		
7						B	B

LAGERNEIGUNG

2	C	C					
3			C				
4	B	B	B	CB	CB	B	
5						C	CB

CERCOSPORELLA

3	C	C					
4			C	C	C	C	
5	B	B	B	B	B	B	CB
6							
7							

MEHLTAU

3	B	B	B				
4				B			
5							
6					B		
7	C	C	C			B	B
8				C	C	C	C

OPHIOBULUS

3							
4	CB	CB	CB	CB	CB	C	
5						B	CB
6							
7							

GELBROST

3							B
4	CB	CB	CB	CB	CB	CB	C
5							
6							
7							

BRAUNROST

3	B	B	B	B	B	B	B
4							
5							
6	C	C	C	C			
7						C	C

74 75 76 77 78 79 80

74 75 76 77 78 79 80

LEISTUNGSMERKMALE DER SORTEN CARIBO (C) UND BENNO (B) IN DEN
"BESCHREIBENDEN SORTENLISTEN" 1974-1980

Abb. 3

Diese Beispiele verdeutlichen, daß man es auch bei Zuchtsorten noch immer mit lebenden Wesen zu tun hat, deren Reaktion auf künftige Situationen nicht immer genau vorhergesagt werden kann und die ein sehr unterschiedliches Lebensalter erreichen. Trotz aller züchterischer Anstrengungen ist es nicht immer möglich, die vorteilhafte Kombination von Leistungseigenschaften eines neuen Zuchtstammes, so wie er sich in den Zuchtgärten präsentiert hat, auch bei stärkerem Anbau der daraus entstandenen Sorte aufrecht zu erhalten. Dies gilt insonderheit im Hinblick auf die vielfältig anpassungsfähigen Krankheitserreger.

Mit diesen einleitenden Bemerkungen zum Verständnis des Zuchtfortschrittes sollen nunmehr

Verbesserte Getreidesorten

im heutigen Sortiment betrachtet werden.

Zu diesem Zweck wurden in den folgenden Tabellen wiederum die Bewertungen wichtiger Leistungseigenschaften in den "Beschreibenden Sortenlisten" des Bundessortenamtes herangezogen. In diesen Listen werden die einzelnen Merkmale in 9 Bewertungsklassen aufgeteilt, wobei die Ziffer 1 eine sehr geringe, die Ziffer 9 eine sehr starke Ausprägung des betreffenden Merkmals kennzeichnet. Zur Feststellung dieser Merkmale werden alle in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführten amtlichen Sortenversuche herangezogen, beginnend mit der Wertprüfung und fortgesetzt in den Landessortenversuchen. Die Einstufung orientiert sich jeweils am Mittelwert des vorhandenen Sortimentes und nicht ab absoluten Maßstäben. Für den Kornertrag wurden alle Einstufungen seit dem Jahre 1972 herangezogen, um den vorher dargelegten Gesichtspunkten Rechnung zu tragen. Die übrigen Leistungsmerkmale beziehen sich jeweils auf die Angaben in der "Beschreibenden Sortenliste" des Jahres 1980. Schließlich werden noch die im Jahre 1980 angemeldeten Vermehrungsflächen aufgeführt, wobei ein Plus bzw. ein Minus hinter diesen Zahlen andeutet, daß im Vergleich zum Vorjahr (1979) eine entsprechende Erhöhung bzw. Verminderung der Vermehrungsfläche um mehr als

200 Hektar eingetreten ist.

Das in den Tabellen aufgeführte Sortiment ist nicht vollständig, sondern berücksichtigt nur diejenigen Sorten, die mit deutlich höherem Ertragsniveau als die jeweiligen Standardsorten in die Sortenliste aufgenommen wurden oder andere besonders herausragende Merkmale (z.B. Qualitätseigenschaften) besitzen.

Betrachten wir danach das Sortiment der Winterweizensorten, so ergibt sich, daß noch immer keine Sorte vorhanden ist, die die Ertragsleistung der Sorte Caribo im Bundesdurchschnitt sicher übertrifft, wenn man von einigen noch sehr jungen Sorten absieht, deren Bewährungsprobe aber noch aussteht. Es ist ferner zu erkennen, daß sich sehr kurzstrohige Sorten kaum durchsetzen können, zumal auch mittellange bis sogar überdurchschnittlich hohe Sorten eine recht gute Standfestigkeit erreichen. In der Spalte für Krankheiten ist die Summe der Bewertung für 6 verschiedene Krankheiten zusammengezogen, in der folgenden Spalte die Differenz zwischen den Einzelbewertungen angegeben. Besonders niedrige Summenwerte deuten daher eine allgemein hohe Widerstandsfähigkeit gegen Krankheit an. Wenn noch dazu die Differenz der Bewertung nicht über 2 hinausgeht, ist das Verhalten der Sorte gegenüber den verschiedenen Krankheiten relativ einheitlich. Man erkennt danach, daß mit Ausnahme der Sorte Maris Huntsman nur sehr junge Sorten eine deutlich bessere Gesundheit als die Standardsorten besitzen, die aber in keinem Fall gegenüber allen Krankheiten gültig ist. Die Angaben über die Qualität des Winterweizensortimentes lassen erkennen, daß die Verbreitung von Sorten mit T- Qualität sehr stark zurückgegangen ist. Unter den neu zugelassenen Sorten treten keine T- Qualitäten mehr auf; allerdings sind auch nur selten A-Qualitäten darin enthalten. Unter den Sorten mit besonders hoher Vermehrungsfläche haben im letzten Jahr die Sorten Caribo, Disponent, Ikapi und Götz weiter an Vermehrungsfläche zugenommen, während bei der Sorte Vuka bereits ein Rückgang eingetreten ist.

Bewertung wichtiger Leistungseigenschaften von Winterweizensorten in der "Beschreibenden Sortenliste"

Zul. Jhr.	Sorte	K o r n e r t r a g								1	2	3	4	5	6	7
		72	74	75	76	77	78	79	80	W	L	SKr(6)	D	Qu	A	V
61	Jubilar	7	6	6	5	5	5	4	4	6	7	35	2	B I	4	1085
66	Diplomat	7	6	6	5	5	5	4	3	5	7	32	2	A II Q+	7	1639
69	Kranich	7	8	8	7	7	6	5	4	4	3	34	5	B II T-	5	84
68	Caribo	9	7	7	7	6	6	7	7	7	5	32	4	B I	4	7815
73	Benno		9	9	8	7	6	6	6	6	5	30	4	B I T-	5	-
	Kormoran		7	7	6	6	6	5	4	6	7	28	1	A II Q	5	1261
	Saturn		8	7	6	6	6	6	5	3	3	38	3	B II	6	242
75	Clement			8	7	8	7	6	5	4	5	34	2	C/T-	4	-
	Carimulti				9	8	7	7	6	6	5	27	4	B II	4	1748
	Disponent				9	8	7	7	7	4	4	29	3	A II Q	5	6506
	M.Huntsman				9	8	8	7	7	6	8	24	3	C/T-	8	2047
	Vuka				8	8	7	7	6	7	6	31	3	A II	5	4416
	Monopol				5	5	5	4	4	5	4	41	2	A I Q+	3	975
	Nimbus				7	6	6	5	5	4	4	33	4	B I	4	807
77	Cariplus					8	8	6	6	6	5	31	2	B I	4	640
78	Götz						8	7	7	3	3	32	1	B II	4	2286
	Okapi							7	8	7	5	29	2	B I	5	3755
	Kobold							6	5	2	4	35	3	B I	5	442
79	Aquila							8	7	5	4	27	2	B II	5	751
	Armada							8	7	3	3	25	3	B II	4	161
80	Granada								8	4	2	24	3	B I	4	158
	Isidor								8	5	4	30	3	B I	5	22
	Marksman								8	1	1	21	4	B II	6	199

1 = Wuchshöhe; 2 = Lager; 3 = Summe der Krankheiten (6); 4 = maximale Differenz der Einzelbewertungen; 5 = Qualität; 6 = Auswuchs; 7 = Vermehrungsfläche 1980.

Tab. 3

Bei Wintergerste (Tabelle 4) sind im Vergleich mit den älteren Standardsorten deutlichere Fortschritte in der Verbesserung der Ertragsfähigkeit festzustellen. Dies gilt insbesondere, wenn man den Ertrag an Marktware berücksichtigt. Allerdings wird die Winterhärte der Standardsorte Dura noch von keiner Neuzucht übertroffen und nur von einer neueren Sorte erreicht. Die Strohlänge hat sich bei den mehrzeiligen Sorten nur in Ausnahmefällen deutlich verringert, bei den zweizeiligen ist allgemein ein kürzeres Stroh vorhanden. Besonders wichtig erscheinen die in jüngster Zeit erreichten Verbesserungen in der Standfestigkeit, wobei einzelne mehrzeilige Sorten inzwischen den zweizeiligen Sorten sehr nahekommen. Sieht man von der besonders kleinährigen Sorte Ogra ab, ist es bei mehrzeiligen Sorten erst in jüngster Zeit gelungen, die Festigkeit gegen Halm- und Ährenknicken der alten Standardsorte Dura zu erreichen. Auch die Gesundheit dieser altbewährten Sorte wird von neueren Sorten nur zum Teil erreicht, nicht aber übertroffen. Unter den Sorten mit der größten Vermehrungsfläche werden für Igri und Gerbel weitere Zunahmen, für Sonja unverändert hohe und für Dura mit Birgit rückläufige Vermehrungsflächen angezeigt.

Bei Winterroggen (Tabelle 5) sind im Hinblick auf die bereits erwähnten zuchtmethodischen Besonderheiten nur relativ geringe Veränderungen im Sortiment aufgetreten. Unter den neuesten Sorten fällt auf, daß dort deutliche Fortschritte in der Standfestigkeit erzielt werden konnten, die jedoch nur teilweise mit einer kürzeren Strohlänge parallel geht. Die Vermehrungsfläche der altbekannten Standardsorten geht sehr rasch zurück, da beide Sorten mit dem Ende dieses Jahres ihren Sortenschutz verlieren. Besonders deutlich ist zu erkennen, daß an die Stelle der Sorte Kustro die neuere Sorte Halo in den Markt eingeführt wird.

Im Sommerweizensortiment (Tabelle 6) fällt den Sorten mit Spitzenqualität (A II Q+) nach wie vor die größte Bedeutung zu. Es ist nicht zu erkennen, ob die etwas ertragsstärkeren, aber weniger gut eingestuften Sorten sie von diesem Platz verdrängen können. Die ersten in der Bundesrepublik Deutsch-

Bewertung wichtiger Leistungseigenschaften von Wintergerstensorten in der "Beschreibenden
Sortenliste"

Zul. Jhr.	Sorte	K o r n e r t r a g / M a r k t w a r e								1	2	3	4	5	6	7	8
		72	74	75	76	77	78	79	80	Wi	W	L	H	Ä	SKr(4)	D	V
<hr/>																	
<u>mehrzeilig</u>																	
61	Dura	7	6/5	6/5	5/5	5/5	5/5	4/5	4/5	4	7	7	4	3	17	2	3125
64	Dunja	8	6/5	6/5	6/5	6/5	5/5	5/5	5/5	5	6	6	5	6	20	2	612
65	V.Gold	9	7/6	7/6	7/6	6/6	6/5	6/5	5/5	5	4	5	7	6	24	3	1418
72	Majo		7/7	7/7	6/7	5/7	5/7	5/7	5/7	5	5	6	7	6	22	2	303
74	Barbo		9/7	8/7	8/7	7/7	6/7	6/7	6/7	5	6	7	6	6	20*	2	75
	Doris		6/6	7/6	7/6	7/6	6/5	6/5	5/5	5	7	6	7	5	18	3	1136
	Ogra			7/2	6/2	6/2	6/2	5/2	4/2	5	5	6	3	2	17*	2	822
76	Banteng				8/7	8/7	6/7	6/7	6/7	4	5	8	7	5	16	2	896
	Birgit				8/7	8/7	7/7	7/6	6/6	6	6	7	6	7	17*	1	2762
78	Mammut						8/7	7/7	7/7	6	5	3	4	5	21	2	1930
	Gerbel						7/8	7/8	7/8	5	3	4	5	5	23	1	5315
80	Freya							7/8		5	6	5	4	4			1
	Tapir							7/8		5	6	4	4	3			1.5
<u>zweizeilig</u>																	
73	Sonja		5/6	5/7	5/7	5/7	5/7	4/7	4/7	5	4	3	4	5	16	2	5064
76	Igri				6/7	6/7	5/7	5/7	5/7	5	2	2	3	4	21	3	8013

1 = Auswinterung; 2 = Wuchshöhe; 3 = Lager; 4 = Halmknicken; 5 = Ährenknicken; 6 = Summe der Krankheiten; 7 = maximale Differenz der Einzelbewertungen; 8 = Vermehrungsfläche 1980;

* = gering anfällig gegen Gelbmosaik-Virus.

Tab. 4

Bewertung wichtiger Leistungseigenschaften von Winterroggensorten
in der "Beschreibenden Sortenliste"

Zul. Jhr.	Sorte	1 E	2 W	3 L	4 A	5 SKr(3)	6 D	7 V
	Kustro	6	5	5	5	13	1	3001
	Carokurz	4	4	5	7	17	3	2120
1977	Halo	7	4	5	5	13	1	9834
1978	Carogold	4	5	6	6	17	1	234
1980	Danko	7	6	3	-	14	1	53
	Teku	6	3	2	-	16	2	

1 = Kornenertrag; 2 = Wuchshöhe; 3 = Lager; 4 = Auswuchs; 5 = Summe der Krankheiten (3); 6 = maximale Differenz der Einzelbewertungen; 7 = Vermehrungsfläche 1981.

Tab. 5

land zugelassenen Durum-Sorten zeigen allgemein niedrige Kornenerträge, deren Niveau sich wenig unterscheidet, jedoch deutliche Unterschiede in der Wuchslänge, ohne daß damit entsprechende Änderungen in der Standfestigkeit verbunden wären.

Bewertung wichtiger Leistungseigenschaften von Sommerweizensorten in der "Beschreibenden Sortenliste"

Zul. Jhr.	Sorte	1		3	4		5	6		7	8
		E	W	L	SKr(7)	D	Qu	A	V		
66	Kolibri	4	7	6	39	3	A II Q+	5	888		
67	Janus	5	6	6	35	3	A II Q	4	63		
75	Selpek	6	7	4	34	2	A II Q+	4	964		
76	Arkas	6	3	5	40	2	A II Q	6	718		
77	Famos	7	3	4	33	1	A II Q	4	373		
	Schirokko	6	5	5	36	2	A II Q+	4	1495		
79	Turbo	7	5	5	35	2	A II Q	5	275		
80	Ralle	8	8	6	-	-	A II Q	5	163		
	Taifun	7	3	4	-	-	A II Q	6	5		
Durum											
	Agathe	1	8	7				5			
	Grandur	2	6	8				5			
	Jakob	1	3	6				5			
	Miradur	2	7	7				4			

1 = Ertrag; 2 = Wuchshöhe; 3 = Lager; 4 = Summe der Krankheiten (7);
 5 = maximale Differenz der Einzelbewertungen; 6 = Qualität; 7 = Auswuchs; 8 = Vermehrungsfläche 1981.

Tab. 6

Im Sommergerstensortiment (Tabelle 7) hat die Ertragsfähigkeit der gut braufähigen Standardsorten in den letzten Jahren wegen ihrer stark zunehmenden Krankheitsanfälligkeit deutlich nachgelassen. Wenngleich Kombinationen von höherem Ertragsniveau mit verbesserter Standfestigkeit und guter Gesundheit bei den in der Qualität weniger hoch bewerteten Neuzuchten erreicht wurden, muß sich die bei einigen neueren Sorten erkennbare Verbindung dieser Leistungswerte mit den hohen Qualitätseigenschaften der früheren Standardsorten erst noch bestätigen. Unter den Sorten mit größeren Vermehrungsflächen zeigen Aramir und Carina eine rückläufige Tendenz, während bei Aura, Europa, Georgie und Harry deutliche Zunahmen festzustellen waren.

Im Hafersortiment (Tabelle 8) ist mit Ausnahme der älteren Sorten ein recht einheitliches Ertragsniveau vorhanden und noch nicht deutlich zu erkennen, ob es weiter gesteigert werden konnte. Die Wuchslänge hat sich gegenüber den Standardsorten kaum verändert; in einigen Fällen konnte jedoch eine bemerkenswerte Verbesserung der Standfestigkeit erreicht werden. Unter den bisher führenden Sorten haben Erbgraf und Flämingsnova ihre Vermehrungsflächen gehalten, während sie bei Pirol zurückgegangen ist. Eine Zunahme ist lediglich bei den Sorten Gambo und Alfred festzustellen.

Diese Übersichten orientieren sich an den Angaben der Beschreibenden Sortenliste, die - wie bereits erwähnt - alle in der Bundesrepublik durchgeführten Versuche berücksichtigt. Dabei müssen regionale Differenzierungen natürlich zurücktreten. Hierfür kann man sich an den jeweiligen Landessortenversuchen orientieren, die jedoch in keinem Fall das gesamte Sortiment an Zuchtsorten berücksichtigen können. Ein Beispiel vermittelt die Abbildung 4 mit den Ergebnissen der Landessortenversuche mit Winterweizen in Bayern für die Zeit von 1974 bis 1980. Der Durchschnitt der Standardsorte Caribo für diesen Zeitraum lag bei 68,3 dt/ha; die jährlichen relativen Schwankungen bezogen auf diesen Mittelwert sind in der stark durchgezogenen Linie gekennzeichnet. Setzt man nun den Jahresdurchschnitt der Sorte Caribo je-

Bewertung wichtiger Leistungseigenschaften von Sommergerstensorten in der "Beschreibenden
Sortenliste"

Zul. Jhr.	Sorte	K o r n e r t r a g								1		2	3	4	5	6	7	8	9
		72	74	75	76	77	78	79	80	VG	Extr.	W	L	H	Ä	SKr(4)	D	V	
68	Villa	7	5	4	4	4	4	4	3	7	7	7	6	6	7	23	3	485	
71	Carina	7	5	5	5	5	4	4	4	6	7	5	6	7	7	25	2	2667	
73	Multum		6	6	6	5	5	5	5	8	4	5	5	6	5	21	1	750	
74	Aramir		8	8	8	8	7	7	6	7	6	5	4	3	7	17	1	4181	
75	Aura			6	6	6	6	5	5	7	7	6	6	6	7	22	1	3141	
	Claudia			9	8	7	5	5	5	4	4	3	3	4	3	19	1	208	
77	Georgie					9	7	7	6	7	4	4	5	4	4	19	1	1186	
	Welam					9	7	6	5	6	5	5	6	5	4	21	3	19	
	Trumpf						6	6	6	5	7	4	2	3	4	19	3	202	
78	Europa						8	7	7	7	6	4	6	5	5	16	2	1715	
	Harry						8	7	7	7	6	5	5	4	5	23	4	1102	
79	Evelyn							8	6	7	4	5	5	5	3	20	0	182	
80	Luna								7	7	7	5	5	5	7	18	1	64	
	Steina								7	7	7	6	5	4	4	19	1	179	

1 = Vollgerstenanteil; 2 = Extraktgehalt; 3 = Wuchshöhe; 4 = Lager; 5 = Halmknicken; 6 = Ährenknicken; 7 = Summe der Krankheiten (4); 8 = maximale Differenz der Einzelbewertungen; 9 = Vermehrungsfläche 1980.

Tab. 7

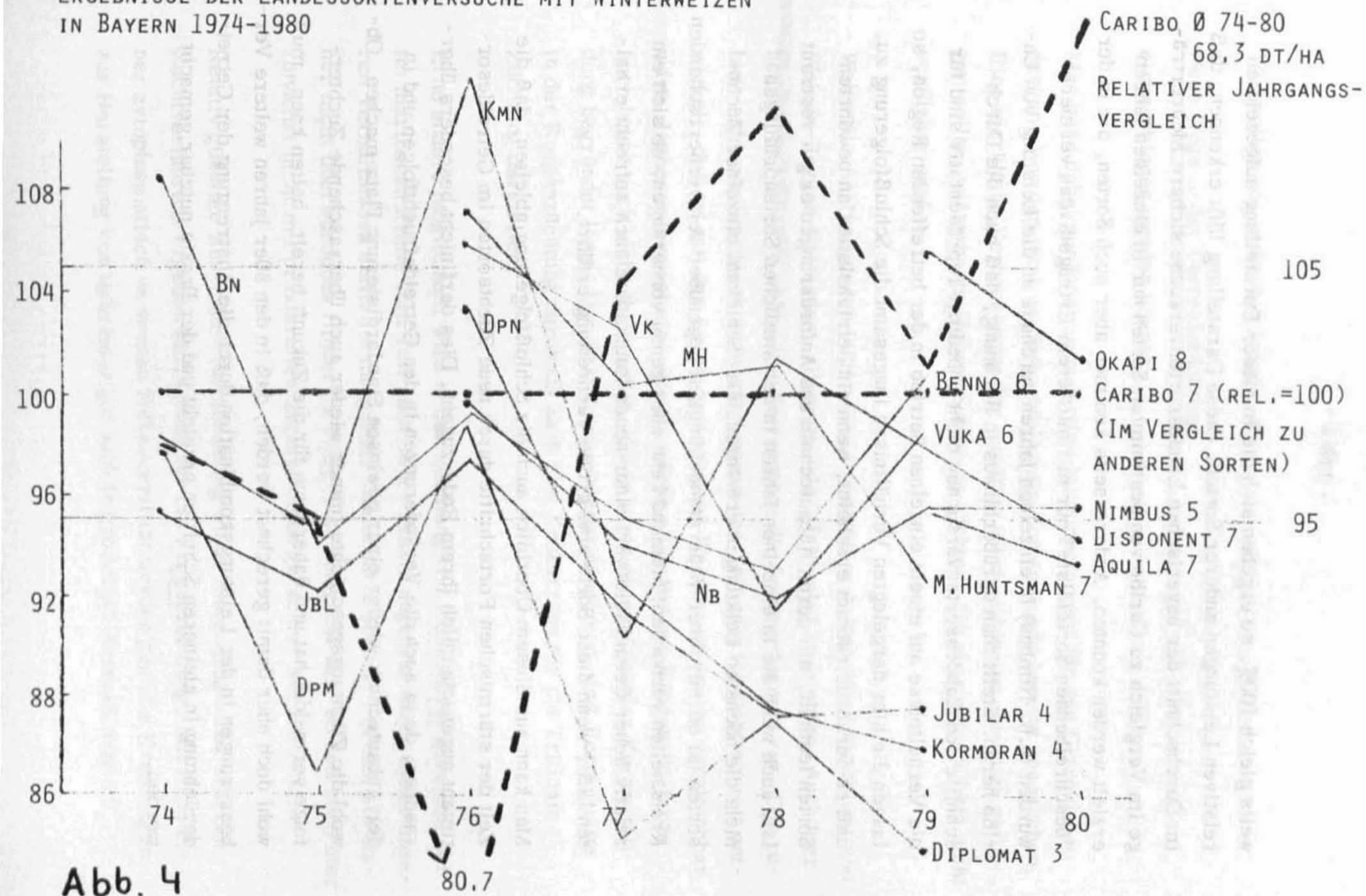
Bewertung wichtiger Leistungseigenschaften von Hafersorten in der "Beschreibenden Sortenliste"

Zul. Jhr.	Sorte	K o r n e r t r a g								1	2	3	4	5
		72	74	75	76	77	78	79	80	W	L	R	S	V
59	Flämingskrone	6	5	4	4	4	4	3	3	6	6	5	3	1122
64	Marino	7	6	6	5	5	5	4	4	5	5	5	5	76
67	Arnold	7	7	7	6	5	4	4	4	7	5	5	5	178
	Tiger	8	6	5	5	5	5	5	4	4	4	6	6	377
71	Borrus	8	7	7	7	7	7	6	6	7	7	5	5	1070
	Erbgraf	8	7	7	6	6	6	6	6	4	6	4	4	3872
	Flämingsstern	7	7	7	6	6	6	5	4	7	5	5	5	142
72	Leanda		8	8	8	7	6	6	6	5	4	6	5	1114
73	Selma		8	8	8	7	6	6	6	6	5	6	3	933
76	Flämingsnova				7	6	6	5	5	4	6	4	5	2830
	Pirol					8	7	7	6	4	3	5	3	3078
77	Gambo					7	7		6	5	4	5	6	1661
79	Nestor							7	7	5	4	5	5	171
80	Alfred								8	6	5	6	5	654
	Calvin								6	4	2	6	7	5

1 = Wuchshöhe; 2 = Lager; 3 = Reife; 4 = Spelzenanteil; 5 = Vermehrungsfläche 1981.

Tab. 8

ERGEBNISSE DER LANDESSORTENVERSUCHE MIT WINTERWEIZEN
IN BAYERN 1974-1980



weils gleich 100%, so ergeben sich die in dieser Darstellung aufgezeigten relativen Leistungen anderer Sorten. Diese Darstellung läßt erkennen, daß im Durchschnitt der bayerischen Landessortenversuche sichere Mehrerträge im Vergleich zu Caribo von bestimmten Sorten nur in einzelnen Jahren erzielt werden konnten. Andererseits kommen aber auch Sorten, die in der "Beschreibenden Sortenliste" nur mit mittlerem Ertragsniveau vermerkt wurden (z.B. Nimbus) in einzelnen Jahren durchaus an die Leistung von Caribo heran. Stellt man darüberhinaus in Rechnung, daß auch die Durchschnitte von Landessortenversuchen nicht unbedingt repräsentativ sind für die Verhältnisse auf einem einzelnen Betrieb in der betreffenden Region, so lassen die hier dargelegten Verhältnisse insgesamt die Schlußfolgerung zu, daß es durchaus ratsam erscheint, wenn ein Betriebsleiter an bewährten Sorten festhält, mit deren Anbautechnik und Anforderungen er gut vertraut ist, auch wenn sie in einzelnen Jahren in den amtlichen Sortenprüfungen nicht die höchsten Leistungen erbringen. Das Schicksal einzelner Zuchtsorten ist oft mit ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den vorherrschenden Krankheiten verbunden; niemand kann aber genau vorhersagen, ob sich ein relativ hoher Gesundheitswert einer neuen Zuchtsorte auch aufrecht erhalten läßt, wenn diese Sorte eine große Verbreitung erfährt.

Man kann aus diesem Überblick auch die Schlußfolgerung ableiten, daß die Zeit der stürmischen Fortschritte durch neue Zuchtsorten im Getreidesortiment augenscheinlich ihrem Ende zugeht. Dies darf nicht besonders überraschen, da ja auch die Veränderungen in den Getreidefruchtfolgen und in der Anbautechnik wieder einer gewissen Standardisierung Platz machen. Obwohl die Züchtungsgeschichte immer wieder auch überraschende Zuchterfolge vermeldet hat und daher auch für die Zukunft bereit halten kann, muß wohl doch eher damit gerechnet werden, daß in den 80er Jahren weitere Verbesserungen in der Leistungskombination durch die Anstrengung der Getreidezüchtung in kleineren Schritten erreicht und der Praxis nutzbar gemacht werden.

Wir wollen uns weiterhin fragen, ob

Neue Wege in der Getreidezüchtung

eingeschlagen werden können.

Man kann dabei zunächst an neuartige Nutzungsformen für den Getreidebau denken. Von den jetzt verfügbaren Durum-Sorten wurde bereits gesprochen. Eine merkliche Verbesserung der Situation würde eintreten, wenn es gelingen sollte, winterharte Durum-Sorten zu züchten, die aber gegenwärtig nicht verfügbar sind.

Weltweite Anstrengungen in der Getreidezüchtung gelten der Entwicklung von Weizen-Roggen-Bastarden, allgemein als "Triticale" bezeichnet. Auch hier herrschen bisher in weltweiter Betrachtung die Sommerformen vor. Das relativ schmale Sortiment an Winterformen von Triticale ist nicht so weit entwickelt, daß es mit den Leistungen unserer Weizenzuchtsorten vergleichbar wäre. Insbesondere ist eine alte Schwäche aller Weizen-Roggen-Bastarde auch heute noch nicht überwunden, die in ihrer unzureichenden Kornausbildung begründet liegt. Man darf darüberhinaus annehmen, daß Fortschritte in der Roggenzüchtung durchaus auch eine Konkurrenz für die Triticale-Züchtung darstellen.

Eine andere Möglichkeit wird in der Züchtung von Winterhafer gesehen, der im maritimen Klima zum Teil auch in der Praxis angebaut wird. Unter unseren Verhältnissen stellt die mangelnde Winterhärte solcher Formen ein bisher nicht überwundenes Hindernis ihrer Anbaufähigkeit dar, so daß auch hier zunächst nicht mit praxisreifen Züchterfolgen gerechnet werden kann.

Relativ günstige Aussichten für die erfolgreiche Anwendung eines anderen Zuchtverfahrens ergeben sich jedoch für die Roggenzüchtung. Mit Hilfe einer zytoplasmatisch vererbten Pollensterilität werden gezielte Kreuzungen zur Herstellung von Hybridsaatgut auch in größerem Ausmaß möglich.

Wenn die bestäubenden Linien zugleich sogenannte "restorer"-Gene besitzen, gewinnen die daraus entstehenden Hybrid-Pflanzen ihre volle Fertilität zurück, so daß in der nächst folgenden Generation ein Heterosiseffekt auch im Hinblick auf die Ertragsbildung genutzt werden kann. Alle hierzu erforderlichen Erbkomponenten stehen heute zur Verfügung, so daß die Zeit bis zum Angebot einer oder mehrerer Roggen-Hybrid-Sorten nicht mehr weit sein dürfte. Die ertragliche Überlegenheit von Hybrid-Sorten gegenüber den konventionellen Roggensorten dürfte etwa zwischen 10 und 20% liegen, allerdings darf nicht angenommen werden, daß bereits die ersten Hybrid-Sorten alle übrigen Schwächen der gegenwärtigen Roggensorten schon überwunden haben. Es bestehen auch schon ziemlich klare Vorstellungen über den Aufbau von Roggen-Hybrid-Sorten, die in Abbildung 5 schematisch dargestellt sind. Man wird sich dabei auf mehrere Inzuchtlinien aus verschiedenen Formenkreisen (LP bzw. LC) des Roggens stützen, die gegenseitig eine hohe Kombinationsfähigkeit im Hinblick auf ihre Leistungsmerkmale, insbesondere also den Kornertrag aufweisen. Die Darstellung zeigt aber auch, daß die Erzeugung von Hybrid-Saatgut ziemlich hohe Anforderungen stellen wird, da nicht nur alle Inzucht-Linien sorgfältig isoliert vermehrt werden müssen, sondern auch die Vorstufen bei der Herstellung des Hybrid-Saatgutes jeweils sehr sorgfältig aufgebaut werden müssen und bei der Zusammenführung der beiden Formenkreise auf keinen Fall Selbstungen vorkommen dürfen. Wie bei allenechten Hybrid-Sorten kann die heterotische Verbesserung der Leistungsmerkmale nur in der ersten Generation nach der Herstellung des Konsumsaatgutes genutzt werden, so daß der Anbau von Hybridroggen regelmäßig den vollständigen Saatgutwechsel erfordert. Es wird daher von entscheidender Bedeutung sein, ob der deutlich höhere Saatgutpreis von den in der Praxis erzielten Mehrerträgen um einen lohnenden Betrag übertroffen wird.

Neuartige Zuchtverfahren und Zuchtmethoden können sich auch aus den Fortschritten der Zellbiologie entwickeln, die in den letzten Jahren zum Teil recht dramatisch verlaufen sind. Auch in der Getreidezüchtung wird über

AUFBAU UND NUTZUNG VON ROGGEN-HYBRIDSORTEN (NACH ANGABEN VON GEIGER U. MORGENSTERN 1979)

1. ERHALTUNG U. VERMEHRUNG
VON INZUCHTLINIEN



2. ERZEUGUNG DES
HYBRIDSAATGUTES
IN 2 STUFEN

3. FELDBESTÄNDE DER
HYBRIDSORTE
(TOP-CROSS, DOPPEL- ODER DREIWEGHYBRIDEN)

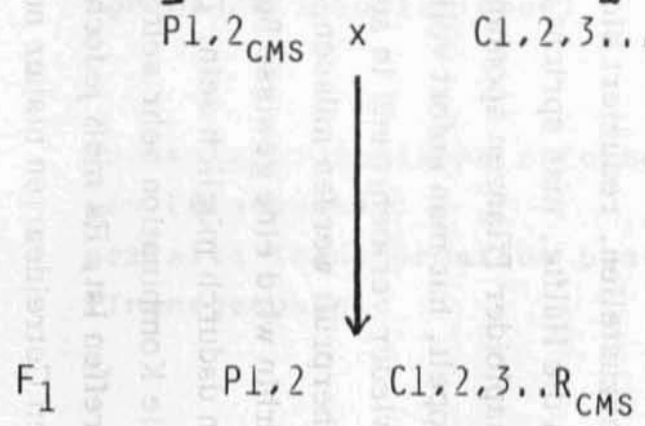


Abb. 5

die Möglichkeit der Anwendung solcher Verfahren diskutiert. In der folgenden Übersicht (Abb. 6) werden die darin enthaltenden Möglichkeiten zusammengefaßt.

Wenn es gelingt, aus Pollenkörnern oder unbefruchteten Eizellen ganze Pflanzen herzustellen, reduziert sich der normale Chromosomensatz einer Pflanze um die Hälfte, man spricht dann von Haploiden. Wird der Chromosomensatz haploider Pflanzen spontan oder mit Hilfe geeigneter Verfahren wieder verdoppelt, hat man sofort vollständig reinerbige Pflanzen, die allerdings erst wieder vermehrt und in ausreichendem Umfang auf ihre Leistungsfähigkeit überprüft werden müssen, bevor man daraus neue Sorten machen kann. Immerhin wird eine gewisse Beschleunigung der konventionellen Zuchtverfahren dadurch möglich sein. Darüberhinaus kann damit gerechnet werden, daß die Kombination sehr seltener Genotypen auf diesem Wege häufiger anzutreffen ist. Es muß jedoch hinzugefügt werden, daß die Antherenkultur bei den Getreidearten bisher nur unzulängliche Erfolge erreicht hat. Immerhin ist es sowohl bei Gerste wie bei Roggen und auch bei Weizen gelungen, auf diesem Wege haploide Pflanzen herzustellen. In etwas stärkerem Umfang gelingt es insbesondere bei Gerste durch Bestäubung mit einer Unkrautgerste, Eizellen in haploidem Zustand zur Entwicklung zu bringen. Derartige Verfahren sind allerdings noch kaum in die züchterische Praxis vorgedrungen, wengleich in zunehmendem Maße damit experimentiert wird.

Eine zweite Gruppe von Methoden läßt sich ableiten aus der Bildung von Zellkulturen. Dazu ist es notwendig, die Zellwand pflanzlicher Organismen aufzulösen, ohne die nackten Protoplasten dabei zu zerstören. Danach lassen sich solche Zellen in Kultur nehmen und auch massenhaft vermehren. Bei zweikeimblättrigen Pflanzenarten gelingt sehr häufig auch die Regeneration von natürlichen grünen Pflanzen aus derartigen Zellkulturen. Damit eröffnet sich der Weg, mikrobiologische Selektions- und Vermehrungsverfahren in der Pflanzenzüchtung anzuwenden. Besondere Hoffnungen werden dabei u. a. auf die gezielte Vereinigung von Zellen verschiedener Pflanzenarten gesetzt, die

Einsatzmöglichkeiten molekular- und zellbiologischer Arbeitsmethoden
in der Pflanzenzüchtung

Arbeitsgebiet	Methodisches Rüstzeug	Mögliche Bedeutung in der Pflanzenzüchtung
Haploidie ($2n \rightarrow n$)	Antherenkulturen Polyploidisierung	Auffinden seltener Genotypen Verbesserte Ansätze von Mutationsauslösung Beschleunigung von Zuchtverfahren
Zell- und Gewebekulturen	Zellwandfreie Protoplasten, Kallusgewebe, Regeneration von Pflanzen	Somatische Hybridisierung; Anwendung von Selektionsverfahren der Mikrobengenetik (große Zellpopulationen)
Gezielte Vereinigung von Genen	Phagen, Plasmide (Genüberträger)	Molekularbiologische Erforschung der Gene von Eukaryonten; gezielte Transformation bestimmter Genotypen (Transgenosis)

Abb. 6

sich auf generativem Wege nicht erreichen lassen. Allerdings bleibt es eine Utopie, die Leistungsanlagen vollständig verschiedener Pflanzenarten, wie etwa Weizen und Soja, auf diesem Wege zu kombinieren. Aber auch wenn sich die Anwendung derartiger Methoden auf verwandte Formenkreise beschränkt, wird es doch möglich sein, den Umfang der genetischen Variabilität über das bisherige Maß zu steigern und damit neue Ansätze für die züchterische Verbesserung von Kulturpflanzenarten zu finden. Derartige Methoden sind mit zweikeimblättrigen Kulturpflanzen, zu denen beispielsweise auch die Kartoffel zählt, zum Teil recht weit fortgeschritten. Zellkulturen bieten darüberhinaus Ansätze für die Entwicklung außerordentlich effektiver Selektionsverfahren, wenn es gelingt, einzelne Leistungsmerkmale (z.B. Resistenzeigenschaften) schon in dieser Entwicklungsstufe zu erfassen und entsprechend selektierte Zellen zu ganzen Pflanzen zu regenerieren.

Alle einkeimblättrigen Pflanzenarten und damit auch unsere Getreidearten haben sich bislang aber jeder Regeneration von grünen Pflanzen aus den vorher hergestellten Zellkulturen entzogen und sind der züchterischen Anwendung dieser Methoden daher bisher nicht zugänglich.

In der dritten Gruppe zellbiologischer Methoden wird die gezielte Einfügung einzelner artfremder Gene in das Erbgefüge einer Pflanzenart angestrebt. Man hat einen entsprechenden Mechanismus auch in der Natur gefunden, wenngleich er sich dort hauptsächlich auf die Entstehung und den Austausch sogenannter "Plasmide" innerhalb und zwischen verschiedenen Bakterienarten beschränkt. Hieraus haben sich u.a. bereits Ansätze für neue mikrobiologische Produktionsverfahren ergeben. Es wird darüber hinaus versucht, diese Techniken auch auf höhere Pflanzen anzuwenden. Besonders attraktiv ist dabei die Vorstellung, unseren Kulturpflanzen allgemein die Gene für Stickstoff-Fixierung einzupflanzen, wie sie die Knöllchenbakterien unserer Leguminosenarten besitzen. Es handelt sich jedoch hier um ein Kapitel intensiver Grundlagenforschung, das noch kaum in die Phase einer reellen Abschätzbarkeit der da-

mit eröffneten züchterischen Möglichkeiten eingetreten ist. Voraussetzung ist auch hier die Zellkultur, von der gerade vorher gesprochen wurde, so daß für entsprechende Vorhaben in der Grundlagenforschung die Getreidearten bislang nicht herangezogen werden können.

Abschließend läßt sich feststellen, daß die konventionelle Getreidezüchtung ganz sicher auch die 80er Jahre beherrschen wird. Im Verlauf dieses Jahrzehnts wird aber wohl auch deutlich werden, ob eine weitgehende Neuorientierung in der landwirtschaftlichen Erzeugung angestrebt werden muß und damit auch völlig neue Zuchtziele entstehen. In diesem Jahrzehnt wird sich weiterhin herausstellen, ob völlig neuartige Methoden der Pflanzenzüchtung es erlauben werden, die bisherigen Begrenzungen des züchterischen Fortschritts rascher zu überwinden.

Literaturhinweise

Aufhammer, G. und G. Fischbeck, 1964: Ergebnisse von Gefäß- und Feldversuchen mit dem Nachbau keimfähiger Gersten- und Haferkörner aus dem Grundstein des 1832 errichteten Nürnberger Stadttheaters. Z.f. Pflanzenzüchtung 51, 354-373.

Bundessortenamt, 1972-1980, Beschreibende Sortenlisten für Getreide.
Verlag A. Strothe, Hannover

Fischbeck, G., 1976: Züchtungsforschung und Züchtungsfortschritt. Berichte über Landwirtschaft 54, 369-376.

Geiger, H.H. und K. Morgenstern, 1979: Stand der Hybridzüchtung bei Roggen.

Getreide u. Mehl 33, 225-231.

Schuster, W., 1981: briefliche Mitteilung

Grundbodenbearbeitung für den Getreidebau

von Dipl.-Ing. Dr. sc.agr. Karlheinz Köller, Landwirtschaftskammer
Rheinland, Bonn

Unterschiedliche Standorte, Fruchtfolgen und betriebliche Gegebenheiten stellen ebenso unterschiedliche Anforderungen an die Bodenbearbeitung. Zur Lösung der entsprechend unterschiedlichen Aufgaben bieten sich eine Vielzahl von Geräten und Verfahren an, deren Auswahl sich nach der Gewichtung der genannten Anforderungen richtet. Als Auswahlkriterien gelten der Arbeitseffekt, der Arbeitszeit- und Motorleistungsbedarf, die Schlagkraft, mögliche Auswirkungen auf Pflanzenwachstum und -ertrag und schließlich die Kosten. Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen und vielfältiger Lösungsmöglichkeiten können sich die folgenden Ausführungen nur auf einige allgemeine Hinweise und Anmerkungen sowie nur begrenzt übertragbare Versuchsergebnisse und Erfahrungen zur Beurteilung verschiedener Bodenbearbeitungsgeräte beschränken. Die Fragen, ob und in welchem Umfang ihr Einsatz den jeweiligen Ansprüchen genügt und wie entsprechend standort-, fruchtart- und betriebsspezifische Bodenbearbeitungsverfahren aussehen müssen, können nur im Rahmen einer einzelbetrieblichen Beratung beantwortet werden. Eine endgültige Entscheidung hängt nicht zuletzt von den Kenntnissen und Erfahrungen des Betriebsleiters ab. Vor dem Hintergrund dieser Einschränkungen sollen folgend einige Geräte für die Grundbodenbearbeitung betrachtet werden. Da die Grundbodenbearbeitung in engem Zusammenhang mit der Stoppelbearbeitung gesehen werden muß, besonders wenn Stroh eingearbeitet und auf das Pflügen verzichtet wird, soll vorab auch dieser Bereich der Bodenbearbeitung angesprochen werden. Bei der Beurteilung der Geräte gewinnen neben dem Arbeitseffekt als wichtigstem Auswahlkriterium zunehmend Fragen der Schlagkraft und des kostengünstigen Einsatzes an Bedeutung. Daher werden folgende drei Aspekte besonders berücksichtigt.

Stoppelbearbeitung

Für die Bodenbearbeitung nach der Getreideernte steht ein umfangreiches und vielseitiges Angebot an Geräten und Maschinen zur Verfügung.

Der Stoppelumbruch nach der Strohbergung stellt keine besonderen Anforderungen an die Technik, so daß sämtliche Geräte nahezu problemlos einzusetzen sind. Soll das Stroh dagegen in den Boden eingearbeitet werden, ist die Eignung der Geräte und Maschinen unterschiedlich zu beurteilen. Bei ihrer Auswahl ist neben dem Arbeitseffekt besonders auf die gegebenen Bodenbedingungen, die einzuarbeitende Strohmenge, die Strohverteilung und -zerkleinerung sowie auf den erfolgreichen Motorleistungsbedarf zu achten.

Ziel der Stroheinarbeitung ist es, Stroh möglichst schnell und intensiv etwa 10 cm in den Boden einzumischen (Bild 1), um günstige Voraussetzungen für eine rasche und vollständige Verrottung zu schaffen.



Bild 1: Gleichmäßige Strohverteilung im Boden nach einem Arbeitsgang mit dem Grubber

Wichtigste Voraussetzungen sind kurz gehäckseltes und gleichmäßig verteiltes Stroh sowie geringe Stoppellängen. Je ungünstiger die Klima- und Bodenbedingungen, je geringer die Anbaupausen zwischen zwei Fruchtarten und je größer die Strohmenge sind, umso wichtiger ist es, das Stroh gleichmäßig im Boden zu verteilen.

Welche Geräte zur Stroheinarbeitung?

Die genannten Aufgaben lassen sich mit dem Schälplflug nicht erfüllen. Auch der Einsatz von Spatenroll- und Scheibeneggen ist in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Die Fräse hat dank ihrer guten Mischwirkung ihre Stellung bei der Stroheinarbeitung halten können. Deutlich in den Vordergrund gerückt ist der Grubber, der eine weite Verbreitung in der Praxis gefunden hat.

Spatenroll- und Scheibeneggen

Häufig wird die hohe Flächenleistung dieser Geräte betont. Bei der Stroheinarbeitung erscheint dieser Vorteil nicht so deutlich, da eine intensive Vermischung eine zweifache Überfahrt erfordert. Mit zunehmendem Tonanteil des Bodens und bei großen Strohmenngen sind sie weniger geeignet, da trotz zweifacher Bearbeitung und hoher Zusatzgewichte eine erforderliche Einmischtiefe von etwa 10 cm nicht immer erreicht wird. Spatenrolleggen können außerdem bei langem und feuchtem Stroh zum Wickeln neigen. Beim Kauf dieser Geräte sollte man auf möglichst große Werkzeugdurchmesser, eine gute und verschleißfeste Lagerung der Werkzeugachsen, ein hohes Gerätegewicht sowie Anbringungsmöglichkeiten für Zusatzgewichte achten. Außerdem sollte der Abstand zwischen den Messerachsen möglichst groß sein.

Für Scheibeneggen empfiehlt sich die Ausrüstung der ersten Scheibenreihe mit gezackten Scheiben, der Scheiben-Anstellwinkel sollte leicht verstellbar sein.

Während diese Geräte zur Stroheinarbeitung auf schweren Böden nur bedingt geeignet erscheinen, lassen sie sich häufig vorteilhaft zur Nachbearbeitung einer grobscholligen Pflugfurche einsetzen. Der Anschaffungspreis je Meter Arbeitsbreite beträgt, je nach Bauart, bei Scheibeneggen etwa 4000.-- bis 6000.-- DM, bei Spatenrolleggen etwa 1500.-- bis 3500.--DM. Die Gerätegewichte liegen etwa zwischen 300 und 800 kg je Meter Arbeitsbreite, sie lassen sich durch Zusatzgewichte erhöhen. Bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 8 - 12 km/h benötigen Spatenrolleggen etwa 20 - 24 kW (27 - 35 PS) je Meter Arbeitsbreite, Scheibeneggen etwa 20 - 30 kW (27-41 PS).

Scheiben- bzw. Spatenrolleggen erzielen bei zweimaliger Überfahrt Flächenleistungen von 0,4 (bei 9 km/h) bzw. 0,45 ha/h (bei 10 km/h) je Meter Arbeitsbreite.

Die Fräse

Neben dem guten Mischeffekt bei der Stroheinarbeitung zeichnet sich die Fräse (Bild 2) durch ihre vielseitige Verwendbarkeit aus. Sie läßt sich neben der Saatbettbereitung in Verbindung mit einer Sämaschine auch zur pfluglosen Zwischenfrucht- und Getreidebestellung einsetzen. Durch Schaltgetriebe oder Wechselzahnradpaare läßt sich der Arbeitseffekt den jeweiligen Bedingungen gut anpassen. In einem Arbeitsgang ist eine gleichmäßige Strohverteilung im Boden bis in eine Tiefe von etwa 10 cm möglich. Bei dieser Tiefe liegt die mittlere Arbeitsgeschwindigkeit etwa bei 5 km/h, die Flächenleistung beträgt dann 0,4 ha/h je Meter Arbeitsbreite, der Motorleistungsbedarf 25 - 35 kW (34 - 47 PS) je Meter Arbeitsbreite.

Da die Flächenleistung begrenzt ist, erscheint die Fräse besonders geeignet für Betriebe, die zwar Wert auf einen guten Mischeffekt, aber weniger auf eine hohe Schlagkraft legen. Ihre Einsatzschwerpunkte dürften in kleineren und mittleren Betrieben liegen, in denen die Fräse neben der Stroheinarbeitung auch zu anderen Arbeiten verwendet wird, um die vergleichsweise teuren Maschinen auch auszulasten. Die Anschaffungspreise je Meter Arbeitsbreite

betragen für eine Fräse etwa 3000.-- bis 5000.-- DM, für eine Frässaatmaschine etwa 5000.-- bis 7000.-- DM.

Einige Landwirte versuchen, auch andere zapfwellengetriebene Geräte zur Stoppelbearbeitung einzusetzen. Hierzu ist festzustellen, daß herkömmliche Kreiseleggen oder ähnliche Geräte zu diesem Zweck ungeeignet erscheinen.

Sollen derartige Maschinen auch erfolgreich zur Stoppelbearbeitung verwendet werden, müssen sie bezüglich ihrer Werkzeuge und Bauweise für den Einsatz auf unbearbeitetem Boden ausgerüstet sein, wie z.B. der sogenannte Kreiselgrubber.

Hinsichtlich Motorleistungsbedarf, Flächenleistung und Anschaffungspreis ist diese Maschine mit einer Fräse vergleichbar. Ob sie sich zur Stroheinbearbeitung ebenso eignet, kann allgemein noch nicht beurteilt werden.



Bild 2: Die Fräse zeichnet sich durch einen guten Mischeffekt und vielseitige Einsatzmöglichkeiten aus.

Der Grubber

Gute Arbeitseffekte, hohe Flächenleistung, einfache Bauweise, geringe Stör- und Reparaturanfälligkeit sowie ein vergleichsweise günstiger Anschaffungspreis, diese Argumente sprechen für den Grubber (Bild 3) zur Stroheinarbeitung. Im Vergleich zu Spatenroll- und Scheibeneggen reicht eine Überfahrt aus, da die Arbeitstiefe gezielt eingestellt werden kann. Soll ein mit der Fräse vergleichbarer Mischeffekt erzielt werden, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- gleichmäßig verteiltes und kurzgehäckseltes Stroh,
- ausreichende Rahmenhöhe und Zinkenabstand (etwa 70 cm)
- Fahrgeschwindigkeit von 8 - 10 km/h.

Wird diesen Forderungen entsprochen, so eignen sich grundsätzlich, in einem Bereich der Strichabstände von 20 - 30 cm, verschiedene Zinken- und Scharformen. Je schwerer und/oder trockner die Böden sind, umso weniger erscheinen Federzinken geeignet, da sie unter derartigen Verhältnissen kaum eine exakte Arbeitstiefe einhalten.

Nicht zuletzt aus diesem Grunde werden die Grubber heute überwiegend mit starren Zinken ausgerüstet. Bei der Scharform dominiert das Doppelherzschar, nur in wenigen Fällen werden Meißel- und Gänsefußschar verwendet, obwohl die meisten Firmen wahlweise verschiedene Scharformen anbieten.

Bei der Stroheinarbeitung zeichnet sich ein Trend zur Verwendung vierbalkiger Grubber mit Strichabständen von etwa 20 cm ab, obwohl sie nicht besser einarbeiten als dreibalkige Geräte mit einem Strichabstand von 24 cm, sofern mindestens 8 km/h schnell gefahren wird. Ihr Einsatz mag dort gerechtfertigt sein, wo aufgrund mangelnder Schlepperleistung nur langsamer gefahren werden kann.

Grubber sollten nicht ohne Nachlaufgeräte gefahren werden. Es werden verschiedene Varianten angeboten, von einer einfachen Schleppe bis zu Schei-

ben- und Spatenrolleggen. Wichtig ist, daß die Grubberfurche eingeebnet und daß der gelockerte Boden noch etwas angedrückt und zerkleinert wird. Diese Aufgabe läßt sich mit einfachen Kombinationen aus Schleppschienen o.ä. und Krümelwalzen zufriedenstellend lösen. Die Grubberzinken mischen das Stroh ein, dies ist nicht Aufgabe des Nachläufers.

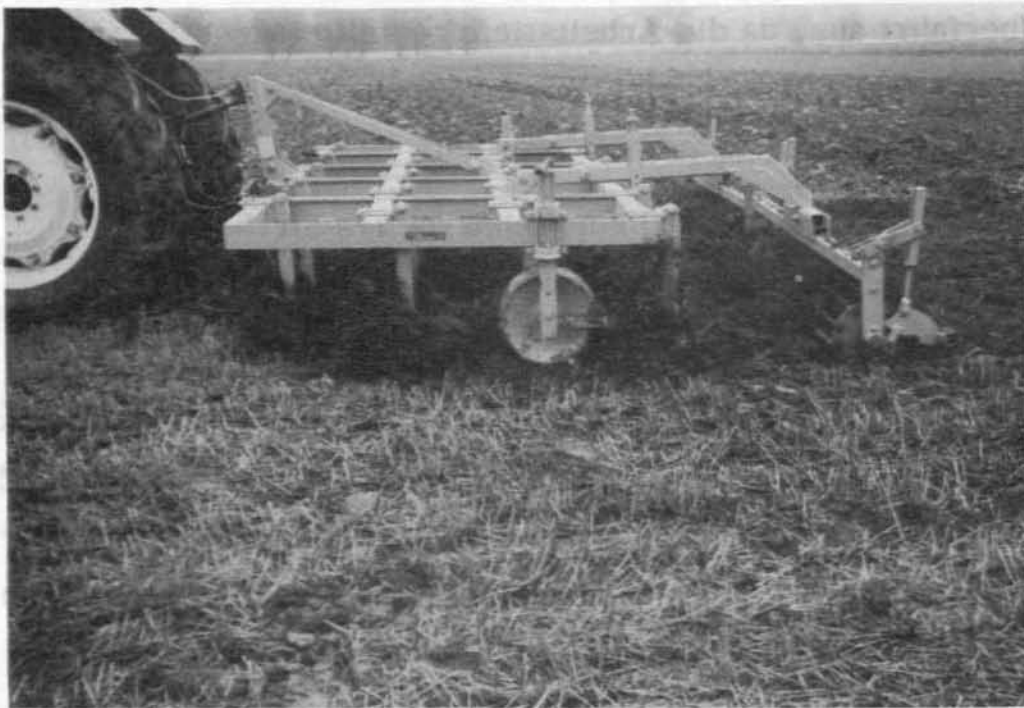


Bild 3: Der Grubber ermöglicht eine gute Stroheinarbeitung verbunden mit einer hohen Flächenleistung

Darüber sollte das große Angebot an Scheiben- und Spatenrolleggen nicht hinwegtäuschen. Wie aus Tafel 1 ersichtlich, sind diese Nachläufer deutlich teurer als einfache Schleppe - Krümmlerkombinationen und erfordern einen höheren Zugkraftbedarf. Sie können fast soviel kosten wie der Grubber allein. Ob dieser Mehrpreis zu einem entsprechend besseren Arbeitseffekt führt, darf bezweifelt werden. Trotz der relativ großen Schwankungsbreite ermöglicht die in Tafel 1 dargestellten Mittelwerte eine realistische Einschätzung des Angebotes an Grubbern.

Sieht man von den Federzinkengrubbern ab, die nur eine untergeordnete Rolle spielen, bleibt festzustellen, daß die meisten Grubber mit starren

	Grubber, starre Zinken (3-4-balkig)	Grubber, Federzinken (2-3-balkig)	Grubberkombinationen (m. Kreiselegge, Fräse o. ä.)
Anschaffungspreis (DM/m Arbeitsbreite) ohne Nachlaufgerät mit Schleppe, Krümmler o. ä. mit Scheiben-, Spatenegge mit Zapfwellengerät	1700 (1100-1900) 2400 (1800-3100) 3300 (2600-3900) --	1300 (1300-1400) -- 2400 (1900-3500) --	-- -- -- 5600 (5000-8100)
Gewicht (kg/m Arbeitsbreite ohne Nachlaufgerät mit Schleppe, Krümmler o. ä. mit Scheiben-, Spatenegge mit Zapfwellengerät	220 (170-250) 310 (230-370) 380 (330-470) --	160 (110-200) -- 320 (220-420) --	-- -- -- 460 (310-620)
Motorleistungsbedarf (kW/m Arbeitsbreite) mit Schleppe, Krümmler o. ä. mit Scheiben-, Spatenegge mit Zapfwellengerät	24 (21 - 28) 27 (23 - 34) --	-- 25 (15 - 37) --	-- -- 27 (20 - 35)
Rahmenhöhe (cm) Querbalkenabstand (cm) Zinkenzahl (je m Arbeitsbreite) Strichabstand (cm)	70 (60 - 75) 65 (55 - 75) 4,5 (4 - 5) 21 (20 - 30)	67 (52 - 80) 54 (50 - 70) 4 (3,5 - 4) 26	71 (55 - 80) 64 (40 - 85) 3 (2 - 4) 31 (24 - 43)

Tabelle 1: Anschaffungspreis (incl. MWSt) und einige technische Daten verschiedener Grubber und Grubberkombinationen, (Gerundete Mittelwerte, errechnet aus Firmenangaben, Stand 1980)

Zinken und Doppelherzscharen ausgerüstet sind. Die durchschnittliche Rahmenhöhe liegt bei 70 cm, der Querbalkenabstand bei 65 cm und der Strichabstand bei 21 cm. Je Meter Arbeitsbreite befinden sich 4 oder 5 Zinken. Diese Werte zeigen, daß die meisten Grubber für die Stroheinarbeitung geeignet sind. Je nach Ausstattung bewegen sich die mittleren Anschaffungspreise je Meter Arbeitsbreite zwischen 2400.-- und 3300.-- DM, Federzinkengrubber sind billiger.

Der erforderliche Motorleistungsbedarf liegt im Mittel bei 25 - 30 kW (34 - 40 PS), die Flächenleistung (9 km/h) bei 0,8 ha/h je Meter Arbeitsbreite.

Grubberkombinationen

Wie aus Tafel 1 ersichtlich, sind Kombinationen aus Grubber mit Kreiselleggen, Fräsen o.ä. (Bild 4) mit durchschnittlich 5600.-- DM je Meter Arbeitsbreite vergleichsweise teuer. D.h. allein zur Stroheinarbeitung wird sich eine Anschaffung nur selten lohnen, hierzu reicht z.B. ein Grubber aus. Nur auf sehr schweren Böden, wenn mit Grubbern nicht 8 - 10 km/h gefahren werden kann, sind derartige Kombinationen vorteilhaft einzusetzen.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Geräte besteht darin, daß in einem Arbeitsgang eine tiefere Bearbeitung und Saatbettbereitung erfolgen kann. Sinnvolle und kostenmäßig günstige Einsatzbedingungen liegen dann vor, wenn neben der Stroheinarbeitung auch eine pfluglose Zwischenfrucht- oder Wintergetreidebestellung durchgeführt und wenn das zapfwellengetriebene Gerät getrennt zur Saatbettbereitung eingesetzt werden kann. In den meisten Fällen werden zweibalkige Grubber mit starren Zinken mit Kreiseleggen oder Fräsen kombiniert. Sind derartige Geräte bereits auf dem Betrieb vorhanden und muß zur Erstellung einer Kombination nur ein zweibalkiger Grubber nachträglich angeschafft werden, so gelangt man relativ einfach zu einer Lösung, die sehr vielseitig und damit auch kostengünstig einzusetzen ist.



Bild 4: Mit Grubbern kombinierte zapfwellengetriebene Geräte sind vielseitig verwendbar, aber zur Stroheinarbeitung nur auf schweren Böden erforderlich.

Kombinationen in der genannten Kurzbauweise sind wegen der hohen Gerätegewichte auch günstig bezüglich der erforderlichen Hubkraft zu beurteilen. Auf eine ausreichende Hubkraft ist besonders zu achten, wenn zusätzlich noch eine Sämaschine an- oder aufgebaut wird.

Bei einem erforderlichen Motorleistungsbedarf von durchschnittlich 25 - 35 kW (34 - 47 PS) je Meter wird bei einer Fahrgeschwindigkeit von 7 km/h eine Flächenleistung von 0,6 ha/h je Meter Arbeitsbreite erreicht.

Gerätevergleich

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß zur Stroheinarbeitung, besonders auf schweren Böden, Schälplüge, Scheiben- und Spatenrolleggen weiter durch Grubber, Grubberkombinationen und Fräsen verdrängt werden.

Diese Geräte und Maschinen zeichnen sich nicht nur durch eine gute Stroheinarbeitung, sondern auch durch vielseitige Einsatzmöglichkeiten aus.

Betrachtet man die Stroheinarbeitung isoliert und nur unter dem Aspekt der Kosten, so kann festgestellt werden, daß es sich nur in seltenen Fällen lohnt, ein anderes Gerät als den Grubber anzuschaffen.

Unter vergleichbaren Bedingungen erfordert dieses Gerät die geringsten Gesamtkosten. Im Vergleich dazu betragen die Kosten von Grubberkombinationen und Fräsen o. ä. etwa das Zweifache. D.h. ein kostengünstiger Einsatz dieser Geräte erfordert über die Stroheinarbeitung hinaus weitere Bearbeitungsflächen, sei es zur pfluglosen Wintergetreidebestellung oder zur Saatbettbereitung.

Sind diese Bedingungen gegeben, so ist ein wirtschaftlicher Einsatz auch dieser vergleichsweise teuren Geräte möglich. Eine kostenmäßige Beurteilung erscheint also nur in Kenntnis der gesamtbetrieblichen Verhältnisse sinnvoll. Allein aus diesem Grund sollten möglichst vielseitig einsetzbare Geräte angeschafft werden.

Bei vergleichbar guter Stroheinmischung zeichnen sich für Grubber, Grubberkombinationen und Fräsen bestimmte Einsatzschwerpunkte ab.

Fräsen eignen sich besonders für kleinere Betriebe mit geringerer Motorleistungsausstattung sowie geringeren Ansprüchen an die Schlagkraft. Im Gegensatz zu Grubbern arbeiten sie auch befriedigend in längerem und ungleichmäßig verteiltem Stroh. Günstig zu beurteilen wäre eine weitere Verwendung zur Saatbettbereitung.

Für größere Betriebe mit leistungsstarken Schleppern und Wunsch nach hohen Flächenleistungen bietet sich besonders der Grubber an. Einsatzgrenzen können erreicht werden bei Lagerstroh und auf Sand- und Moorböden bei schlecht verteiltem und nicht kurz genug gehäckseltem Stroh. Weitere Vorteile neben einer möglichen Krumentiefen-Bearbeitung sind günstiger An-

schaffungspreis, einfache Handhabung und geringer Verschleiß. Auf sehr schweren Böden erscheinen Grubberkombinationen mit Kreiseleggen oder Fräsen empfehlenswert, besonders dann, wenn sie auch zu Bestellarbeiten verwendet werden.

Grundbodenbearbeitung

Die wichtigsten Aufgaben der Primärbodenbearbeitung im humiden Klimabereich bestehen in der Einarbeitung von Ernterückständen und in der Auflockerung der durch den Bewirtschaftungsverkehr hervorgerufenen Bodenverdichtungen. Die Möglichkeiten des Stroheinarbeitens wurden bereits im Rahmen der Stoppelbearbeitung diskutiert. Zwar stellt sich das Problem der Einarbeitung von Ernterückständen auch im Bereich der Grundbodenbearbeitung, z.B. nach der Ernte von Mais und Rüben und/oder bei Pflugverzicht, aber hierbei gelten die gleichen Grundsätze wie bei der Stroheinarbeitung. Zusätzliche Probleme können allerdings bei der folgenden Saatbettbereitung entstehen, je nach Wahl und Einsatz des Grundbodenbearbeitungsgerätes. In den meisten Fällen steht jedoch die Bodenlockerung im Vordergrund.

Der Pflug

Der Streichblechpflug ist nach wie vor das Standardgerät in der Grundbodenbearbeitung (Bild 5). Sieht man von Detailverbesserungen ab, so hat sich an seiner Bauweise in den letzten Jahren grundsätzlich kaum etwas geändert.

Volldrehpflüge setzen sich weiter durch, ebenso wie die Verwendung von Hohlprofilen, die in Verbindung mit der Verarbeitung hochwertiger Stähle geringere Gerätegewichte ermöglichen. Die Entwicklung ist weiterhin gekennzeichnet durch Verbesserungen an Drehvorrichtungen und Steinsicherungen sowie durch vereinfachte Einstellmöglichkeiten der Schnittbreite und des Zugpunktes. Auch bei der Anbringung und Verstellung der Vorwerkzeuge wird mehr Wert auf eine einfache Handhabung und Bedienung gelegt. Wenn sich auch allgemein ein Trend zum Einsatz universeller Pflugkörperformen zeigt, die für verschie-



Bild 5: Moderne Volldrehpflüge sind gekennzeichnet durch Baukasten- und Holmbauweise, funktionssichere Drehvorrichtungen, einfache Einstellmöglichkeiten und ausreichende Freiräume.

dene Böden und Bodenzustände gleichermaßen befriedigend verwendbar sind, so wird in letzter Zeit wieder verstärkt über unterschiedliche Körperformen diskutiert. Nach dem Rautenkörper ist es jetzt der von mehreren Herstellern angebotene Streifenkörper, der im Mittelpunkt des Interesses steht. Beide Körperformen können unter besonderen Einsatzbedingungen Vorteile haben, der Rautenkörper hinsichtlich der Furchenräumung, der Streifenkörper bei der Wendung "klebender" Böden mit einem hohen Anteil organischer Substanzen. Diese Vorteile lassen sich aber ebenso wenig verallgemeinern wie der immer wieder betonte geringere Zugkraftbedarf. Es liegen zwar einige Meßergebnisse für bestimmte Einsatzfälle vor, aber sie sind teilweise widersprüchlich und lassen sich nicht auf jeden Boden und Bodenzustand übertragen.

Für den Landwirt ist meistens der Arbeitseffekt von größerer Bedeutung als ein möglicher geringerer Zugkraftbedarf. Die Entscheidung über die Wahl

der geeigneten Pflugkörperform sollte daher immer erst nach einem vergleichenden Feldeinsatz getroffen werden. Wichtiger erscheint in diesem Zusammenhang der Hinweis auf eine Verbesserung des Arbeitseffektes beim Pflügen, besonders im Hinblick auf die folgende Saatbettbereitung. So ist es z.B. auf verschiedenen Standorten sinnvoll und zweckmäßig, gleichzeitig mit dem Pflügen den Boden einzuebnen und weiter zu zerkleinern, um den Aufwand bei der Saatbettbereitung zu senken. Hierzu bieten verschiedene Hersteller Zusatzwerkzeuge an, die seitlich am Pflug oder Schlepper befestigt werden können (Bild 6).

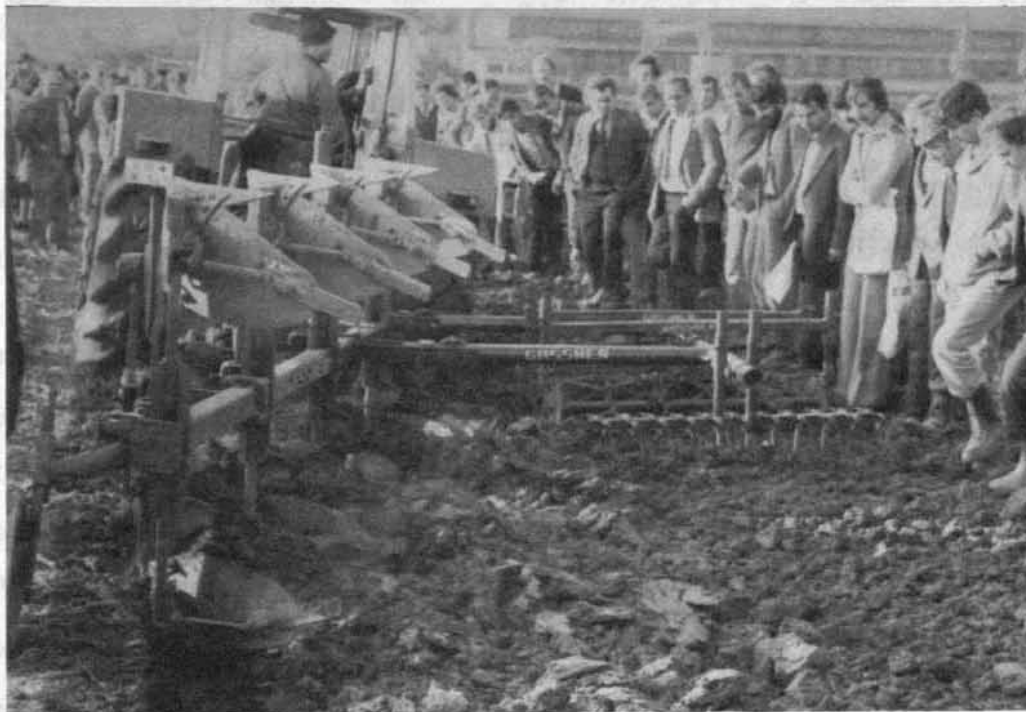


Bild 6: Seitlich angebaute Zusatzwerkzeuge ermöglichen eine gleichzeitige Einebnung und Zerkleinerung des gepflügten Bodens.

Für eine gleichzeitige Saatbettbereitung bietet sich in vielen Fällen der Einsatz von Packern an (Bild 7). Diese Möglichkeit wird in der Praxis noch zu wenig genutzt. Mögliche Schwierigkeiten beim Transport und in der Handhabung dieser Geräte werden häufig überschätzt. Auf leichteren und mittleren Böden empfehlen sich Einwalzenpacker mit größtmöglichem Durchmesser



Bild 7: Mitgeführte Packerkombinationen verringern den Aufwand für die Saatbettbereitung nach dem Pflügen.

und Gewicht kombiniert mit Zahnstangenkrümlern oder Croskillwalzen. Auf schwereren Böden sollten Doppelpacker eingesetzt werden, deren festigende Wirkung geringer und auch weniger notwendig ist, die aber eine deutliche Zerkleinerung der Schollen bewirken und somit den Aufwand für die folgende Saatbettbereitung reduzieren. Abschließend bleibt festzuhalten, daß sich der Pflug gegenüber anderen Geräten auf nahezu sämtlichen Standorten durch eine stärkere und vor allen Dingen nachhaltigere Lockerungswirkung auszeichnet. Ein weiterer Grund, der aus der Sicht vieler Landwirte für das Pflügen spricht, ist die Schaffung eines "reinen Tisches", der eine störungsfreie Saatbettbereitung und Saat ermöglicht. Nicht zuletzt sind es langjährige Erfahrungen und Gewohnheiten, die für das Pflügen als Grundlage sicherer und hoher Erträge sprechen. Trotzdem sind einige Nachteile nicht zu übersehen:

- Geringere Schlagkraft
- Hoher Energie- und Kostenaufwand
- Bodenverdichtungen an der Bearbeitungsgrenze

- Vergraben organischer Substanz
- Verstärkter Humusabbau
- Erosionsschäden
- Hoher Aufwand für die Saatbettbereitung auf schweren Böden

Diese Nachteile müssen nicht immer in ihrer Gesamtheit auftreten, manche sind je nach Standort nicht gegeben oder sind kurzfristig nicht festzustellen.

Allerdings kann nur einer dieser Nachteile Grund genug sein, zumindest zeitweise auf das Pflügen zu verzichten.

Dies gilt besonders für die Bodenbearbeitung im Herbst auf Standorten mit schwierigen Bodenverhältnissen und/oder mit Hackfrucht-Wintergetreide- oder reinen Körnerfruchtfolgen, die gekennzeichnet ist durch sehr kurze Zeitspannen und einen hohen Aufwand an Arbeitszeit und Energie, um ein gewünschtes Saatbett zu bereiten und optimale Saattermine einzuhalten.

Unter derartigen Bedingungen kann der Einsatz von Geräten und Verfahren mit gutem Arbeitseffekt und hoher Schlagkraft Voraussetzung für hohe und sichere Erträge sein. Das Pflügen ist in diesen Fällen häufig der begrenzende Faktor, so daß es in diesem Zusammenhang wichtiger erscheint, über die Vor- und Nachteile des Pflügens zu diskutieren als über bestimmte technische Details am Pflug.

Wenn auf schweren Böden gepflügt wird.....

Unter den genannten Bedingungen erfordert besonders das Pflügen viel Zeit und Energie. Aber nicht nur die Leistung ist begrenzt, auch der Arbeitseffekt wird mit zunehmendem Tonanteil unbefriedigender. Schlecht gewendete grobe Schollen und große Hohlräume erschweren die Saatbettbereitung, verdichtete Schlepper- und Pflugsohlen können nachhaltige Störungen der Wasserführung bewirken. Selbst mehrere Überfahrten reichen häufig nicht aus, ein ausreichend zerkleinertes und festes Saatbett zu bereiten. Der An-

teil schädlicher Fahrspuren erhöht sich, Zeit und Kraftstoff werden vergeudet. Gelingt es trotzdem noch, z.B. Winterweizen zu säen, bleiben unter dem Strich nicht nur hohe Bearbeitungskosten. Häufig fehlen einige der erwarteten Doppelzentner. Es gibt sogar Fälle, in denen auf die genannte Weise kein Winterweizen mehr bestellt werden kann. Als Alternative bleibt der Anbau von Sommerweizen, der die Ertragserwartungen nicht immer erfüllt. Spätestens dann überdenkt mancher Landwirt sein Bearbeitungsverfahren.

Ein größerer Pflug und ein stärkerer Schlepper mögen im Einzelfall eine Lösung sein, aber nicht immer. Die Schwierigkeiten bei der Saatbettbereitung bleiben. Vielleicht mag hier und da der Einsatz einer besonderen Pflugkörperform gegenüber dem herkömmlichen Streichblech zu einem besseren Arbeitseffekt führen. Mögliche Verbesserungen des Wende- und Zerkleinerungseffektes können zwar gewisse Erleichterungen bewirken, aber unter den genannten Bedingungen sind entscheidende Vorteile kaum zu erwarten. Sie erscheinen erst möglich, wenn auf das Pflügen verzichtet wird. Nicht nur Versuchsergebnisse, auch Erfahrungen verschiedener Landwirte zeigen, daß es möglich ist, zumindest einmal im Rahmen der Fruchtfolge, zum Beispiel zur Weizenbestellung nach Rüben, ohne Pflug auszukommen.

Wenn auf das Pflügen verzichtet wird.....

Es sind hauptsächlich zwei Gründe, die unter den genannten schwierigen Bedingungen für einen Pflugverzicht sprechen können:

1. Das Einhalten optimaler Saattermine durch den Einsatz schlagkräftiger Bodenbearbeitungsgeräte und -verfahren und damit verbundene höhere Erträge.
2. Geringere Kosten durch Reduzierung des Aufwandes an Arbeitszeit und Energie.

Entschließt man sich, mal ohne Pflug auszukommen, sollte man zunächst Geräte wählen, die sich bereits in der Praxis bewährt haben, wie z.B. Grubber, Fräse oder Kombinationen aus Grubber und zapfwellengetriebenen Geräten.

Trotzdem sei darauf hingewiesen, daß es mit einem Gerätewechsel allein nicht immer getan ist. Einstellung und Einsatz der Geräte, Folgearbeiten und Saatechnik usw. erfordern neue Überlegungen und entsprechende Erfahrungen.

Grubbern statt Pflügen

In vielen Betrieben wird der Grubber bereits zur Stoppelbearbeitung verwendet. Wird er anstelle des Pfluges nach Mais oder Rüben eingesetzt, reicht meistens ein 10 - 15 cm tiefer Arbeitsgang aus. Nach Getreide oder Raps, wenn bereits eine Stoppelbearbeitung erfolgt ist, kann im zweiten Arbeitsgang auch tiefer gearbeitet werden. Bereits flach eingearbeitetes Stroh wird über die gesamte Arbeitstiefe eingemischt und der Anteil des Oberflächenstrohs wird bei entsprechend gleichmäßig verteiltem und kurz gehäckseltem Stroh soweit reduziert, daß ein störungsfreier Einsatz herkömmlicher Saatbettkombinationen und Drillmaschinen möglich ist (Bild 8). Schlecht verteiltes und zu langes Getreidestroh oder große Massen von Maisstroh lassen sich nicht völlig einarbeiten. Der Grubber arbeitet zwar verstopfungsfrei (Bild 9), aber eine störungsfreie Saatbettbereitung und Saat ist meistens nur noch mit Kombinationen aus zapfwellengetriebenen Geräten und Sämaschinen möglich. Im Zusammenhang mit dem Pflugverzicht wird z.B. beim Anbau von Wintergerste nach Winterweizen o.ä. häufig auf die Schwierigkeit der Bekämpfung des Ausfallgetreides verwiesen. Je nach Länge der Anbaupause läßt es sich nur teilweise oder kaum beseitigen. Ein echtes Problem dürfte es nur für Saatverwendungsbetriebe sein. In anderen Betrieben läßt es sich in vertretbaren Grenzen halten. Mit zunehmendem Anteil an Oberflächenstroh kann auch die Wirkung von Bodenherbiziden eingeschränkt werden. Dieser Nachteil läßt sich aber durch gutes Häckseln und Einarbeiten vermeiden, ebenso wie die Gefahr, daß Keimung und Feldaufgang durch zuviel Stroh im Saathorizont beeinträchtigt werden. Werden die bereits genannten Bedingungen für einen erfolgreichen Grubbereinsatz in der Stoppelbearbeitung beachtet, so läßt er sich auch mit gutem Arbeitseffekt und hoher



Bild 8: Ein zweiter Arbeitsgang mit dem Grubber (links) verringert den Anteil des Strohes auf der Oberfläche und ermöglicht einen störungsfreien Einsatz von Saatbettbereitungsgeräten und Drillmaschinen.
Rechte Bildhälfte: Oberfläche nach der ersten Überfahrt zur Stroheinarbeitung



Bild 9: Gehäckseltes Maisstroh läßt sich zwar verstopfungsfrei mit dem Grubber einarbeiten, aber eine störungsfreie Saatbettbereitung ist nur mit zapfwellengetriebenen Geräten möglich

Schlagkraft für die Grundbodenbearbeitung verwenden. Auch hier haben sich Grubber mit starren Zinken, auf sehr schweren und/oder steinhaltigen Böden mit Federsicherungen, Strichabständen von etwa 25 cm, Doppelherzscharen und gezogenen Nachläufern bewährt.

Auf schweren Böden wird eine mit dem Pflug vergleichbare Lockerungswirkung bei etwa doppelt so hoher Flächenleistung erzielt. Zusätzlich sind eine deutlich bessere Zerkleinerung und Einebnung des Bodens zu erwarten (Bild 10), d.h. weniger Aufwand und Kosten für die Saatbettbereitung. Ein folgender Arbeitsgang z.B. mit einer Kreiselegge oder einem Zinkenrotor, möglichst kombiniert mit einer Sämaschine, reicht häufig aus.



Bild 10: Auf schweren Böden erfordert das Pflügen (links) einen wesentlich höheren Aufwand für die Saatbettbereitung als das Grubbern (rechts).

Besonders vorteilhaft erscheint in diesem Zusammenhang der Einsatz von Grubbern mit angebauten zapfwellengetriebenen Geräten. In einem Arbeitsgang werden Bodenlockerung, Saatbettbereitung und eventuell auch die Saat durchgeführt (Bild 11). Derartige Kombinationen, z.B. aus zweibalkigen



Bild 11: Zweibalkige Grubber kombiniert mit zapfwellenge-
triebenen Geräten und Sämaschinen ermöglichen eine
Bodenlockerung und Bestellung in einem Arbeitsgang.

Grubbern und Fräsen, Zinkenrotoren und Kreiseleggen eignen sich besonders auf schweren Böden, wenn nur mit vergleichsweise geringen Fahrgeschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Sie ermöglichen einen guten Arbeitseffekt verbunden mit einer hohen Schlagkraft. Vorteilhaft ist auch die vergleichsweise geringe Baulänge dieser Kombinationen, sowohl hinsichtlich ihrer Handhabung als auch ihrer Ansprüche an die Hubkraft des Schleppers. Kritisch anzumerken bleibt allerdings, daß der An- und Abbau der Einzelgeräte häufig nur mit großen Mühen und nicht immer in Einmannarbeit möglich ist. Hier läßt sich noch einiges verbessern. Dies gilt auch für die zweibalkigen Grubber, wobei besonders auf ausreichende Zinkenabstände und Freiräume zwischen Boden und Anlenkpunkten sowie Zapfwellendurchtrieb zu achten ist, um ein störungsfreies Arbeiten zu gewährleisten. Ein vielseitiger und kostengünstiger Einsatz der genannten Grubberkombinationen erscheint besonders dann gegeben, wenn die Einzelgeräte sowohl kombiniert als auch getrennt eine hohe Funktions- und Betriebssicherheit aufweisen und durch schnelles und einfaches Koppeln bzw. Lösen zu jeder Zeit in jeder Form verfügbar sind.

Dort, wo es der Bodenzustand erlaubt und wo die Fahrspuren nicht zu tief sind, kann auch auf das Grubbern verzichtet werden. In vielen Fällen reicht dann der alleinige Einsatz von Frässaatmaschinen oder ähnlichen Kombinationen für eine Wintergetreidebestellung in einem Arbeitsgang aus (Bild 12). Derartige Verfahren zeichnen sich durch eine besonders hohe Schlagkraft aus und werden seit Jahren mit Erfolg in der Praxis eingesetzt.



Bild 12: Sind keine tiefen Fahrspuren vorhanden, kann Wintergetreide in einer Überfahrt mit Frässaatmaschinen bestellt werden.

Der Rotary Digger, eine Alternative für schwierige Verhältnisse

Der Einsatz des Grubbers kann zwar gegenüber dem Pflügen vorteilhafter sein, aber in nassen Herbstern können schlupfbedingte Leistungsverluste so groß werden, daß sich der Übergang auf zapfwellengetriebene Geräte empfiehlt, will man z.B. auf die Winterweizenbestellung nicht verzichten. Wird der Einsatz gezogener Geräte durch zu hohe Bodenfeuchte begrenzt, bietet sich z.B. der Rotary Digger als Alternative an. Diese in England entwickelte und erprobte Maschine wird mittlerweile auch bei uns angeboten. Sie arbei-

tet mit einem langsam laufenden, zapfwellengetriebenen Rotor mit großem Durchmesser, der mit fräsmesserartigen Werkzeugen bestückt ist. Englische Versuche und Erfahrungen zeigen, daß der Aufwand an Arbeitszeit, Energie und Kosten gegenüber dem Pflügen etwa um 50% gesenkt wird. Ertragseinbußen wurden nicht festgestellt. Wichtig ist, daß Schlupf und dadurch bedingte Bodenschäden vermieden werden. Bearbeitungssohlen treten nicht auf. Ein 2,5 m breiter Rotary Digger benötigt bei 6 km/h einen 74 kW (100 PS)-Schlepper.

Gerätevergleich

Vergleicht man die genannten Geräte für die Grundbodenbearbeitung, so bleiben deutliche Unterschiede im Arbeitseffekt, auf die bereits hingewiesen wurde, festzustellen.

Der Arbeitseffekt ist in vielen Fällen allein entscheidend für den Einsatz eines bestimmten Gerätes. Mit zunehmendem Tonanteil des Bodens, unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen und mit steigendem Wintergetreideanteil in der Fruchtfolge gewinnt neben dem Arbeitseffekt die Schlagkraft als Beurteilungskriterium an Bedeutung.

Anhand eines Beispiels (Tafel 2) werden die Leistungen verschiedener Pflug- und Gruberverfahren gegenübergestellt. Unterstellt sind ein 88 kW (120 PS)-Schlepper, der an der Leistungsgrenze arbeitet und eine Schlaggröße von 5 ha. Bei der Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes blieben Nebenzeiten unberücksichtigt, da sie von Fall zu Fall sehr unterschiedlich sein können. Die Werte für Flächenleistung enthalten dagegen einen Abzug von 20% für Rüst- und Wegezeiten, um in etwa praxisnahe Werte zu vermitteln. Die angegebenen Absolutwerte sind bei diesem Vergleich auch weniger wichtig, da sie sich je nach Einsatzverhältnissen und Annahmen ändern. Entscheidend ist das Verhältnis zwischen den Verfahren, das durch die Relativwerte gekennzeichnet ist. Die in diesem Vergleich ermittelten Relationen stimmen auch mit anderen Untersuchungen und praktischen Erfahrungen überein.

Tafel 2: Leistungen verschiedener Bestellverfahren

Arbeitszeitbedarf (h/ha) und Kraftstoffverbrauch (l/ha) verschiedener Bestellverfahren

Verfahren	Boden								
	"le i c h t"			"m i t t e l"			"s c h w e r"		
	h/ha	rel.	l/ha	h/ha	rel.	l/ha	h/ha	rel.	l/ha
Pflug + Kreiselegge (Fräse, Zinkenrotor) / Drillmaschine	1,56	<u>100</u>	44	1,93	<u>100</u>	54	2,77	<u>100</u>	78
Grubber + Kreiselegge (Fräse, Zinkenrotor) / Drillmaschine	0,97	62	27	1,16	60	33	1,28	46	36
Grubber / Kreiselegge (Fräse, Zinkenrotor) / Drillmaschine	0,60	39	17	0,72	37	20	0,89	32	25

Flächenleistung (ha/h) verschiedener Bestellverfahren

Verfahren	Boden								
	"le i c h t"			"m i t t e l"			"s c h w e r"		
	ha/h	ha/8 h	rel.	ha/h	ha/8 h	rel.	ha/h	ha/8 h	rel.
Pflug + Kreiselegge (Fräse, Zinkenrotor) / Drillmaschine	0,53	4,24	<u>100</u>	0,43	3,44	<u>100</u>	0,30	2,40	<u>100</u>
Grubber + Kreiselegge (Fräse, Zinkenrotor) / Drillmaschine	0,86	6,88	162	0,72	5,76	167	0,64	5,12	213
Grubber/Kreiselegge (Fräse, Zinkenrotor) / Drillmaschine	1,39	11,12	262	1,16	9,28	269	0,93	7,44	310

Die in Tafel 2 angegebenen Werte zeigen, daß mit zunehmendem Tonanteil des Bodens der Aufwand an Zeit und Energie für das Pflugverfahren größer wird. Dieser Anstieg ist bei den Grubberverfahren weniger deutlich, so daß sich besonders auf dem schweren Boden die Vorteile des Grubbereinsatzes bemerkbar machen. Einerseits ist der Arbeitszeitbedarf für das Grubbern geringer und andererseits vermindert sich auch der Zeitaufwand für die Saatbettbereitung. Beides zusammen führt im Vergleich zum Pflugverfahren auf dem schweren Boden zu einer Reduzierung des Arbeitszeit- und Kraftstoffbedarfes um mehr als 50% beim getrennten Einsatz und um fast 70% beim kombinierten Einsatz von Grubber, Zapfwellengerät und Sämaschine. Entsprechend erhöht sich die Flächenleistung im Verhältnis von etwa 1:2:3, d.h. in einer bestimmten Zeitspanne kann mit den Grubberverfahren (je nachdem, ob getrennt oder kombiniert) im Vergleich zum Pflugverfahren die zwei- bis dreifache Fläche bestellt werden.

Diese deutlich höhere Schlagkraft ermöglicht in knappen Zeitspannen, z.B. nach später Mais- oder Rübenernte, die termingerechte Bestellung von Winterweizen und zwar in einem Umfang, der nach dem Pflügen nicht immer möglich ist. Diese höheren Leistungen führen in Verbindung mit entsprechend geringeren Kosten zu deutlichen ökonomischen Vorteilen, die für den Landwirt besonders interessant sind, wenn der Pflugverzicht nicht mit Ertragseinbußen verbunden ist.

Wie wirkt sich eine unterschiedliche Grundbodenbearbeitung auf die Pflanzenenerträge aus? Die in der Tafel 3 und 4 dargestellten Ergebnisse aus mehrjährigen Feldversuchen auf unterschiedlichen Standorten im Rahmen bestimmter Fruchtfolgen lassen sich zwar nicht verallgemeinern und sind nur begrenzt übertragbar, ermöglichen aber doch eine realistische Einschätzung verschiedener Verfahren. Sie zeigen, daß sowohl nach Einsatz des Grubbers und des Rotary Diggers im Vergleich zum Pflügen keine Ertragseinbußen ermittelt wurden. Mögliche geringe Abweichungen bewegen sich im Rahmen der Fehlergrenzen.

	Hohenheim			Jhinger Hof			Messelhof			Forchheim		
	M	W	G	M	W	G	M	W	G	M	W	G
Pflug	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Grubber	101	103	102	100	105	102	95	95	102	102	104	100

Tafel 3: Kornerträge (M=Mais, W=Winterweizen, G=Sommergerste) nach Einsatz verschiedener Grundbodenbearbeitungsgeräte auf verschiedenen Standorten (1975-79). Durchschnittswerte (rel.) nach Untersuchungen von Köller.

	Boxworth	Rothamstedt	Silsoe
Pflug	100	100	100
Grubber	99	98	99
Rotary Digger	98	97	102

Tafel 4: Kornerträge (Weizen, Gerste) nach Einsatz verschiedener Grundbodenbearbeitungsgeräte auf verschiedenen Standorten (1973-77). Durchschnittswerte (rel.) nach Untersuchungen von Patterson.

Abschließend bleibt also festzustellen, daß der Pflugverzicht nicht nur zu einer deutlichen Schlagkraftherhöhung führt, sondern auf der Grundlage gleicher Erträge mit ökonomischen Vorteilen verbunden ist.

Zusammenfassung

Betrachtet man die Stoppelbearbeitung in Zusammenhang mit der Grundbodenbearbeitung so empfiehlt sich dort, wo Stroh eingearbeitet werden muß/und oder wo anschließend nicht gepflügt wird der Einsatz von Grubbern, Fräsen oder Kombinationen aus beiden Geräten. Diese Geräte ermöglichen auch unter schwierigen Bedingungen eine gute Stroheinmischung in den Boden und sind aufgrund ihrer Vielseitigkeit auch im Rahmen der Grundbodenbearbeitung erfolgreich einzusetzen.

Der Pflug ist zwar das Standardgerät für die Grundbodenbearbeitung, sein Einsatz stößt aber mit zunehmendem Tonanteil des Bodens, bei ungünstigen klimatischen Verhältnissen und in Fruchtfolge mit hohem Wintergetreideanteil an Grenzen. Wegen seiner geringeren Schlagkraft und der aufwendigeren Nachbearbeitung gewinnen unter den genannten Bedingungen andere Geräte an Bedeutung. Dies gilt besonders für den Grubber und mit dem Grubber kombinierte zapfwellengetriebene Geräte. Ist beim Einsatz gezogener Geräte mit hohem Schlupf und entsprechend hohen Leistungsverlusten zu rechnen, kann der zapfwellengetriebene Rotary Digger eine Alternative sein.

Der Verzicht auf das Pflügen führt besonders unter schwierigen Bedingungen zu einem geringeren Arbeitszeit- und Energiebedarf und bei vergleichbaren Erträgen zu deutlichen ökonomischen Vorteilen.

Wenn auch die genannten Ergebnisse nicht zu verallgemeinern sind, so bleibt doch festzustellen, daß ein erfolgreicher Pflugverzicht möglich ist. Die technischen Voraussetzungen sind vorhanden. Ob und in welchem Umfang eine erfolgreiche Bodenbearbeitung ohne Pflug möglich ist, hängt entscheidend von den Kenntnissen und Erfahrungen des Landwirtes ab, die notwendig sind,

um ein den jeweiligen Standortverhältnissen angepaßtes Bodenbearbeitungssystem zu entwickeln.

Wenn die Ansprüche von Boden, Klima und Pflanzen bekannt sind, ist die Frage ob mit oder ohne Pflug von untergeordneter Bedeutung.



Abb. 13· Unter schwierigen Bedingungen kann der schlupffreie Einsatz des Rotary Digger eine Alternative zu gezogenen Geräten sein.

Mähdrescher-Technik im Wandel?

von Prof. Dr. Manfred Eimer, Institut für Landmaschinenkunde an der Georg-August-Universität, Göttingen

Seit Einführung des Mähdreschers bedient man sich bei der Getreideernte fast ausschließlich des Schlagleisten-Dreschprinzips zum Lösen der Körner aus den Ähren und des Hordenschüttlers zur Korn/Stroh-Trennung, also Arbeitsorganen, die sich bereits in stationären Dreschmaschinen bewährt hatten. Sie mußten auf die speziellen Anforderungen des Feldeinsatzes - wie feuchteres Erntegut und in weiten Grenzen variierende dreschtechnische Eigenschaften - abgestimmt werden. Es gab seitdem immer wieder Vorschläge und Lösungen, vor allem die Korn/Stroh-Trennung durch meist rotierende Einrichtungen effektiver durchzuführen und so zu einer leistungsfähigeren wie auch kompakteren Maschine zu kommen. Nach wie vor hat sich aber die ursprüngliche Konzeption behaupten können, dies vor allem deswegen, weil sie sich einfach auf die verschiedenen Körnerfruchtarten und unterschiedlichen Erntebedingungen einstellen läßt sowie im Mittel aller Einsatzbedingungen hohe Durchsatzleistungen bei gleichzeitig guter Arbeitsqualität gewährleistet.

1. Leistungsstand herkömmlicher Mähdrescher

Durch eine zielstrebige Weiterentwicklung der Effektivität von Arbeits- und Förderorganen konnte die Durchsatzleistung herkömmlicher Mähdrescher bei Einhaltung der hohen Arbeitsqualität ständig gesteigert werden. Höhere Durchsatzleistungen waren aber nur mit leistungsstärkeren Antriebsmotoren zu erzielen. Die Entwicklung bei den Mähdreschern seit 1955 [1] zeigt einen stetigen Anstieg der Strohdurchsatzleistungen in Weizen bei 1% Körnerverlusten wie auch der Motorleistungen (Bild 1). Ein Ende dieser Entwicklung zeichnet sich nach dem bisherigen Verlauf der Kurven noch nicht ab.

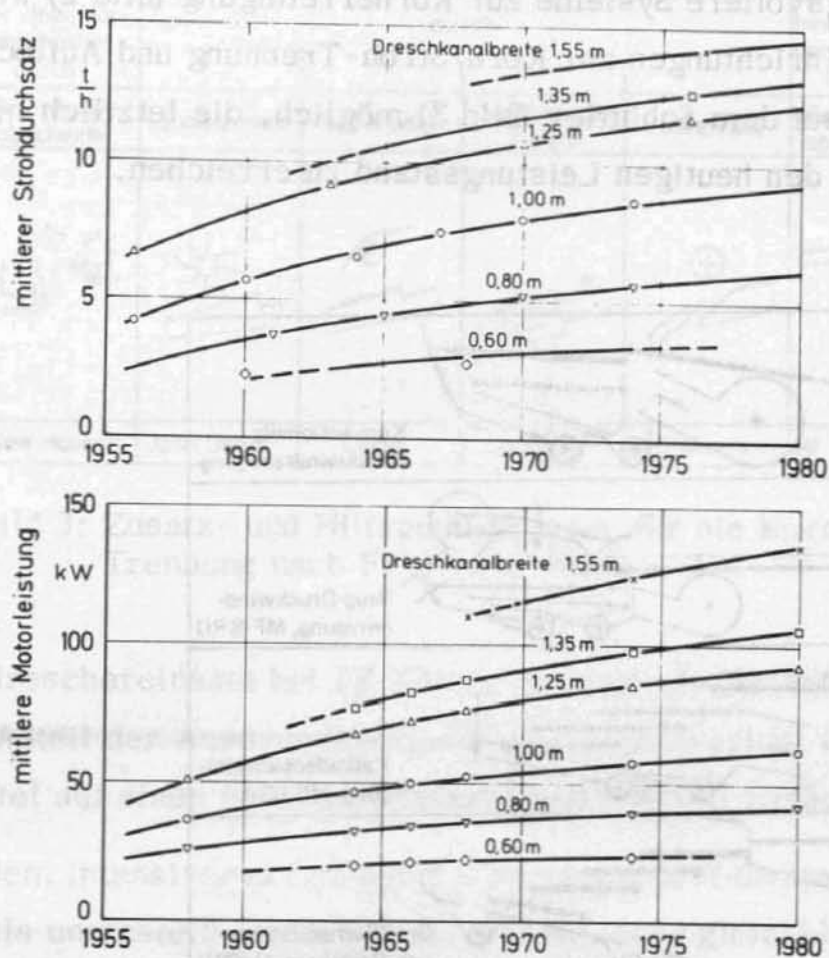


Bild 1: Strohdurchsatz bei 1% Körnerverlusten in Weizen und Motorleistung von Mähdreschern in den Jahren 1955 bis 1980 (Durchsatz und Körnerverluste nach DLG-Prüfberichten [2], Motorleistung nach Firmenangaben)

Da die Leistung von Mähdreschern weitgehend durch den erzielten Durchsatz und die Arbeitsqualität der Dreschtrommel bestimmt wird, auf die auch die nachfolgenden Arbeitsorgane, Schüttdler und Reinigung, ausgelegt sind, ist ein Vergleich an Hand nur einer geometrischen Kenngröße, der Dreschkanalbreite, gegeben [1]. Sie dient hier als Bezugskennggröße für die weiteren Betrachtungen.

Um 1970 erreichten die Mähdrescher mit einer Dreschkanalbreite um 1,55 m die Grenzen der baulichen Abmessungen, welche für Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr nach der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) noch zulässig sind (Bild 1). Eine weitere Steigerung der Durchsatzleistung wurde

durch wirkungsvollere Systeme zur Körnerreinigung (Bild 2) wie auch durch zusätzliche Einrichtungen zur Korn/Stroh-Trennung und Auflockerung der Strohschicht auf dem Schüttler (Bild 3) möglich, die letztlich maßgeblich dazu beitragen, den heutigen Leistungsstand zu erreichen.

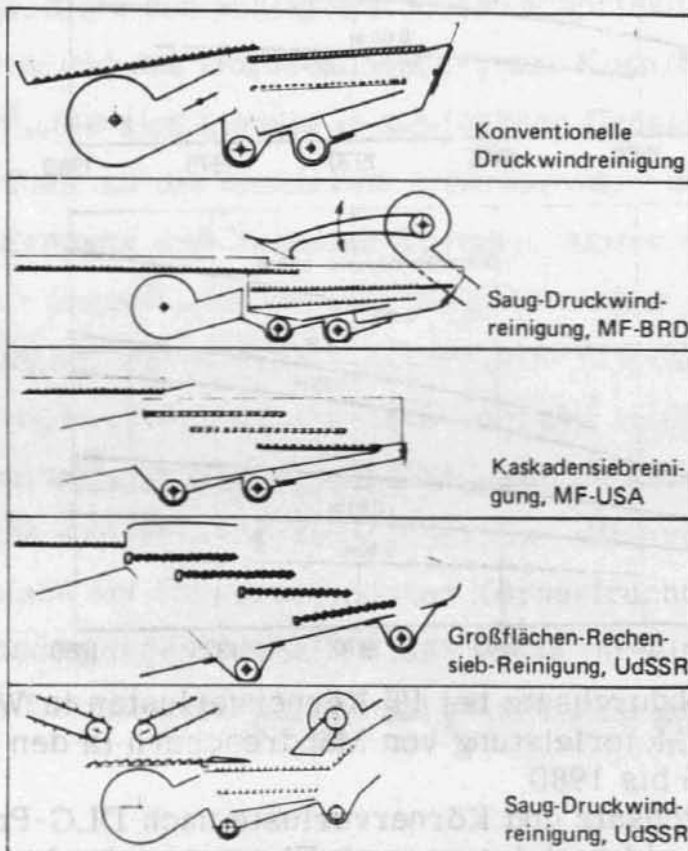


Bild 2: Bauarten von Einrichtungen zur Körnerreinigung nach Herbsthofer [3]

Der Anstieg von Strohdurchsatz und Motorleistung hat sich auch auf die Aufteilung der Verluste ausgewirkt, wie aus den Meßergebnissen in Weizen von Mähdrescher-Prüfungen aus den Jahren 1962 und 1975 hervorgeht (Bild 4). Obwohl bei dieser Gegenüberstellung die Mähdrescher wie auch die Erntebedingungen nicht direkt vergleichbar sind, läßt sich eine Tendenz erkennen, welche auch durch andere Prüfungsergebnisse bestätigt wird.




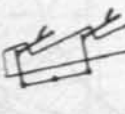


zusätzliche Kornabtrennung vor dem Hordenschüttler durch	zusätzliche Gutauflockerung auf dem Hordenschüttler durch				zusätzliche Kornabtrennung hinter dem Hordenschüttler durch
	Zentrifugalabscheider	Taumelzinken	Rafferzinken	schwingende Zinken	
					
New Holland	John Deere	Claas	Laverda	Al Chalmers, USA	MF Großbrit

Bild 3: Zusatz- und Hilfseinrichtungen für die Korn/Stroh-Trennung nach Freye und Wacker 4

Der Mähdreschereinsatz bei 1% Körnerverlusten in Weizen zeigt, daß:

- der Anteil der Ausdruschverluste am Gesamtverlust von etwa einem Fünftel auf einen fast vernachlässigbaren Anteil zurückging,
- bei dem intensiveren Dreschen eine deutliche Zunahme des Kurzstrohananteils unterstellt werden muß, was bei etwa gleichbleibenden Reinigungsverlusten auf eine leistungsfähigere Reinigungsanlage hinweist,
- die Schüttlerverluste trotz höherem Strohdurchsatz und Kurzstrohananteil nur unwesentlich anstiegen,
- sich ein breiterer einzuhaltender Arbeitsbereich um die 1%-Verlustgrenze ergab und
- dafür aber eine Erhöhung des Bruchkornanteils von 0,3 auf 2,6% in Kauf genommen werden mußte.

Die Entwicklung des mittleren Leistungsstandes in Deutschland angebotener Mähdrescher wird besonders deutlich an der Zusammenstellung von Motorleistung, Dreschkanalbreite und Strohdurchsatz bei 1% Körnerverlusten in Weizen (Bild 5). Die erzielten Fortschritte früherer Jahre sind bedeutend.

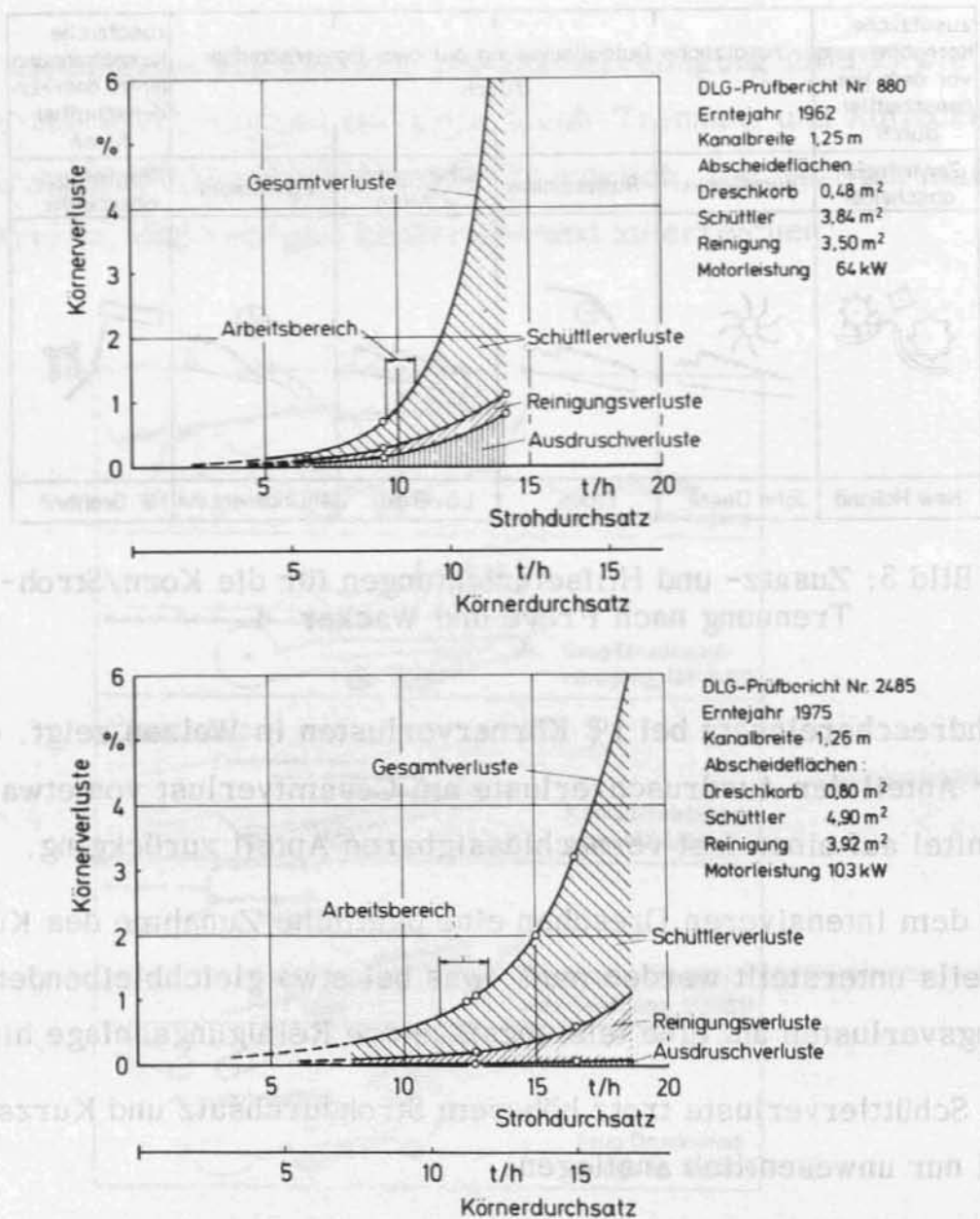
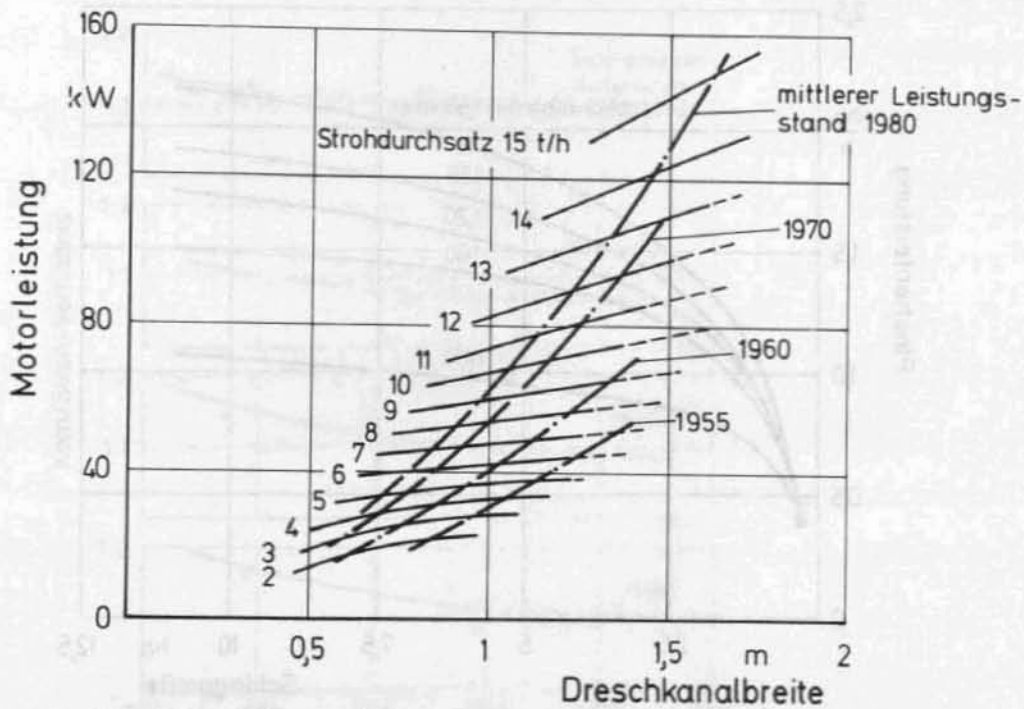


Bild 4: Durchsatz und Körnerverluste eines Mähdreschers von 1962 und 1975 in Weizen unter günstigen Erntebedingungen nach DLG-Prüfberichten [2]

Im Mittel konnte von 1955 (1960) bis 1980 die Durchsatzleistung auf das 2,5- (2-)fache bei Verdoppelung (1,6-fache) der Motorleistung gesteigert werden. Bei Mähdreschern mit kleiner Kanalbreite ist, was die Darstellung nicht gleich erkennen läßt, ein noch größerer Leistungsanstieg erzielt worden.



nach DLG-Prüfberichten und Firmenangaben

Bild 5: Dreschkanalbreite, Motorleistung und Strohdurchsatz bei 1% Körnerverlusten in Weizen von in der Bundesrepublik Deutschland angebotenen Mähdreschern (nach DLG-Prüfberichten [2] und Firmenangaben)

Beim Feldeinsatz von Mähdreschern beeinflussen Schlaggröße und -form sowie Hof-Feld- wie auch Feld-Feld-Entfernung neben der Durchsatzleistung die erzielbare Flächenleistung. Für ein Schlagbreiten/-längen-Verhältnis von 1 : 2 sind die mittleren Flächenleistungen von Mähdreschern unterschiedlicher Kanalbreite bei 1% Körnerverlusten in Weizen bei guten Ernteverhältnissen (5 t/ha Stroh, Korn/Stroh-Verhältnis 1 : 0,95) dargestellt, die an Hand von Ergebnissen aus DLG-Prüfberichten [2] errechnet wurden (Bild 6). Bei Feldgrößen von 0,5 ha ist die mittlere Flächenleistung einer Großmaschine gegenüber dem kleinsten Mähdrescher nur um ein Viertel größer. Erst auf Schlägen ab etwa 2 ha wirkt sich die höhere Strohdurchsatzleistung der großen Mähdrescher in wachsendem Maße auf die Flächenleistung aus, wobei gleichzeitig der Einfluß des zusätzlich notwendigen Zeitanteils für den An- und Abbau des Schneidtisches abnimmt. Besonders groß ist der Unterschied in der Flächenleistung zwischen einem Mähdrescher mit 0,8 m und

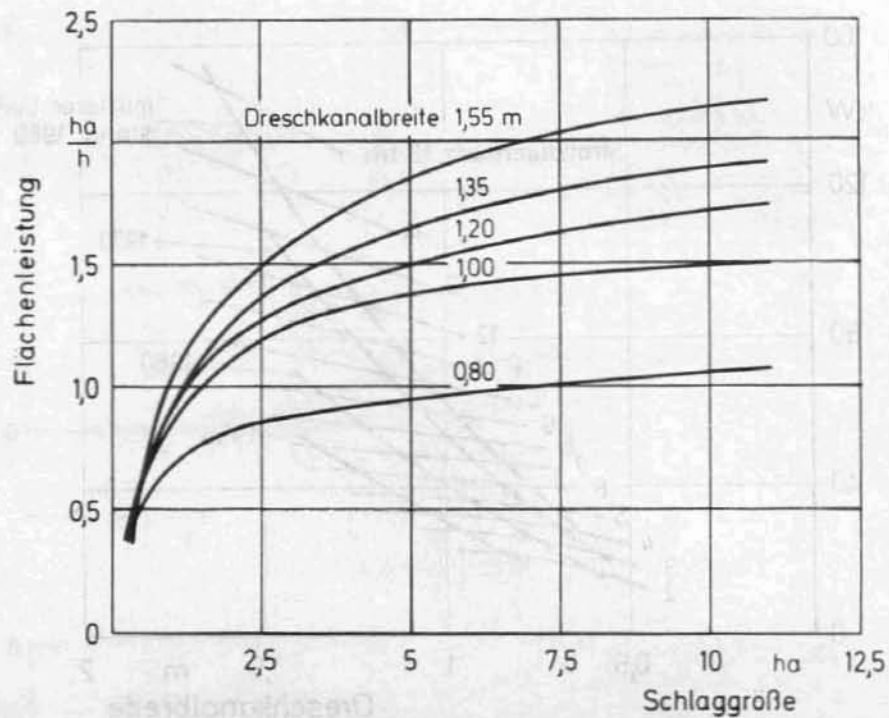


Bild 6: Schlaggröße, Dreschkanalbreite und Flächenleistung von Mähdreschern bei 1% Körnerverlusten in Weizen (Stand März 1980, errechnet nach DLG-Prüfberichten [2] für ein Schlagbreiten/-längen-Verhältnis von 1 : 2)

1,0 m Dreschkanalbreite, er beläuft sich auf etwa das 1,5-fache. Der Anstieg der Flächenleistung wird mit zunehmender Mähdreschergröße geringer.

Diese Leistungen wären - das sollte nicht unerwähnt bleiben - ohne züchterische Verbesserungen, wie standsichere, gleichmäßig abreifende Sorten mit kleinem Korn/Stroh-Verhältnis und durch ackerbauliche Maßnahmen wie beispielsweise gleichmäßige, unkrautfreie Bestände kaum zu erzielen gewesen. Die Entwicklung bei den Korn/Stroh-Verhältnissen mag dies exemplarisch verdeutlichen (Bild 7). Sie erreichen und unterschreiten die Verhältniswerte von 1 : 1, wobei anzumerken ist, daß die Masse von Stroh und Körnern auf eine einheitliche Feuchte von 16% bezogen wurde. Damit sind Korn/Stroh-Verhältnisse erreicht worden, wie sie auch in Nordamerika größenordnungsmäßig für Vergleichsprüfungen von Mähdreschern empfohlen werden [5]. In Deutschland hingegen muß die Ernte noch häufiger bei deutlich höheren Feuchten eingebracht werden.

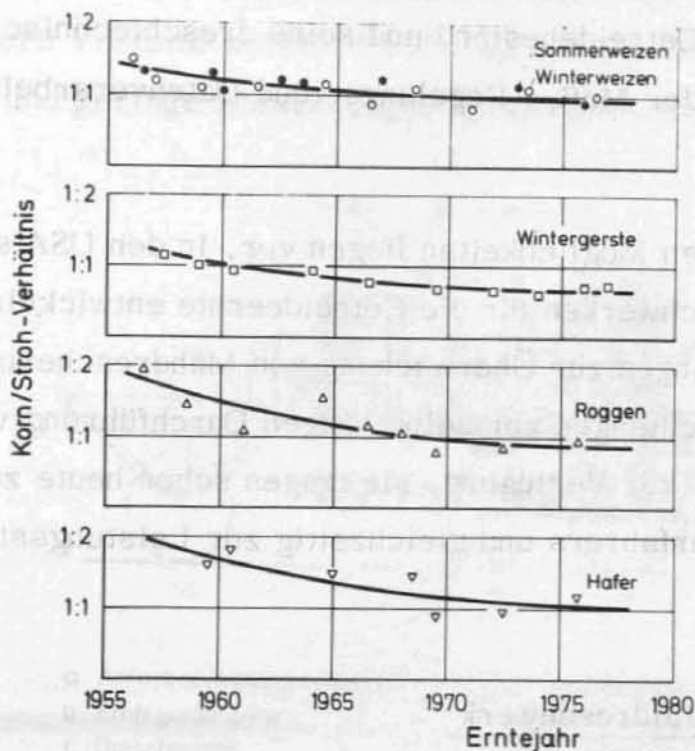


Bild 7: Entwicklung der Korn/Stroh-Verhältnisse bei Weizen, Gerste, Roggen und Hafer (nach DLG-Prüfberichten [2] und eigenen Messungen, umgerechnet auf eine einheitliche Feuchte von 16%)

Zusammenfassend kann über die Entwicklung der Mähdrescher mit Schlagleistendreschwerk und Hordenschüttler gesagt werden, daß in den letzten 25 Jahren eine beachtliche Steigerung der Durchsatzleistung bei gleichbleibend hoher Arbeitsqualität erzielt wurde. Die Tendenz des bisherigen Entwicklungsfortschritts läßt noch einen weiteren Leistungsanstieg erwarten.

Darüber hinaus stellt sich an dieser Stelle die Frage, welche anderen Möglichkeiten sich abzeichnen, um die Durchsatzleistung ohne Vergrößerung der baulichen Abmessungen weiter zu erhöhen. Dies wäre erreichbar durch:

- die Anwendung neuer Technologien für das Dreschen und zur Korn/Stroh-Trennung sowie

- eine selbsttätige, kontinuierliche Anpassung der Mähdreschereinstellung an den Getreidebestand und seine dreschtechnischen Eigenschaften mit Hilfe der Meß-, Regelungs- und Datenverarbeitungstechnik.

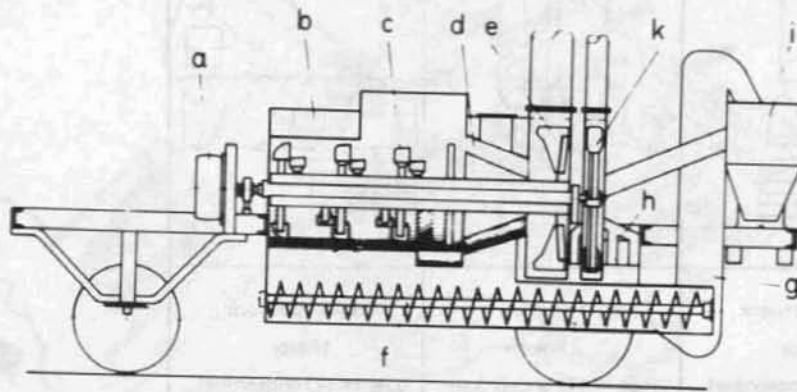
Erste Lösungen zu beiden Möglichkeiten liegen vor. In den USA sind Mähdrescher mit Axialdreschwerken für die Getreideernte entwickelt worden. Elektronische Einrichtungen zur Überwachung von Mähdrescherorganen und -funktionen sowie Einrichtungen zur selbsttätigen Durchführung von Teilaufgaben stehen bereits zur Verfügung, sie tragen schon heute zur Entlastung des Mähdrescherfahrers und gleichzeitig zur Leistungssteigerung bei.

2. Mähdrescher mit Axialdreschwerk

Die aus den USA kommenden Mähdrescher mit Axialdreschwerk sind aus dem Maisrebler entwickelt worden. Beim Reblen erfolgt das Entkörnen mittels einer mit Schlägern oder Leisten besetzten Welle (Gesamtdurchmesser um 30 cm) durch Ausreiben der Maiskolben mit mäßiger Umfangsgeschwindigkeit. Das Erntegut wird in Richtung der Drehachse spiralförmig fortbewegt. Dabei werden die Körner durch den Korb so gut wie restlos abgeschieden. Ein Schüttler ist daher entbehrlich. Das Axialdreschwerk stellt dadurch zumindest eine kompaktere Mähdrescher-Bauweise in Aussicht.

Der Axialdrusch von Getreide ist grundsätzlich nicht neu. Vor mehr als 50 Jahren entwickelte der deutsche Konsul Schlayer eine Dreschmaschine mit Axialdreschorgan in Spanien [6]. Bei dieser Maschine (Bild 8) wird das Getreide durch spiralförmig auf einer Welle angeordnete Schläger gegen einen Korb ausgedroschen, das Stroh fortbewegt und dabei die Körner abgeschieden. Die Antriebsleistung entsprach der anderer Dreschmaschinen vergleichbarer Durchsatzleistungen, wenn der Leistungsanteil für das Strohgebläse unberücksichtigt blieb. Mit der Axial-Dreschmaschine war ein außerordentlich

sauberer und bruchfreier Ausdrusch bei geringen Verlusten zu erzielen [6]. Als weitere Vorteile wurden die einfache und billige Bauweise sowie geringes Gewicht und geringe Abmessungen herausgestellt.



- | | |
|-------------------------------|------------------|
| a Antriebsriemenscheibe | f Kornerschnecke |
| b Erntegutaufgabe | g Kornerelevator |
| c Dreschorgan | h Vorreinigung |
| d Korn/Stroh Trenneinrichtung | i Nachreinigung |
| e Strohgeblase | k Kaffgeblase |

Bild 8: Die "Schlayer-Heliaks"-Dreschmaschine, nach [6]

Bei den derzeitigen Mähdreschern mit Axialdreschwerk kann zwischen drei Bauarten unterschieden werden (Bild 9): Dreschwerk in Maschinenlängsrichtung mit einem Rotor oder Doppelrotor sowie Dreschorgan quer zur Fahrtrichtung. Die Rotoren werden als geschlossene Trommel mit Durchmessern, die denen der Schlagleistendreschwerke entsprechen, ausgeführt (Bild 10). Am Einlauf weisen sie Einleger auf, gefolgt von Dreschleisten, die durch Förderleisten abgelöst werden. Die Umfangsgeschwindigkeit erreicht und übertrifft die der herkömmlichen Dreschwerke. Ein Auswerfer mit Korbrechen ist dem Axialdreschorgan nachgeschaltet. Unter der Dresch- und Abscheideeinrichtung befindet sich die Reinigung. Der Aufbau des Doppelrotor-Dreschwerkes (Bild 11) ist bis auf die Zwillingausführung der Rotoren mit ihren Körben ähnlich der vorherigen Konstruktion.

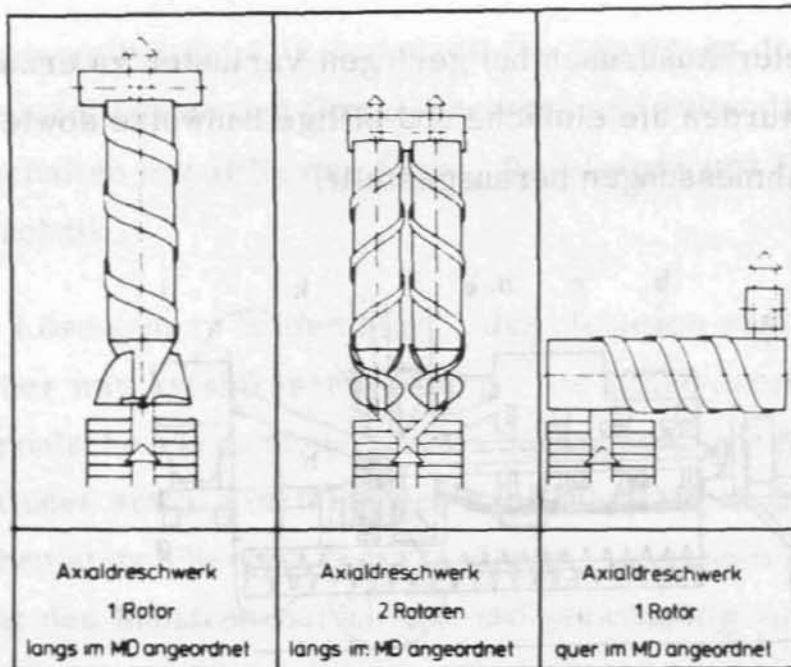


Bild 9: Bauarten der Axialdreschwerke in amerikanischen Großmähdreschern, nach Wacker und Freye [7]

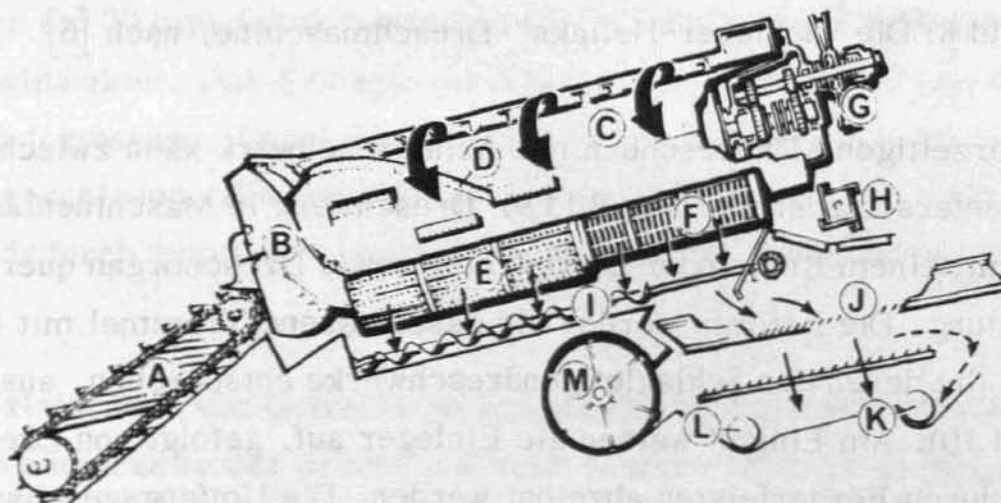
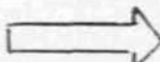

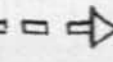


Bild 10: Arbeitsorgane eines Mähdreschers mit Axialdreschwerk, Dreschwerk in Maschinenlängsachse, nach Firmenunterlagen

A = Einzugsелеватор	F = Abscheidekorb	J = Siebe
B = Einleger	G = Förderschnecken	K = Überkehrschnecke
C = Rotor	H = Auswurftrummel	L = Körnerschnecke
D = Schlagleisten	I = Rotorantrieb mit Überlastsicherung	M = Reinigungsgebläse
E = Dreschkorb		

 Erntegut
  Körner
  Überkehrgut

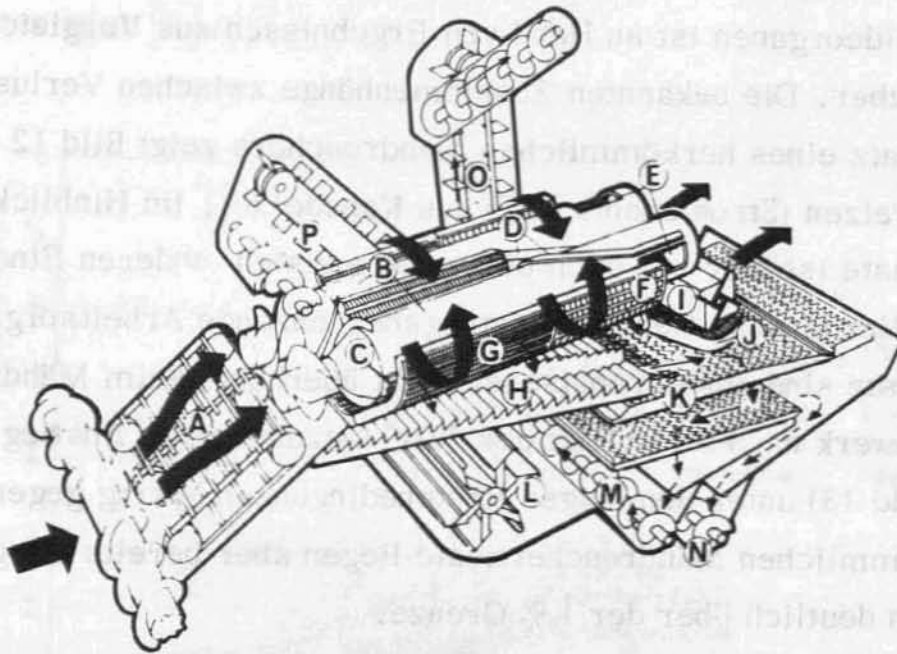


Bild 11: Arbeitsorgane eines Mähdreschers mit Doppelrotor-Axialdreschwerk, Dreschwerk in Maschinenlängsachse, nach Firmenunterlagen

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| A = Einzugselevator | I = Auswurftrummel |
| B = Doppelrotor | J = Abscheiderechen |
| C = Schlagleisten | K = Ober- und Untersieb |
| D = Abscheideleisten | L = Reinigungsgebläse |
| E = Rotorenantrieb | M = Körnerschnecke |
| F = Abscheidekorb | N = Überkehrschnecke |
| G = Dreschkorb | O = Körnerelevator (zum Korntank) |
| H = Aufbereitungsboden | P = Überkehrelevator |

Erntegut Körner Überkehrgut

Bei der Bauform mit Dreschorgan quer zur Fahrtrichtung begrenzt die zulässige Breite für Fahrzeuge die mögliche Länge des Rotors und somit auch die Durchsatzleistung des Arbeitsorgans. Von Vorteil ist die bessere und direkte Beschickung dieses Axialdreschwerks mit Erntegut als bei den zuvor genannten Lösungen, bei denen der Getreidestrom fast 90° umgelenkt und in einem Fall auch noch aufgeteilt werden muß.

Die Leistungsfähigkeit von Mähdreschern mit unterschiedlichen Dresch- und Abscheideorganen ist an Hand von Ergebnissen aus Vergleichsprüfungen abschätzbar. Die bekannten Zusammenhänge zwischen Verlusten und Strohdurchsatz eines herkömmlichen Mähdreschers zeigt Bild 12 bei der Ernte von Weizen (Strohfeuchte 13%) aus Kanada [8]. Im Hinblick auf die Körnerverluste ist hier wie auch unter den meisten anderen Einsatzbedingungen der Hordenschüttler das leistungsbegrenzende Arbeitsorgan. Die Ausdruschverluste sind aus europäischer Sicht überhöht. Beim Mähdrescher mit Axialdreschwerk nach Bild 11 ist der durchsatzabhängige Anstieg der Gesamtverluste (Bild 13) unter den obigen Erntebedingungen gering gegenüber denen eines herkömmlichen Mähdreschers; sie liegen aber bereits bei geringen Durchsätzen deutlich über der 1 % Grenze.

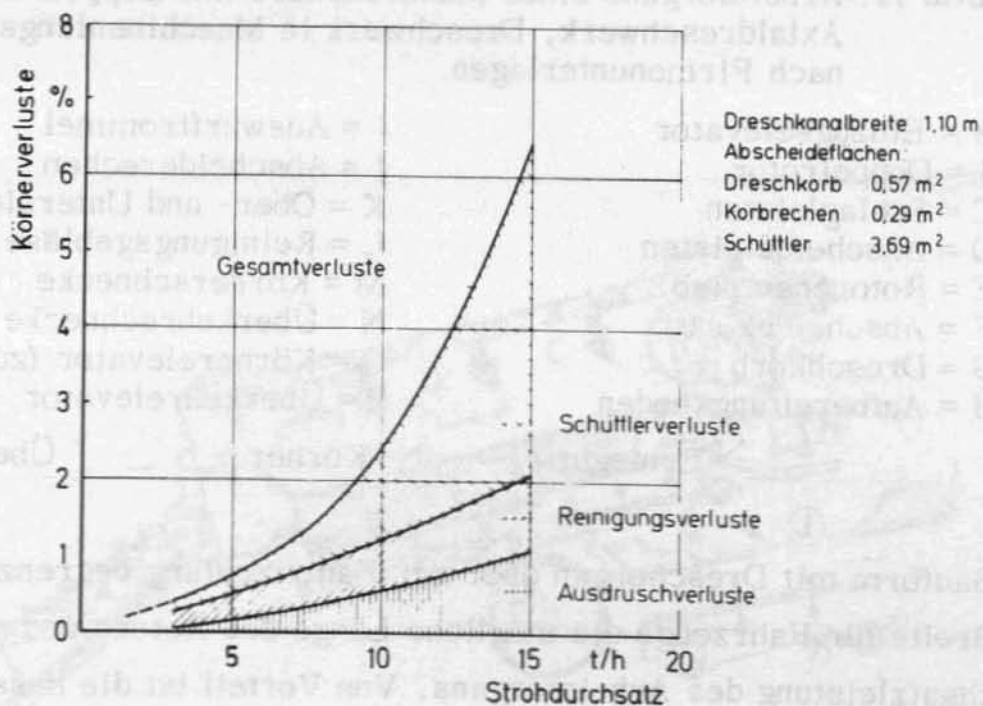


Bild 12: Durchsatz und Körnerverluste eines Mähdreschers mit Tangential- (Schlagleisten-) Dreschwerk und Hordenschüttler in Weizen, nach Wrubleski und Smith [8]

Den größten Verlustanteil bilden die Ausdruschverluste, sie betragen bei dem nicht leicht zu entkörnenden Weizen mehr als die Hälfte der Gesamtverluste. Für leicht erdreschbares Getreide wie beispielsweise Gerste sind

die Ausdruschverluste beim Axialdreschwerk sowohl absolut als auch anteilig deutlich geringer [8].

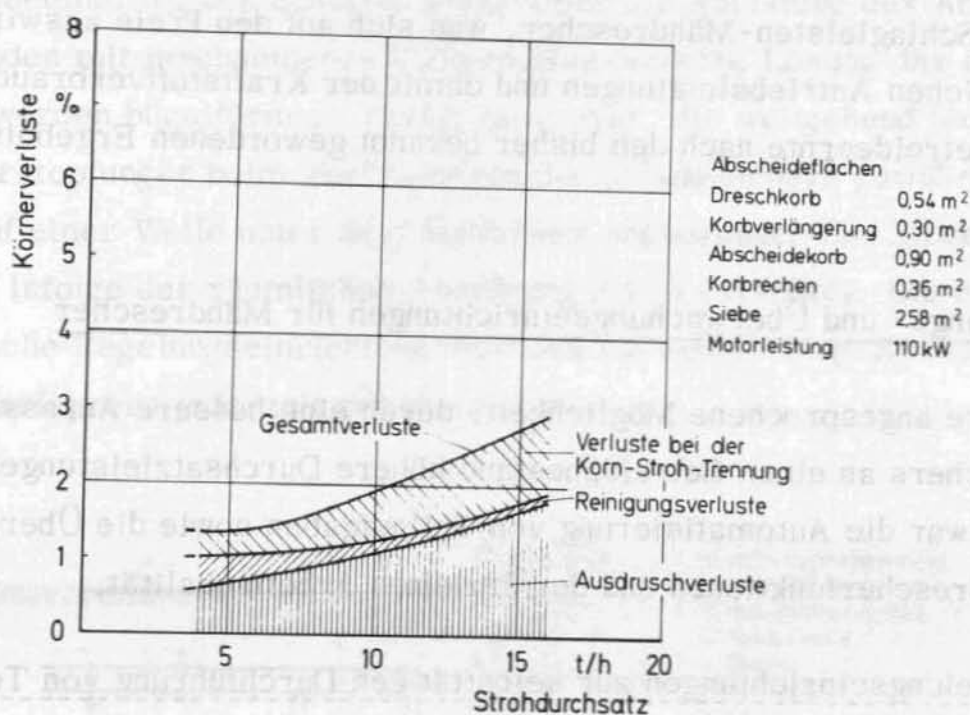


Bild 13: Durchsatz und Körnerverluste eines Mähdreschers mit Doppelrotor-Axialdreschwerk in Weizen, nach Wrubleski und Smith [8]

Erste Vergleichsuntersuchungen mit Axial-Mähdreschern liegen auch aus Europa vor [9, 10]. Sie bestätigen tendenzmäßig die Versuchsergebnisse aus Nordamerika. Derzeit ist unter den hiesigen feuchten Erntebedingungen und besonders bei höherem Grüngutanteil die Verlustgrenze von 1% in Getreide mit Axialdreschwerken nicht immer einzuhalten, da diese auf die amerikanischen Anforderungen von 3% Körnerverlusten ausgelegt wurden [5]. Inwieweit eine abgeänderte Einstellung und neue Dresch-Abscheide-Körbe zu niedrigeren Verlusten bei gleichzeitig hohen Durchsätzen führen können, kann derzeit noch nicht angegeben werden. In der Maisernte sind die Axial-Mähdrescher den herkömmlichen Mähdreschern offenbar überlegen [9]. Sie konnten sich daher besonders große Marktanteile in den Gebieten der USA mit Getreide-, Mais- und Sojabohnenanbau erobern.

Axialdrescherwerke erlauben auch bei deutlich größerem Korntank eine kompaktere Bauweise des Mähdreschers. Diese Maschinen zeichnen sich durch eine besondere Laufruhe aus. Das Maschinengewicht allerdings ist höher als beim Schlagleisten-Mähdrescher, was sich auf den Preis auswirkt. Die erforderlichen Antriebsleistungen und damit der Kraftstoffverbrauch liegen bei der Getreideernte nach den bisher bekannt gewordenen Ergebnissen höher [9].

3. Regelungs- und Überwachungseinrichtungen für Mähdrescher

Die andere angesprochene Möglichkeit, durch eine bessere Anpassung des Mähdreschers an einen Getreidebestand höhere Durchsatzleistungen zu erreichen, war die Automatisierung von Teilaufgaben sowie die Überwachung von Mähdrescherfunktionen und der erzielten Arbeitsqualität.

3.1. Regelungseinrichtungen zur selbsttätigen Durchführung von Teilaufgaben

Bekanntere Untersuchungen und Einrichtungen zur Automatisierung von Teilaufgaben am Mähdrescher erstrecken sich auf die Bereiche:

- des Schneidens und Aufnehmens von Erntegut
- des Dreschvorgangs und
- des Ausgleichs von Hangneigungen.

Ziel aller Bemühungen ist die Automatisierung und Optimierung des gesamten Mähdruschprozesses.

3.1.1. Schneiden und Aufnehmen des Erntegutes

Beim Schneiden und Aufnehmen des Erntegutes müssen die Schneidhöhe, die Einstellung der Haspel und die Einhaltung der Schnittbreite fortlaufend auf die vorliegenden Gegebenheiten eines Getreidebestandes abgestimmt werden. Unter schwierigen Erntebedingungen ist der Fahrer eines Mähdreschers meist schnell überfordert, diesen Aufgaben nachzukommen. Hohe Aufnahme-

verluste sind oft die Folge. Daher dürften sich vor allem in diesem Bereich Investitionen bald rentieren.

Zur Höhenführung des Schneidtisches stellt die Abtastung des Abstandes zum Boden mit mechanischen Fühlern eine einfache Lösung dar (Bild 14). Heute werden bügelförmige Taster bevorzugt, die weitgehend Sicherheit vor Verstopfungen beim Zurücksetzen des Mähdreschers gewährleisten; sie sind auf einer Welle unter dem Mähbalken angeordnet. Das Steuersignal kommt infolge der räumlichen Anordnung etwas verspätet. Die elektrohydraulische Regelungseinrichtung muß den manuellen Eingriff des Mähdrescherfahrers jederzeit gewährleisten.

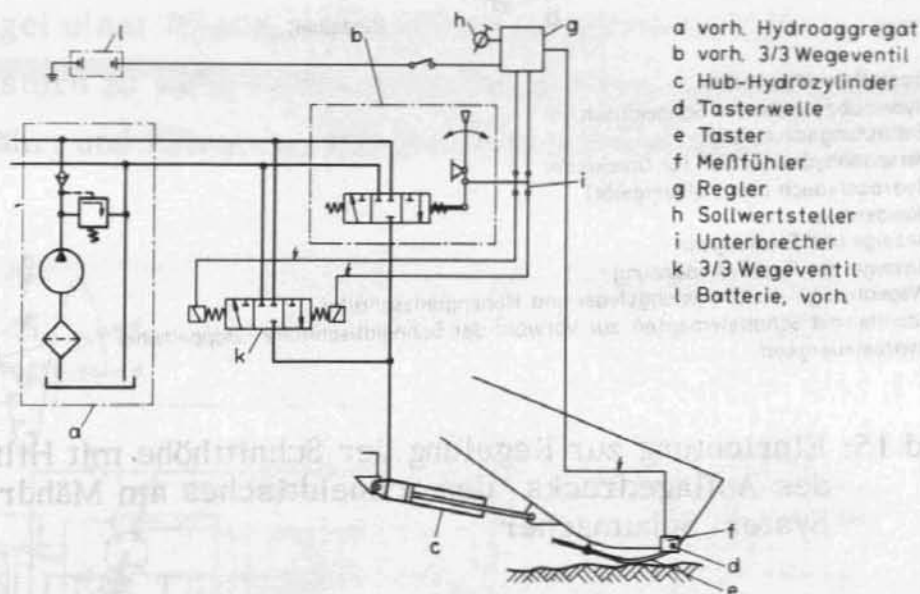
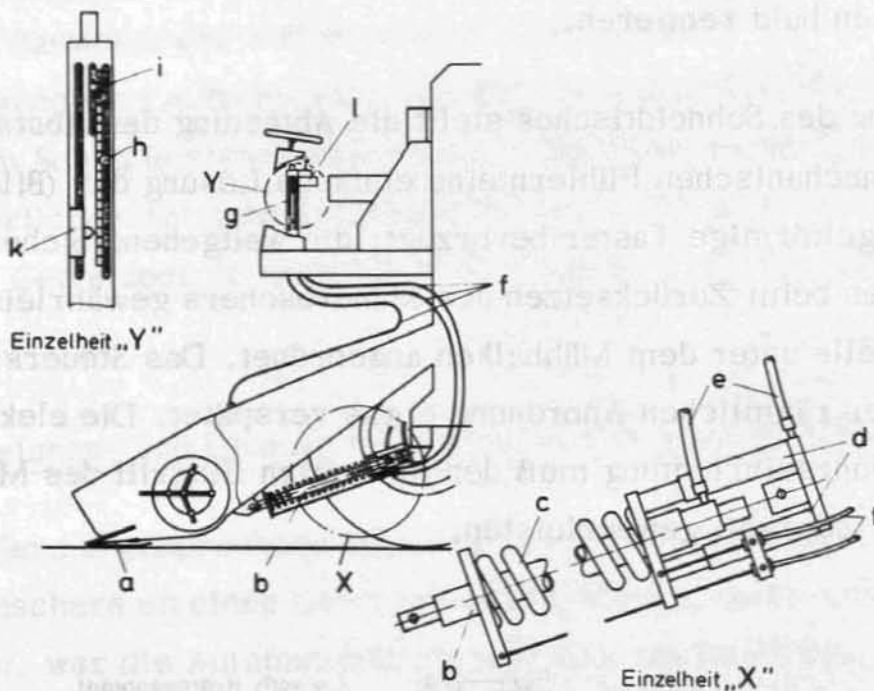


Bild 14: Regeleinrichtung zur Höhenführung des Schneid-
tisches über dem Boden mit Hilfe mechanischer Fühler

Der Auflagedruck des Schneidtisches am Mähdrescher wird bei einer anderen Einrichtung als Regelgröße verwandt. Zur Vorentlastung des Schneidtisches dienen zwei Hilfs-Hydraulikzylinder (d), die die Entlastungsfeder (c) vorspannen (Bild 15). Am Steuergerät (g) in der Nähe des Fahrersitzes, das gleichzeitig auch als Anzeigegerät ist, wird die Schnitthöhe vorgewählt. Bowdenzüge (f) übertragen die erforderlichen Informationen zum Steuergerät.



- a Tragkufen-Ahrenheber
- b Hydrohubzylinder für Schneidtisch
- c Entlastungsdruckfeder
- d Vorspannhydrozylinder für Druckfeder
- e Hydroschlauch (zum Steuergerät)
- f Bowdenzug
- g Anzeige und Einstellgerät
- n Anzeige der Federvorspannung
- i Wegeanzeige der Entlastungsfeder und Höhengrenzschalter
- k Schlitten mit Schaltelementen zur Vorwahl der Schneidtischhöhe (Stoppelhöhe)
- l Hydrosteuergerät

Bild 15: Einrichtung zur Regelung der Schnitthöhe mit Hilfe des Auflagedrucks des Schneidtisches am Mähdrescher, System Schumacher

Der wichtigen Funktion der Aufnahme des Erntegutes durch die Haspel ist in letzter Zeit zu wenig Beachtung geschenkt worden. Eine Einrichtung zur selbsttätigen Veränderung der Haspel-Umfangsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit sollte an Mähdreschern vorhanden sein; sie ist besonders einfach bei hydraulischem Fahrentrieb zu realisieren. Außerdem wäre eine Kopplung zwischen Haspelhöhe, Haspelposition in Fahrtrichtung und Zinkenanstellung mit mechanischen Mitteln einfach durchzuführen. So könnte ein stehender Bestand mit hochgestellter Haspel und senkrecht stehenden Zinken in die Schneidwanne eingelegt und durch Absenken der Has-

pel bei gleichzeitig erfolgreichem Verfahren des Haspel in Fahrtrichtung wie auch griffigerer Zinkenanstellung lagerndes Erntegut zum Schneiden durch Betätigung nur eines Steuerventils angehoben werden. Über beide Lösungen liegen Patente vor. Mit geringem Aufwand könnten bei wechselnden Erntebedingungen beachtliche Aufnahmeverluste vermieden und eine gleichmäßigere Erntegutzufuhr zum Dreschorgan erzielt werden.

Das selbsttätige Einhalten einer gleichbleibenden Schnittbreite ist durch Automatisierung des Lenkvorganges möglich. Die Führung des Mähdreschers kann dabei an Hand von Pflanzenreihen oder Schnittkanten eines Bestandes sowie an durch die Erntemaschine erzeugten oder im Boden festverlegten Leitlinien erfolgen.

Maisstengel einer Pflanzenreihe bieten genügend Steifigkeit, um mechanischen Tastern zu widerstehen (Bild 16). Lenkeinrichtungen dieser Art haben sich bewährt und führten zu höheren Flächenleistungen.

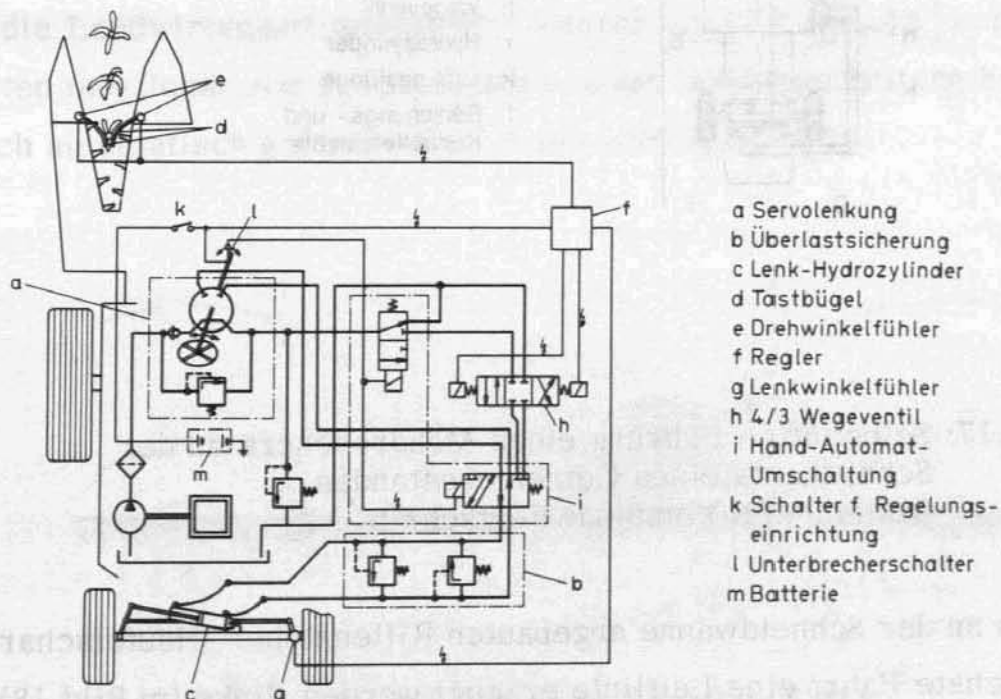


Bild 16: Selbsttätige Führung eines Mähdreschers nach Pflanzenreihen (nach Werksangaben)

Zum Abtasten von Schnittkanten bei Getreide werden ebenfalls mechanische Fühler an einem Ausleger vor dem Schneidwerk mit Erfolg eingesetzt (Bild 17). Der Bestand muß dafür ausreichende Biegesteifigkeit aufweisen. Manuelles Eingreifen des Fahrers wird bei Lager- und Fehlstellen nötig sein.

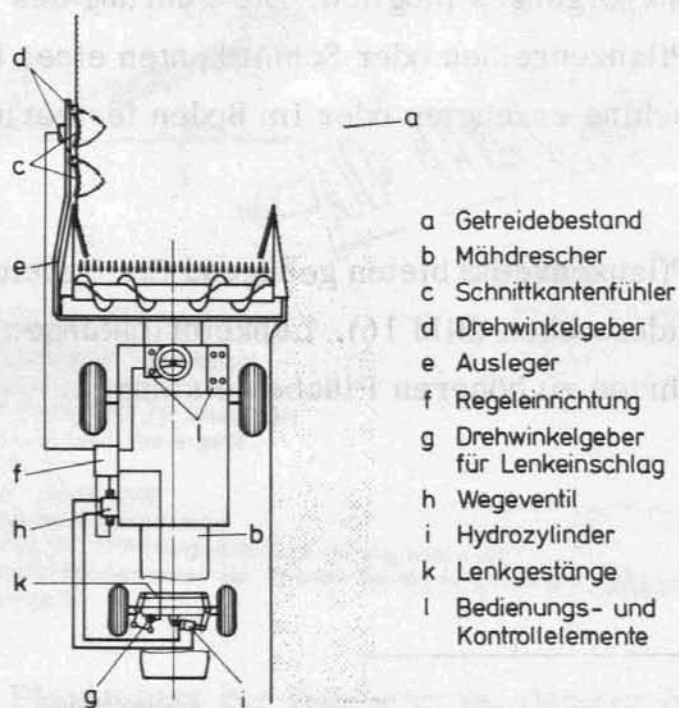
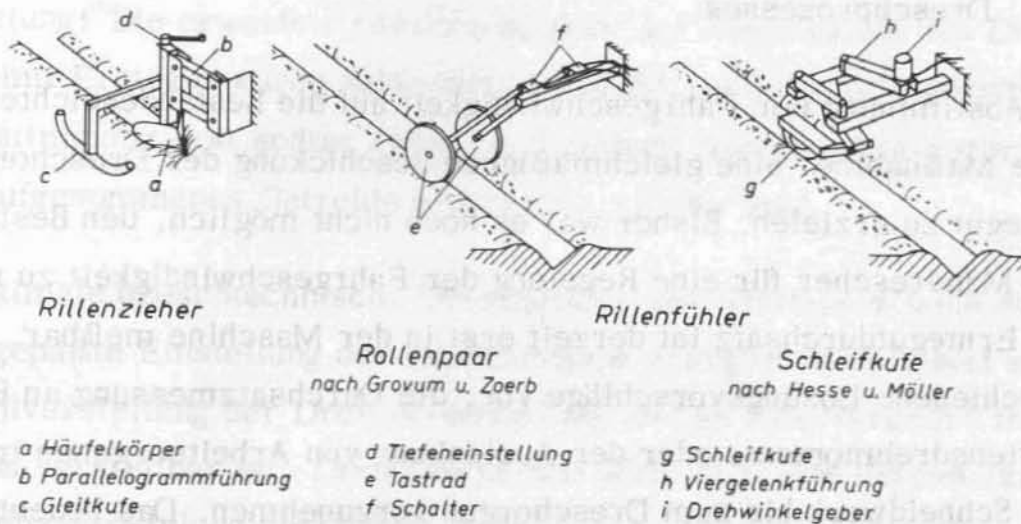


Bild 17: Selbsttätige Führung eines Mähreschers an der Schnittkante eines Getreidebestandes, System VEB Kombinat Fortschritt [11]

Mit einem an der Schneidwanne angebauten Rillenzieher (Häufelschar) kann für die nächste Fahrt eine Leitlinie erzeugt werden (links im Bild 18). Sie läßt sich beispielsweise durch ein Rollenpaar (mittlere Darstellung [12]) oder mit Hilfe eines Schleifschuhs (rechts [13]) zur Führung des Mähreschers abtasten.



Rillenzieher

Rollenführer

Rollenpaar

Schleifkufe

nach Grovum u. Zoerb

nach Hesse u. Möller

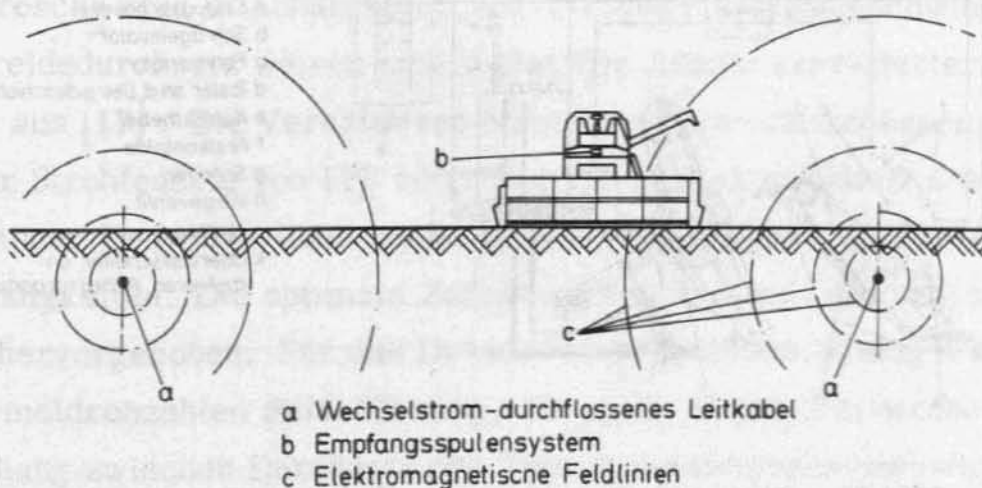
a Häufelkörper
b Parallelogrammführung
c Gleitkufe

d Tiefeneinstellung
e Tastrad
f Schalter

g Schleifkufe
h Viergelenkführung
i Drehwinkelgeber

Bild 18: Führung selbstfahrender Feldmaschinen an erzeugten Leitlinien

Aus der Industrie ist das Nachführen von Fahrzeugen an wechselstromdurchflossenen Leitern bekannt. Erst-Verfahren, Fahrzeuge in größerem Abstand zwischen zwei Leitern zu führen, lassen diese Art der Fahrzeugführung auch für die Landwirtschaft interessant werden (Bild 19, [14, 15]). In diesem Fall sollten möglichst alle Feldarbeiten von der Bodenbearbeitung bis zur Ernte durch automatisch gelenkte Fahrzeuge erledigt werden.



a Wechselstrom-durchflossenes Leitkabel
b Empfangsspulensystem
c Elektromagnetische Feldlinien

Bild 19: Führung selbstfahrender Erntemaschinen in größerem Abstand von wechselstromdurchflossenen Leitkabeln

3.1.2 Untersuchungen zur Regelung des Durchsatzes und des Dreschprozesses

Die Abstimmung der Fahrgeschwindigkeit auf die Bestandesdichte war die erste Maßnahme, eine gleichmäßigere Beschickung der Dreschorgane mit Erntegut zu erzielen. Bisher war es noch nicht möglich, den Bestand vor dem Mähdrescher für eine Regelung der Fahrgeschwindigkeit zu messen. Der Erntegutdurchsatz ist derzeit erst in der Maschine meßbar. Es liegen verschiedene Lösungsvorschläge vor, die Durchsatzmessung an Hand der Antriebsdrehmomente oder der Auslenkung von Arbeitsorganen im Bereich vom Schneidwerk bis zum Dreschorgan vorzunehmen. Das bedeutet, daß eine Fahrgeschwindigkeitsänderung erst zeitlich phasenverschoben später erfolgen kann.

Ein Ausführungsbeispiel ist die Messung der Getreideschichtdicke im Förderkanal an Hand der Auslenkung der Elevatorkette durch einen mechanischen Fühler (Bild 20). Ein schaltender, elektrischer Regler betätigt ein hydraulisches Wegeventil, welches über eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses am Fahrvariator die Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an den Getreidebestand vornimmt.

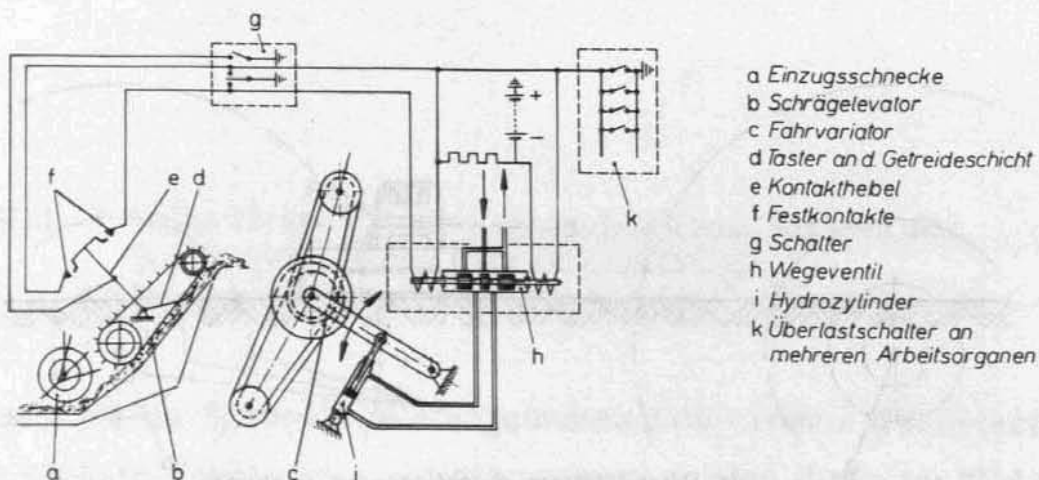


Bild 20: Elektrohydraulische Einrichtung zur durchsatzabhängigen Fahrgeschwindigkeitsregelung für Mähdrescher, System VISCHOM [16]

Regelungseinrichtungen dieser Art erlaubten eine um 10% höhere Durchsatzleistung. Die erwartete Gleichmäßigkeit der Beschickung des Dreschorgans mit Erntegut wurde dabei nicht erreicht, weil die Fahrgeschwindigkeitsabstimmung erst später erfolgt und einmal von den Zwangsförderorganen aufgenommenes Getreide erdroschen werden muß.

Eine optimale dreschtechnische Verarbeitung des Erntegutes kann durch eine angepaßte Einstellung der Dreschorgane erfolgen. Hier bietet sich die Drehzahlverstellung der Dreschtrommel an, die an Mähdreschern meist stufenlos verstellbar ist. Dreschtechnisch wirkt sich eine durchsatzabhängige Drehzahlregelung vorteilhaft dadurch aus, daß eine schneller umlaufende Trommel zugeführte Ernteguthaufen auseinanderzieht und eine bessere Dreschwirkung aufweist. Stellt man die Verluste des Dreschprozesses für Mähdrescher wie folgt zusammen:

- vom Dreschkorb nicht abgeschiedene Körner multipliziert mit dem Schüttlerverlustanteil,
- Ausdruschverluste abzüglich der Rückgewinnung durch Überkehr und Bruchkornanteil multipliziert mit einem Wertminderungsfaktor,

so stellt die Summe eine Bewertungsgröße der erzielten Druschqualität, genannt korrigierter Druschverlust, dar. Arbeitskennfelder des Schlagleistendreschwerks in Abhängigkeit von Trommelumfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz weisen Linien gleicher Anteile korrigierter Druschverluste aus [17]. Die Verhältnisse beim Dreschen von trockenem Weizen mit einer Strohfeuchte von 12% zeigt Bild 21. Danach erfordert die Einhaltung geringer Druschverluste bei steigenden Durchsätzen höhere Umfangsgeschwindigkeiten. Die optimale Zuordnung wurde durch den schraffierten Bereich hervorgehoben. Für das Dreschen von feuchtem Erntegut sind höhere Trommeldrehzahlen (Bild 22) nötig. Es ergibt sich ein progressiver Zusammenhang zwischen Durchsatz und Trommelumfangsgeschwindigkeit. Im Bereich hoher Durchsätze treten aber geringere korrigierte Druschverluste infolge niedrigeren Bruchkornanteils gegenüber trockenem Erntegut auf.

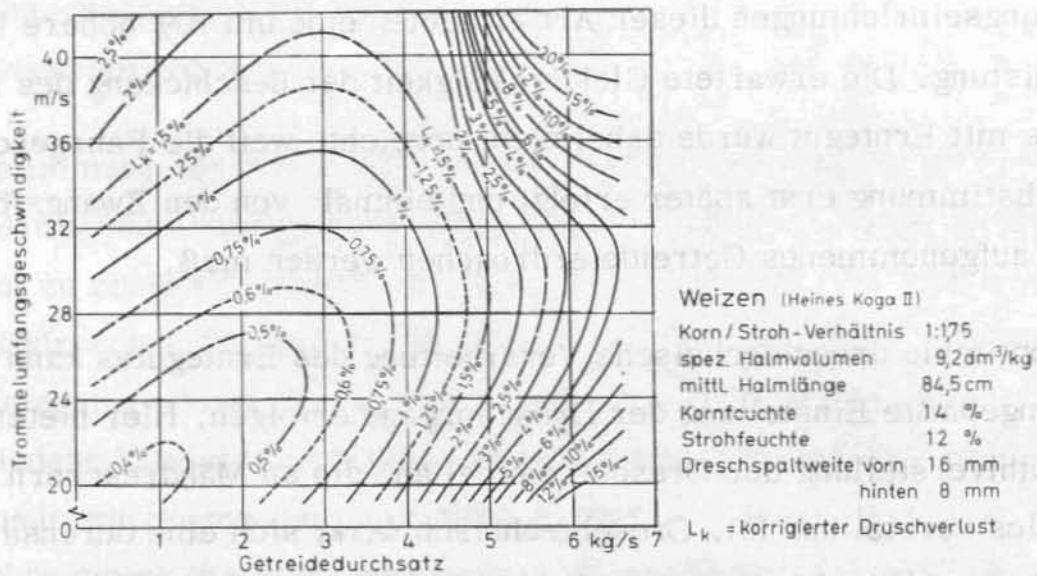


Bild 21: Kurven gleichen korrigierten Druschverlustes in Abhängigkeit von Dreschtrommel-Umfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz bei eingelagertem Weizen

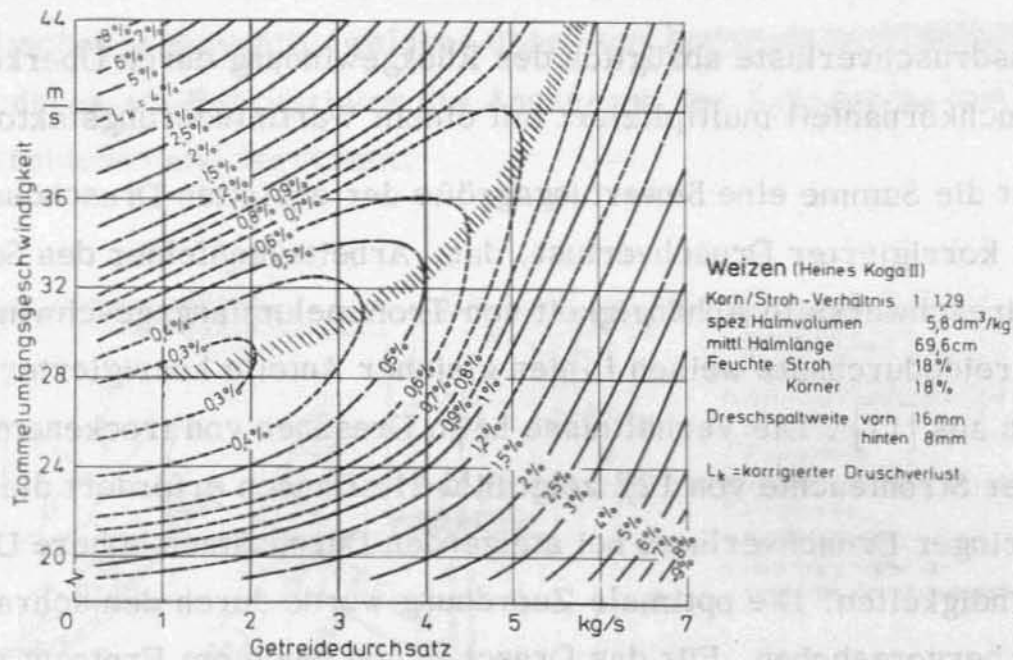


Bild 22: Kurven gleichen korrigierten Druschverlustes in Abhängigkeit von Dreschtrommel-Umfangsgeschwindigkeit und Getreidedurchsatz bei erntefrischem Weizen

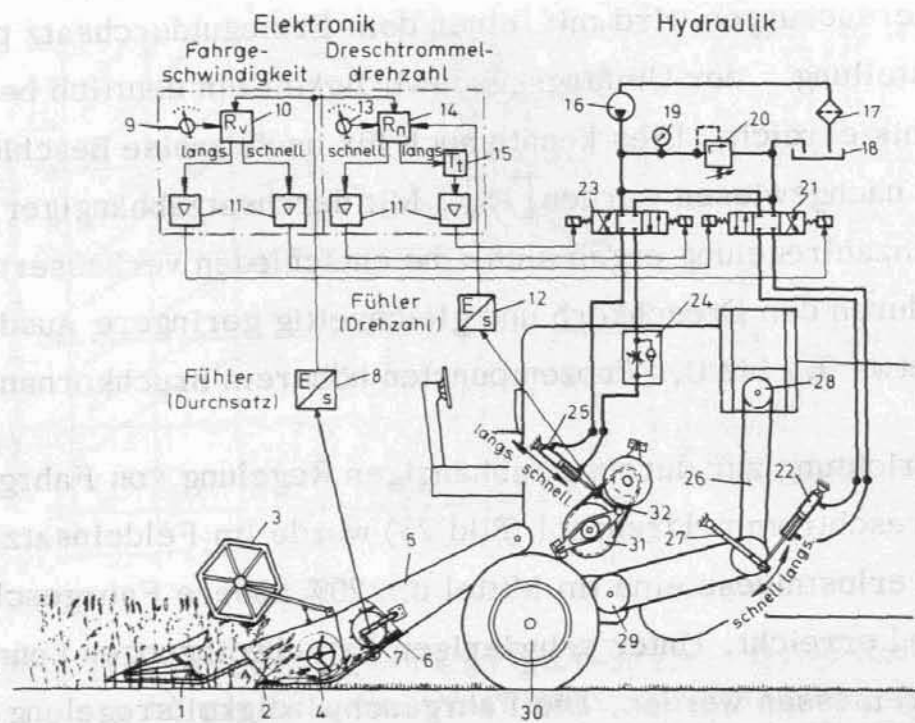
Nach den Untersuchungen wird mit einer dem Erntegutdurchsatz proportionalen Verstellung der Umfangsgeschwindigkeit ein deutlich besseres Dreschergebnis erreicht. Dies konnte auch für haufenweise Beschickung des Dreschwerks nachgewiesen werden [18]. Mit durchsatzabhängiger Dreschtrommel-Drehzahlregelung ergab sich eine entschieden verbesserte Kornabscheidung durch den Dreschkorb und gleichzeitig geringere Ausdruschverluste bei etwa 0,2 bis 0,3 Prozentpunkten höherem Bruchkornanteil.

Mit einer Einrichtung zur durchsatzabhängigen Regelung von Fahrgeschwindigkeit und Dreschtrommeldrehzahl (Bild 23) wurde im Feldeinsatz bei gleichem Körnerverlustniveau eine im Mittel um 20% höhere Fahrgeschwindigkeit im Bestand erreicht. Unter schwierigen Erntebedingungen konnten bis zu 40% mehr gemessen werden. Die Fahrgeschwindigkeitsregelung diene zur Einhaltung eines mittleren Durchsatzniveaus. Verbliebene Unregelmäßigkeiten in der Erntegutzufuhr wurden anschließend mit entsprechend angepaßter Dreschtrommeldrehzahl unter geringen Verlusten ausgedroschen.

3.1.3 Ausgleich von Hangneigungen

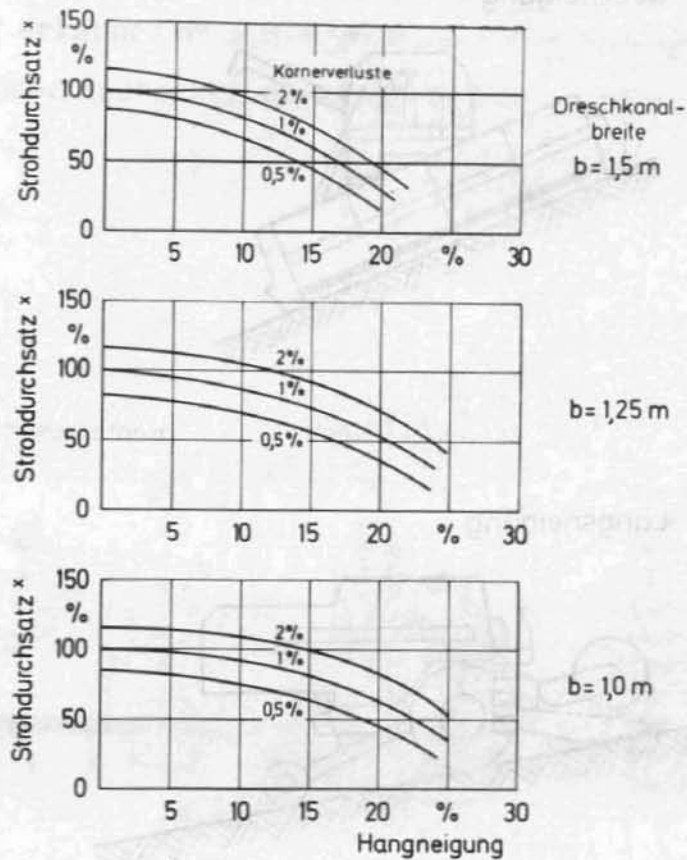
Mit zunehmenden Hangneigungen fällt die Arbeitsqualität der Mähdrescher in wachsendem Maße ab. Das gilt sowohl für Querneigungen der Maschine (Bild 24) als auch in vergleichbarem Umfang für die Fahrt hangab- oder -aufwärts. Bei Großmähdreschern muß gegenüber kleineren in der Regel mit einem höheren Verlustanstieg gerechnet werden.

Ein selbsttätiger Neigungsausgleich macht zusätzliche Aufwendungen für hydraulische Stelleinrichtungen erforderlich; für Querneigungen die seitliche Verstellung der Triebachse und des Schneidtisches sowie für das Arbeiten in der Falllinie die Höhenverstellung der Hinterachse (Bild 25). Durch den Neigungsausgleich wird zugleich auch die Standsicherheit des Mähdreschers am Hang verbessert. Der Mehraufwand für einen Neigungsausgleich dürfte sich aber nur dann rentieren, wenn größere Getreideflächen mit stärkeren Hangneigungen (über 17%) abzuernten sind. [19].



- | | |
|---|---|
| 1 Halmteiler | 18 Hydrobehälter |
| 2 Schneidbalken | 19 Manometer |
| 3 Haspel | 20 Druckbegrenzungsventil, verstellbar |
| 4 Einzugsschnecke | 21 4/3 Wegeventil, elektromagnetisch betätigt |
| 5 Schrägelevator | 22 doppelwirkender Hydrozylinder am Fahrvariator |
| 6 Schwinge an d. vorderen Umlenkwalze d. Schrägelevators | 23 4/3 Wegeventil, elektromagnetisch betätigt |
| 7 Zugfeder | 24 Drosselrückschlagventil, verstellbar |
| 8 Durchsatzmeßfühler | 25 doppelwirkender Hydrozylinder am Dreschtrommelvariator |
| 9 Sollwertsteller f. Fahrgeschwindigkeit | 26 Fahrvariator |
| 10 Regler f. d. Fahrgeschwindigkeit | 27 Schwinge d. Fahrvariators |
| 11 Verstärker | 28 Motor d. Mähdreschers |
| 12 Drehzahlmeßfühler | 29 Fahrgetriebe |
| 13 Steller f. d. Zuordnung Durchsatz zu Dreschtrommeldrehzahl | 30 Triebräder d. Mähdreschers |
| 14 Regler f. d. Dreschtrommeldrehzahl | 31 Dreschtrommelvariator |
| 15 Zeitglied | 32 Betätigungsgestänge d. Dreschtrommelvariators |
| 16 Zahnradpumpe | |
| 17 Hydrofilter | |

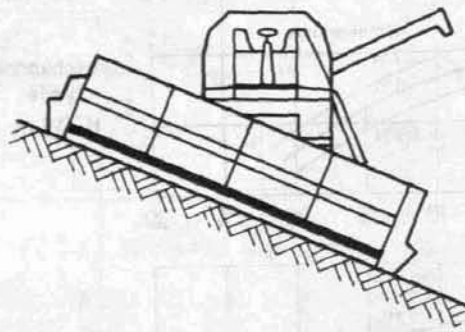
Bild 23: Elektrohydraulische Einrichtung zur durchsatzabhängigen Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Dreschtrommeldrehzahl



x) bezogen auf Strohdurchsatz bei 1% Körnerverluste in der Ebene

Bild 24: Körnerverluste infolge Hangquerneigung von Mähdreschern unterschiedlicher Leistungsklassen in Weizen (Strohfeuchte 18%), errechnet nach DLG-Prüfberichten [2]

Querneigung



Längsneigung

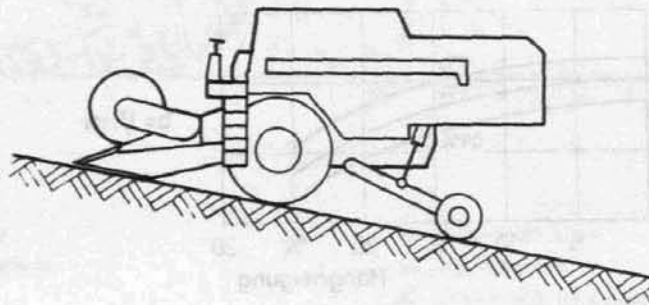


Bild 25· Hangmähdrescher mit allseitigem Neigungsausgleich

3.2. Überwachung von Antrieben und Arbeitsorganen

Die Einsatzbereitschaft von Mähdreschern hängt vom störungsfreien Arbeiten einer größeren Anzahl von Antrieben und Arbeitsorganen ab; sie können vom Mähdrescherfahrer neben der Abstimmung der Maschineneinstellung auf die Erfordernisse eines Getreidebestandes kaum hinreichend überwacht werden. In zunehmendem Maße haben sich daher überwiegend elektronische Einrichtungen zur Überwachung der Betriebsmeßgrößen am Antriebsmotor, der hydraulischen und elektrischen Anlage sowie der Drehzahlen (Bild 26) und sich anbahnender Verstopfungen in Arbeitsorganen auf Mähdreschern eingeführt. Diese Einrichtungen zeigen dem Fahrer Abweichungen von Betriebswerten oder beginnende Verstopfungen durch optische

oder auch akustische Signale an. Mit ihrer Hilfe können auftretende Störungen vorzeitig erkannt und somit größere Stillstandszeiten des Mähdreschers oder sogar Maschinenbruch meist vermieden werden.

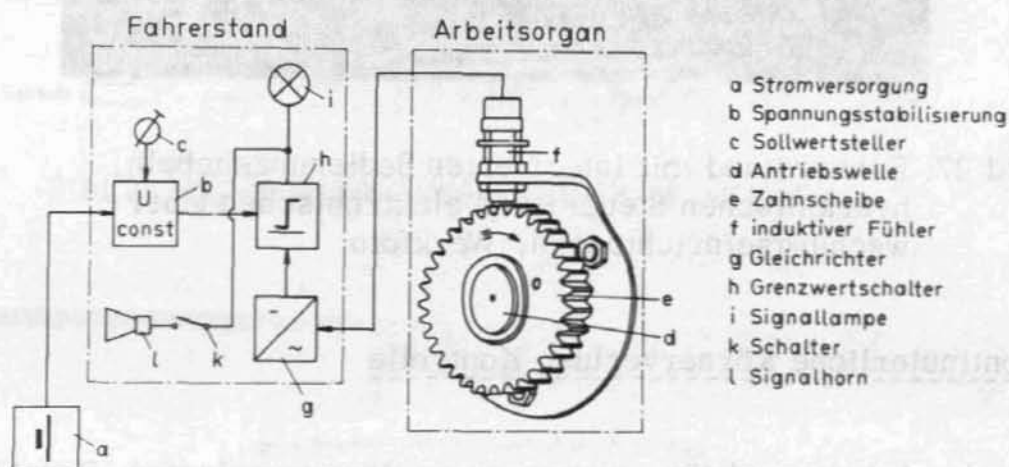


Bild 26: Anlage zur Drehzahlüberwachung am Antrieb oder Arbeitsorgan, induktives Meßprinzip

Die Kontroll- und Überwachungseinrichtungen werden häufig noch als Sonderzubehör angeboten und nachträglich im Sicht- und Griffbereich des Fahrers montiert, wodurch sich Übersicht und funktionsgerechte Bedienung zunehmend verschlechtern. Es ist daher zu begrüßen, daß nun die elektronischen Einrichtungen in vollem Umfang bei der Fahrerplatzgestaltung berücksichtigt und in Schalttafeln und -konsolen einbezogen werden (Bild 27).

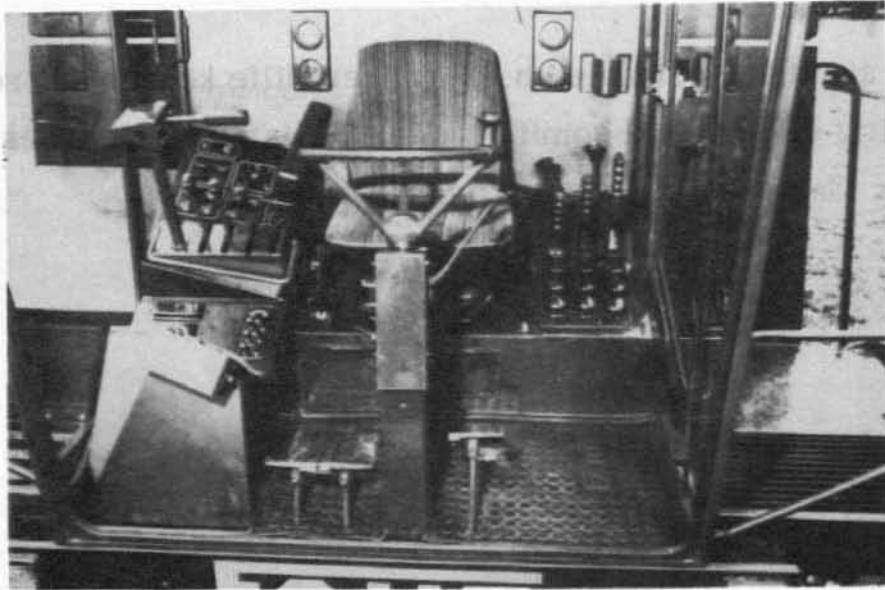


Bild 27: Fahrerstand mit integrierten Bedienungshebeln, hydraulischen Steuer- und elektronischen Überwachungseinrichtungen, Werkfoto

3.3. Kontinuierliche Körnerverlust-Kontrolle

Die erzielte Arbeitsqualität - gemessen an Körnerverlusten, Bruchkornanteil und Verunreinigungen - begrenzt die mögliche Durchsatzleistung von Mähdreschern. Ausschlaggebend sind in der Regel die Körnerverluste, welche für eine kontinuierliche Bewertung des Druschergebnisses herangezogen werden können. Damit stellt sich die Aufgabe, aus mehreren vielgestaltigen Gutsströmen anteilig geringe Kornmassen zu messen (Bild 28). Bisher waren jedoch nur ausgedroschene Körner in Stroh und Kaff meßbar.

Das erste betriebssichere Gerät zur kontinuierlichen Verlustkontrolle wurde in Kanada entwickelt [20]. Bei diesem Gerät werden die am Ende des Schüttlers über einen Zuführschacht abgeschiedenen Körner und diejenigen, die mit dem Kaff über die Siebe gelangen, durch Meßfühler erfaßt (Bild 29). Es liefert ein zeitabhängiges Verlustsignal (verlorene Kornmasse je Zeiteinheit), das dem Fahrer angezeigt wird.

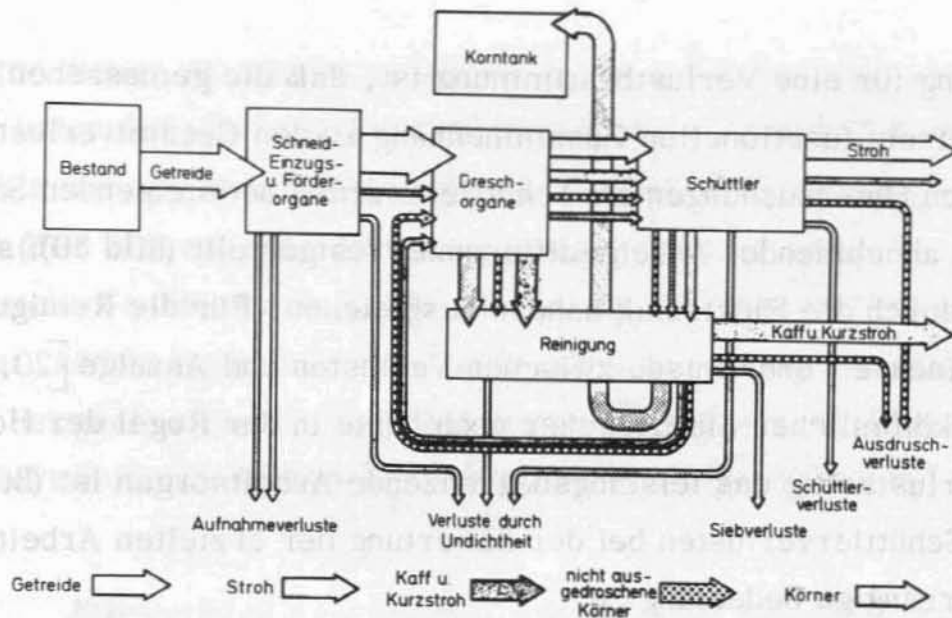


Bild 28: Materialfluß durch einen Mähdrescher

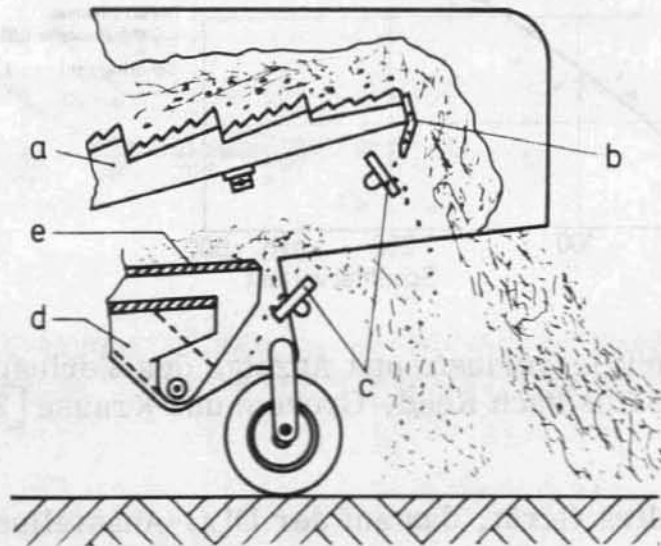


Bild 29: Anordnung der Meßfühler vom Verlustkontrollgerät am Schüttler und Siebkasten nach Reed, Grovum und Krause 20

- | | |
|---------------------|--------------|
| a Schüttler | d Siebkasten |
| b Zuführschacht | e Obersieb |
| c elektr. Meßfühler | |

Voraussetzung für eine Verlustbestimmung ist, daß die gemessenen Teilverluste in einem funktionellen Zusammenhang zu den Gesamtverlusten stehen. Durch Untersuchungen am Schüttler wurden bei steigenden Schüttlerverlusten abnehmende Anzeigedifferenzen festgestellt (Bild 30); sie lassen sich durch die Elektronik nahezu ausgleichen. Für die Reinigung ergaben sich lineare Verhältnisse zwischen Verlusten und Anzeige [20, 21]. Da beim herkömmlichen Mähdrescher noch heute in der Regel der Hordenschüttler verlustseitig das leistungsbegrenzende Arbeitsorgan ist (Bild 4), kommt den Schüttlerverlusten bei der Bewertung der erzielten Arbeitsqualität eine vorrangige Bedeutung zu.

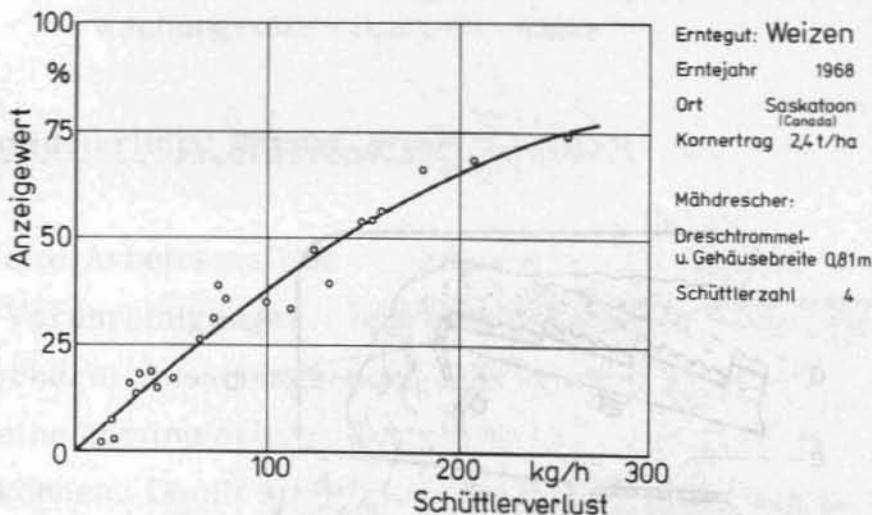


Bild 30: Schüttlerverluste und Anzeige des Verlustkontrollgerätes nach Reed, Grovum und Krause [20]

Ein weiterentwickeltes Gerät, das auf der DLG-Ausstellung 1978 in Frankfurt vorgestellt wurde, erfaßt zusätzlich die Fahrgeschwindigkeit. Unter Berücksichtigung der Schnittbreite kann dem Fahrer dann ein flächenbezogener Anzeigewert (verlorene Kornmasse je Flächeneinheit) übermittelt werden. Wünschenswert wäre die Angabe der auf den Ertrag bezogenen Verluste. Voraussetzung dafür ist eine meßtechnische Erfassung des Ertrages. Entsprechende Geräte wurden bereits vorgestellt; Betriebserfahrungen liegen jedoch noch nicht vor.

Anlagen dieser Art setzen grundsätzlich eine Kalibrierung der Verlustanzeige unter den vorliegenden Erntebedingungen voraus. Bei abnehmender Feuchte während des Tages verbessern sich die Erntebedingungen zunehmend (Bild 31); sie erfordern eine erneute Kalibrierung. Durch eine kontinuierliche Feuchtemessung, die vorrangig den Oberflächenfeuchteanteil bewertet, könnte diese Tatsache berücksichtigt werden. Ein solches Verfahren wäre beispielsweise die Messung der elektrischen Leitfähigkeit, die unter definierten Andruckbedingungen durchzuführen ist (Bild 32).

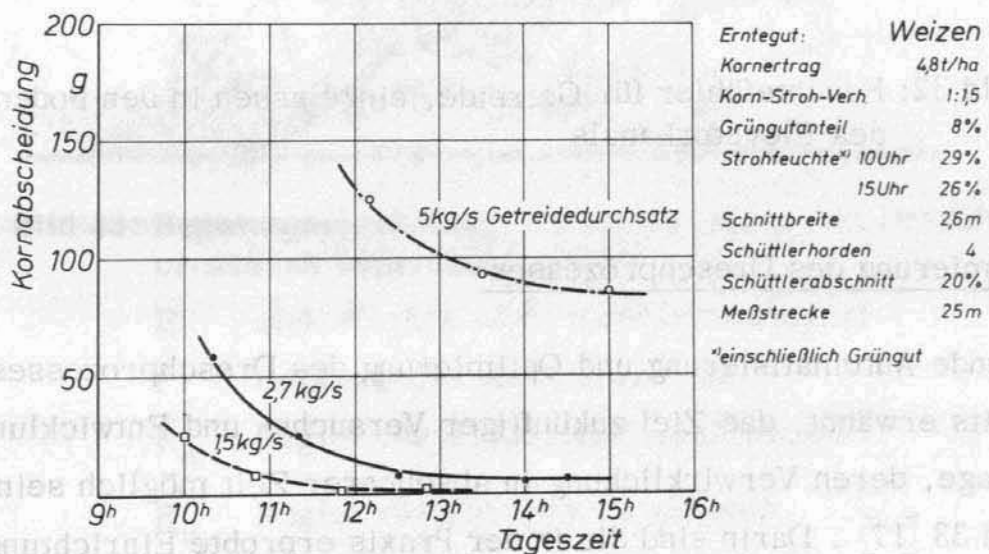


Bild 31: Kornabscheidung durch den letzten Schüttlerabschnitt einer Horde zu verschiedenen Tageszeiten

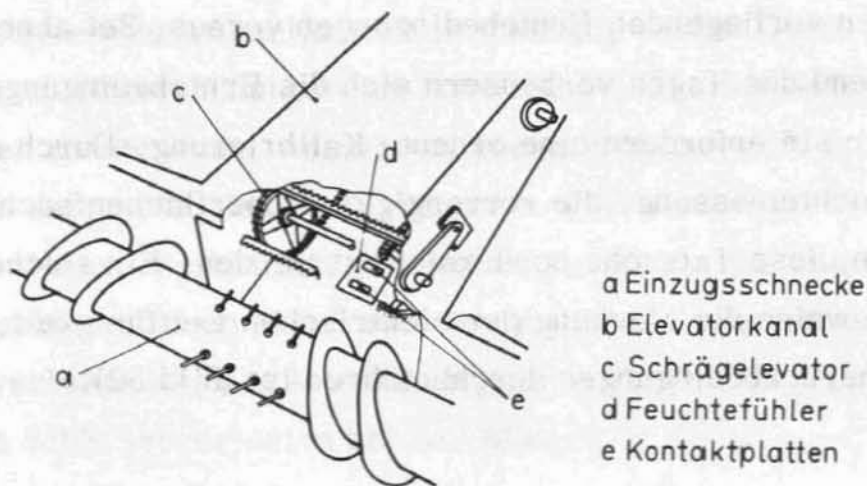


Bild 32: Feuchtefühler für Getreide, eingelassen in den Boden des Elevatorkanals

4. Optimierung des Dreschprozesses

Weitgehende Automatisierung und Optimierung des Dreschprozesses sind, wie bereits erwähnt, das Ziel zukünftiger Versuchs- und Entwicklungsarbeit. Eine Anlage, deren Verwirklichung in absehbarer Zeit möglich sein dürfte, zeigt Bild 33 [17]. Darin sind die in der Praxis erprobte Einrichtung zur durchsatzabhängigen Regelung der Fahrgeschwindigkeit und Dreschtrommel-drehzahl wie auch weitere ausführbare Einrichtungen durch ausgezogene Linien verbunden. Die Erweiterung einer Regelung des Mähdruschprozesses auch auf wechselnde Erntebedingungen erfordert noch gesicherte Meßwerte für ertragsbezogene Gesamtverluste und Erntegutsfeuchte.

5. Zusammenfassung

In Mähdreschern haben sich das Schlagleistendreschwerk und der Hordenschüttler von Anfang an bis heute behauptet. Während dieser Zeit konnte die Durchsatzleistung dieser Mähdrescher bei gleichzeitig guter Arbeitsqualität ständig gesteigert werden. Eine weitere Leistungssteigerung scheint möglich.

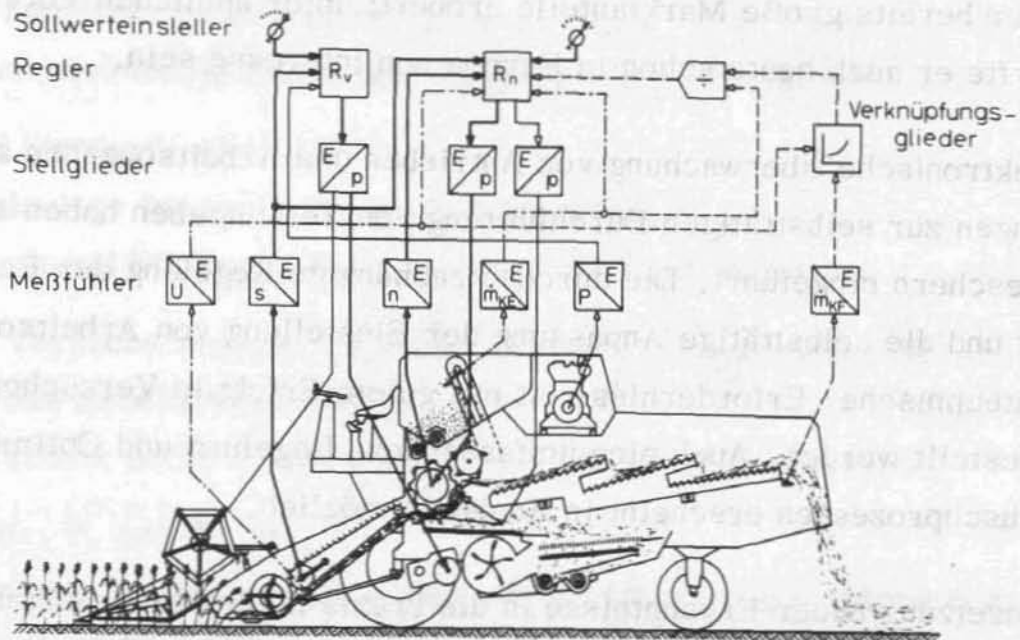


Bild 33: Regelungseinrichtung zur Optimierung des Dreschprozesses beim Mähdrescher

- E elektrisches Meß- oder Steuersignal
- P Leistung des Antriebsmotors
- R_n Regler für Dreschtrommeldrehzahl
- R_v Regler für Fahrgeschwindigkeit
- U Feuchtegehalt des Getreides
- n Dreschtrommeldrehzahl
- m_{KE} Massenstrom der geernteten Körner
- m_{KF} Massenstromanteil der freigesetzten Körner
- p hydraulischer Druck
- s Schichtdicke des Erntegutes

Die in den USA für die Getreideernte angepaßten Axial-Mähdrescher sind für den Einsatz in Europa an Hand der wenigen vorliegenden Ergebnisse aus Vergleichsuntersuchungen noch nicht abschließend zu bewerten. Vor allem der geringe Anstieg der Körnerverluste bei hohen Durchsätzen gibt Anlaß, die weitere Entwicklung mit Aufmerksamkeit zu verfolgen. In Gebieten Nord-

amerikas mit verbreitetem Mais- und Sojabohnenanbau hat sich dieser Mäh-drescher bereits große Marktanteile erobert; unter ähnlichen Voraussetzungen dürfte er auch heute schon in Europa von Interesse sein.

Die elektronische Überwachung von Antrieben und Arbeitsorganen sowie Einrichtungen zur selbsttätigen Durchführung von Teilaufgaben haben sich auf Mähdreschern eingeführt. Die durchsatzabhängige Regelung der Fahrgeschwindigkeit und die selbsttätige Anpassung der Einstellung von Arbeitsorganen an dreschtechnische Erfordernisse ist mit gutem Erfolg in Versuchen unter Beweis gestellt worden. Auch eine umfassendere Regelung und Optimierung des Mähdruschprozesses erscheint in Ansätzen möglich.

Bei Umsetzung neuer Erkenntnisse in die Praxis muß aber beachtet werden, daß die zusätzlichen finanziellen Aufwendungen im Verhältnis zu der erzielten Leistungssteigerung und dem Fahrkomfort stehen. Voraussetzung dafür ist, daß die Bedienbarkeit und Funktionsüberprüfung neuer Einrichtungen auf dem Mähdrescher durch den Fahrer sowie die Wartung und Reparatur durch Landmaschinenwerkstätten sichergestellt sind.

Literatur:

1 Eimer, M. und G. W. Dreses

Entwicklungsstand, technische Kenngrößen und Druschleistung von Mäh-dreschern - eine Analyse

Landtechnik 35 (1980) H. 7, S 304/309

2 Maschinenprüfberichte der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft

Prüfabteilung für Landmaschinen, Frankfurt/Main: Gruppe 7c, vor 1968: Gruppe 7b

3 Herbsthofer, F.J.

Wo stehen wir im Mähdrescherbau und wie geht es weiter?

Grundlagen der Landtechnik 24 (1974) Nr. 3, S 94/102

- 4 Freye, T. und P. Wacker
Vom Mähdreschbinder zum Großdrescher
Die landtechnische Zeitschrift 30 (1979) H. 4, S 540/543
- 5 ASAE Standard: ASAE S 343
Terminology for combines and grain harvesting
Agricultural Engineers Yearbook Bd 27 (1980) S 292/294
- 6 Neue Versuche mit der "Schlayer-Heliaks"-Dreschmaschine
(Aus den Arbeiten des RKTL)
Die Technik in der Landwirtschaft 12 (1931) Nr. 5, S 148/149
- 7 Wacker, P. und T. Freye
Alternative Druschsysteme in amerikanischen Großmähdreschern
Landtechnik 34 (1979) H. 6, S 287/289
- 8 Wrubleski, P.D. and L.G. Smith
Seperation characteristics of conventional and non-conventional
grain combines
Transactions of the ASAE 23 (1980) No. 3, S 530/534
- 9 Spiess, E.
Haben Axialmähdrescher Zukunft?
Die landtechnische Zeitschrift 31 (1980) H. 7, S 1004/1008
- 10 International 1460 axial-flow combine
NIAE-Report Nr. MI/1/8177/79 No 1979
- 11 Schaller, R. und L. Näther
Lenkautomatik für die Mähdrescher E 512
Deutsche Agrartechnik 24 (1974) Nr. 3, S 125/127
- 12 Grovum, M.A. and G.C. Zoerb
An automatic guidance system for farm tractors
Transactions of the ASAE 13 (1970) Nr. 5, S 565/573, 576

- 13 Hesse, H. und R. Möller
Automatische Lenkung eines Mähdreschers mit mechanischen Fühlern
Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 17 (1973) S 41/56
- 14 Brooke, D. W. I.
A practical implementation of a wide wire tractor guidance system
Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 17 (1973) S 71/81
- 15 Jahns, G. und K. Walter
Ökonomische und technische Aspekte des Einsatzes fahrerloser
Schlepper in landwirtschaftlichen Betrieben
Landbauforschung Völkenrode 23 (1973) H. 1, S 57/70
- 16 Nachamkin, G.G. und M.V. Michajlow
Der automatische Regler der Zuführmenge von Mähdreschern (Orig.russ.)
Traktory i sel'chozmasiny 30 (1960) Nr. 12, S 19/20
- 17 Eimer, M.
Optimierung der Arbeitsqualität des Schlagleistendreschwerkes
Grundlagen der Landtechnik Bd. 27 (1977) Nr. 1, S 12/17
- 18 Eimer, M.
Funktion und Arbeitsqualität der drehzahlgeregelten Dreschtrommel
Grundlagen der Landtechnik Bd. 23 (1973) Nr. 6, S 158/163
- 19 Eimer, M.
Technische und wirtschaftliche Aspekte des Mähdreschereinsatzes am
Hang
Lohnunternehmen 34 (1979) H. 7, S 378/380
- 20 Reed, W.B., M.A. Grovum and A.E. Krause
Combine harvester grain loss monitor
Agricultural Engineering 50 (1969) Nr. 9, S 524/525, 528
- 21 AGROCOMGA-Körnerverlust-Kontrollgerät ACG-Monitor
Maschinenprüfbericht der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft,
Prüfabteilung für Landmaschinen, Frankfurt/Main: Bericht Nr. 2177
Gruppe 7c/26 Mai 1973, 7 S.

Kostengünstige Getreidelagerung und Konservierung

von Dr. Arno Strehler, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Weißenstephan

Von speziellen Schweinemastbetrieben mit Feuchtkornkonservierung abgesehen, sind die meisten Betriebe mit der Trockenlagerung von Getreide am besten bedient. Der Betriebsleiter bleibt in seiner Disposition flexibel, er kann Getreide verkaufen, zukaufen, je nach Preislage und Situation des Betriebes. In günstigen Klimatalagen kommt das Getreide ohnehin in den meisten Fällen trocken, d.h. lagerfähig vom Feld. Daher wird in den nachfolgenden Ausführungen auf die Trockengutlinie eingeschränkt, Methoden zur kostengünstigen innerbetrieblichen Trocknung werden aufgezeigt.

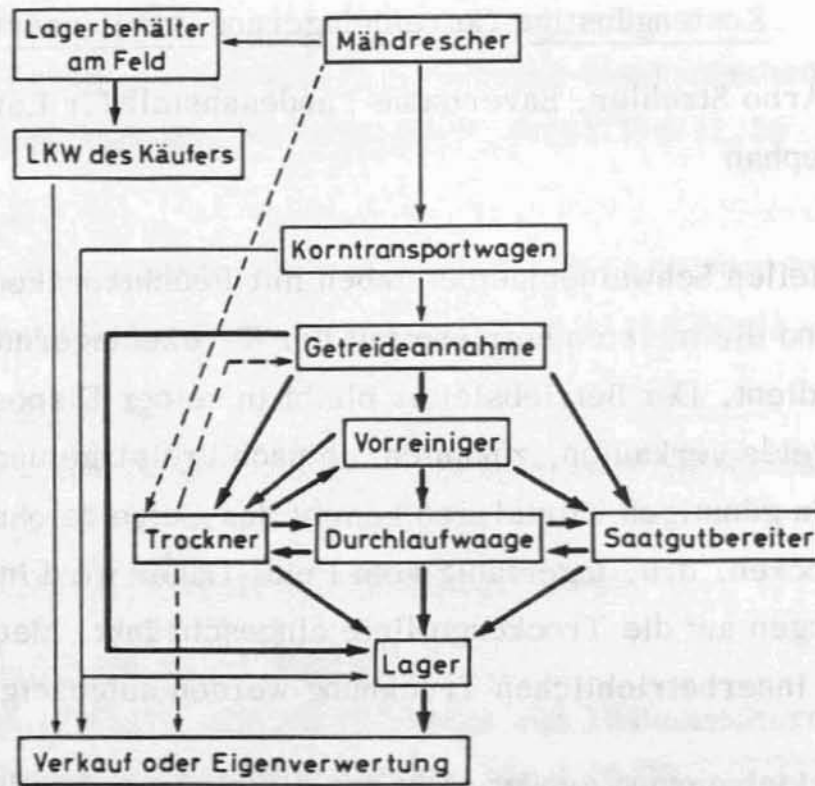
Zur Getreidelagerung genügt nicht nur die bloße Aufstellung von Lagerbehältern, es muß der gesamte Getreidefluß in Funktion und Leistung exakt geplant werden. Die möglichen Wege des Getreides erstrecken sich, wie auf Bild 1 gezeigt wird, vom Mähdrescher über verschiedene Arbeitsstationen bis hin zum Lagerbehälter.

Je nach Verwertungsrichtung und Betriebssituation sind Reinigungsanlagen, Trocknung, Kühlgeräte, Annahmemulde, Verladestation und bestimmte Fördererelemente nötig.

Die Planung beginnt mit der Bestimmung des notwendigen Lagerraums. Sie errechnet sich über das Schüttgewicht der verschiedenen Getreidearten und dem durchschnittlich zu erwartenden Ertrag. Tabelle 1 zeigt den notwendigen Langerraumbedarf in dt/ha.

Eine Planung setzt die Kenntnis der Anschaffungspreise verschiedener Arbeitsstationen nach Abhängigkeit der geplanten Leistung voraus. Tabelle 2 gibt die für die Landwirtschaft üblichen Anlagenleistungsbereiche und die zugehörigen Preise wieder.

Getreideflußbild



Zeichenerklärung:

- > Kippen oder Übergabe vom Mähdrescher
- - - - -> Wagentrocknung
- > Förderelemente (ev. Fallrohre)

Bild 1

Tabelle 1: Lagerraumbedarf

Fruchtarten	Schüttdichte* dt/m ³	Lagerraumbedarf in m ³ bei Ertrag .. dt/			
		30	40	50	60
Hafer	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Gerste	7,0	4,3	5,7	7,1	8,6
Mais Roggen Weizen	7,3	4,1	5,5	6,8	8,2

*+ 7 % bei 14 % Feuchtegehalt

Arbeitselement	Aufgaben	Leistungsbereich in t/h	Anschaffungspreis in DM
Getreideannahme	Kornübergabe v. Transportwagen zum Förderelement; Pufferung zum Leistungsausgleich zwischen Mähdrescher und Aufbereitung	Fassungsvermögen 1-15 t; Entleerungsleistung 3-40	1.000-7.000
Vorreiniger (Reinigungskegel)	Grobabscheidung nach Fluggewicht	5-20	1.000-4.000
Vorreiniger (mit Sieben)	Grobabscheidung nach Fluggewicht und Korngröße	5-10	3.000-8.000
Durchlaufwaage (nicht eichfähig)	zur Ertragsbestimmung	7-12	1.800-2.600
Durchlaufwaage (eichfähig)	Ertragskontrolle u. Verwiegung z. Verkauf, Absacken v. Vermehrungsgetreide	5-17	4.000-8.000
Saatgutbereiter	Fremdbesatzabtrennung und Korngrößensortierung, für Saatgutvermehrung unbedingt notwendig	1-5	7.500-35.000
Warmluftsatz-trockner	Feuchtegehaltssenkung bis zur Lagerfähigkeit	0,5-5	7.500-30.000
Durchlauf-trockner	Feuchtegehaltssenkung bis zur Lagerfähigkeit	1,0-5	12.000-45.000

Tabelle 2: Aufgaben, Leistungsbereich und Anschaffungspreis der wichtigsten Anlagenelemente zur Getreidelagerung

Förderung und Annahme:

Die Verbindung zwischen den einzelnen Anlagestationen werden von sogenannten Förderelementen übernommen. Können ausreichend Höhendifferenzen ausgenutzt werden, so können Arbeitselemente auch über Fallrohrsysteme verbunden werden.

Die Annahme erfolgt in den meisten Fällen in sogenannten Annahmegruben. Diese werden meistens in den Boden versenkt und nehmen eine oder mehrere Wagenladungen als Pufferspeicher auf. Die Entleerung erfolgt entweder über Körnerschnecke (billige Lösung) oder über Waagrechtförderer und dazu kombinierte Höhenförderer (Elevatoren). Meist gibt der Grundwasserstand Ausschlag über die Art der Annahmegrube. Am billigsten sind tief angelegte Gruben, die über eine Rohrschnecke vom tiefsten Punkt aus entnommen werden. Sehr beliebt sind neuerdings auch Kettenelevatoren, die durch seitlich angebrachte Horizontalschnecken ein großes Grubenvolumen bei geringer Bautiefe erlauben. Sehr hohe Förderleistungen bei schonender Gutsbehandlung werden durch sogenannte Gurtelevatoren erzielt. Werden keine hohen Anforderungen an die Förderleistung gestellt, dann sind Gebläseförderer sehr kostengünstig, am billigsten ist das sogenannte Druckgebläse, wenn beispielsweise größere verwinkelte Förderstrecken überwunden werden müssen. Kurze Strecken werden billiger mit Körnerschnecken überwunden. Zur Waagrechtförderung eignen sich Trogkettenförderer, Schüttelrinnen und Rohrkettenförderer. Förderbänder sind relativ teuer, sie transportieren jedoch sehr schonend und erlauben je nach Gurtgestaltung auch die Überwindung von Höhendifferenzen.

Von der Annahmegrube geht der Getreidefluß in der Regel zum ersten Reinigungselement. Sind hohe Leistungen gewünscht, soll jedoch wenig Geld für die Anschaffung des Reinigers ausgegeben werden, dann sind die sogenannten pneumatischen Reinigungskegel die richtige technische Lösung. Werden jedoch höhere Ansprüche an die Reinigungsqualität gefordert, dann sollten Vorreiniger mit zusätzlicher Siebeinrichtung gewählt werden. Zum Schutz der Gebäude ist empfehlenswert, eine Staubkammer für Staub und Spreu einzurichten. Der Staubkammer sollte jedoch ein Zyklon vorgeschaltet werden, der das Leichtgut von der staubhaltigen Luft trennt. Für Über- und Untergrößen sind separate Abläufe vorzusehen. Das gereinigte Korn gelangt in ein weiteres Förderelement, das entweder zum Lagerbehälter oder aber zur Trocknungsanlage führt. Kommt stark verunreinigtes Gut in sehr feuchtem Zustand vom

Feld, so ist nach der Trocknung nochmals ein Reinigungsvorgang vorzusehen, da feuchtes Getreide nur schwer zu reinigen ist. Beim Trocknen löst sich noch sehr viel Staub, der bei der Lagerung und Weiterverwertung hinderlich ist. Gerade für größere Betriebe ist ein zweiter Reinigungsgang vorzusehen.

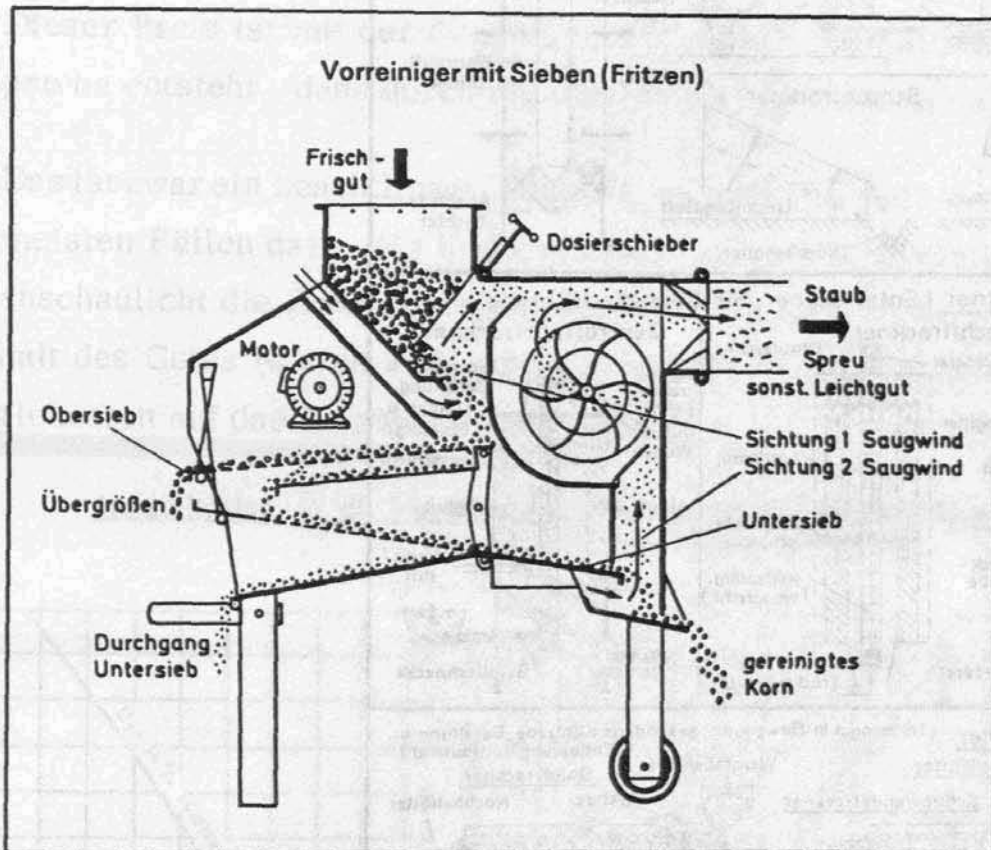


Bild 2

Die technische Trocknung von Getreide:

Eine große Zahl verschiedener Trocknungssysteme steht zur Auswahl. Am kostengünstigsten sind einfache Satztrockner. Bild 3 oben zeigt verschiedene Ausführungsformen. Für größere Einheiten können auch Umlauftrockner sinnvoll sein, sie zeigen besonders dort ihre Stärke, wo höhere Feuchtegehalte vorliegen, wie beispielsweise bei Körnermais.

Durchlauftrockner verlangen höhere Investitionen, da sie technisch kompli-

zierter aufgebaut sind als einfache Satzrockner. Für Betriebe ab 50 ha Getreidefläche kommen Durchlaufrockner in den Bereich der Wirtschaftlichkeit. Sie sind in Bild 3 unten in 4 verschiedenen Systemen dargestellt.

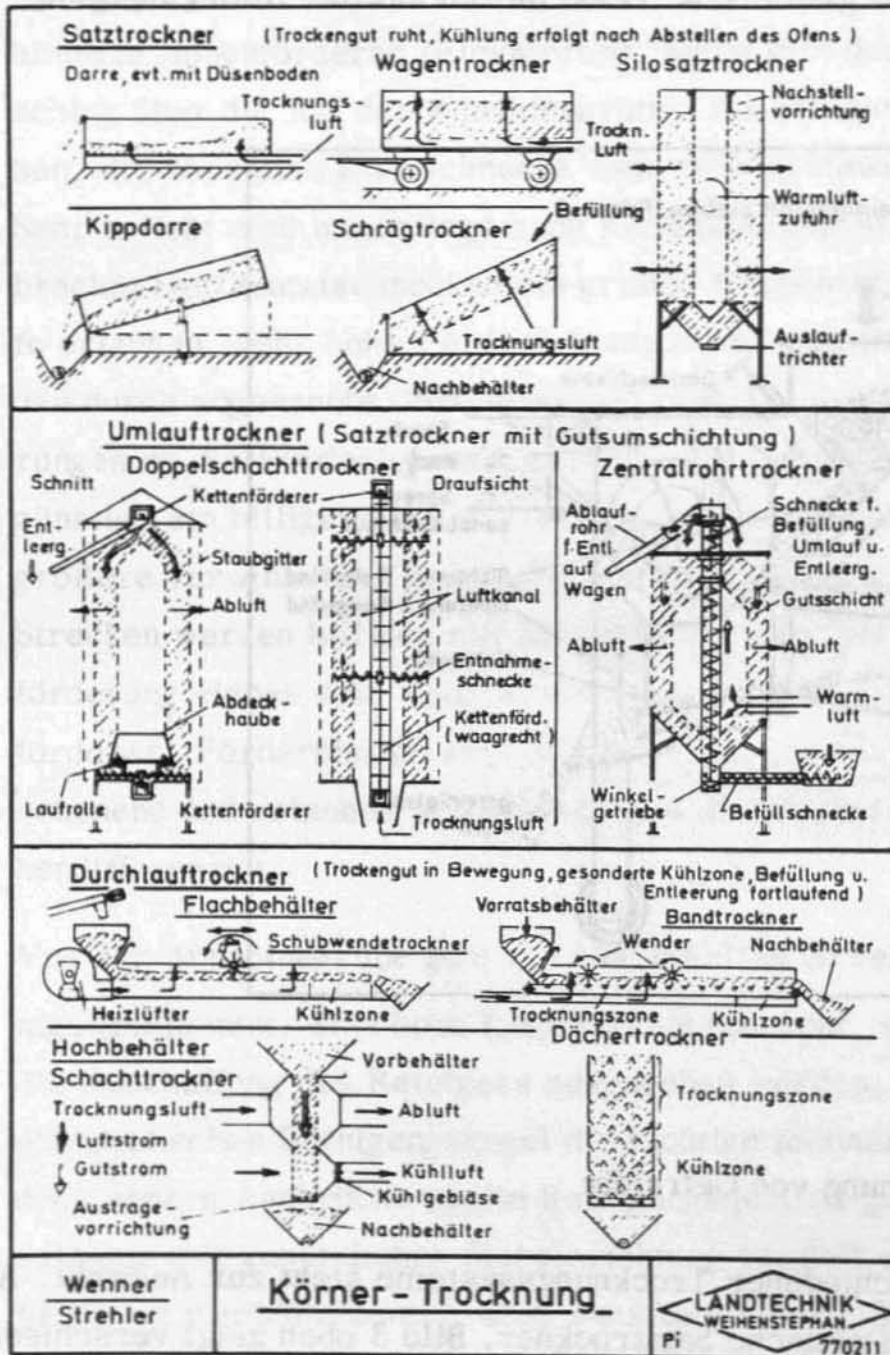
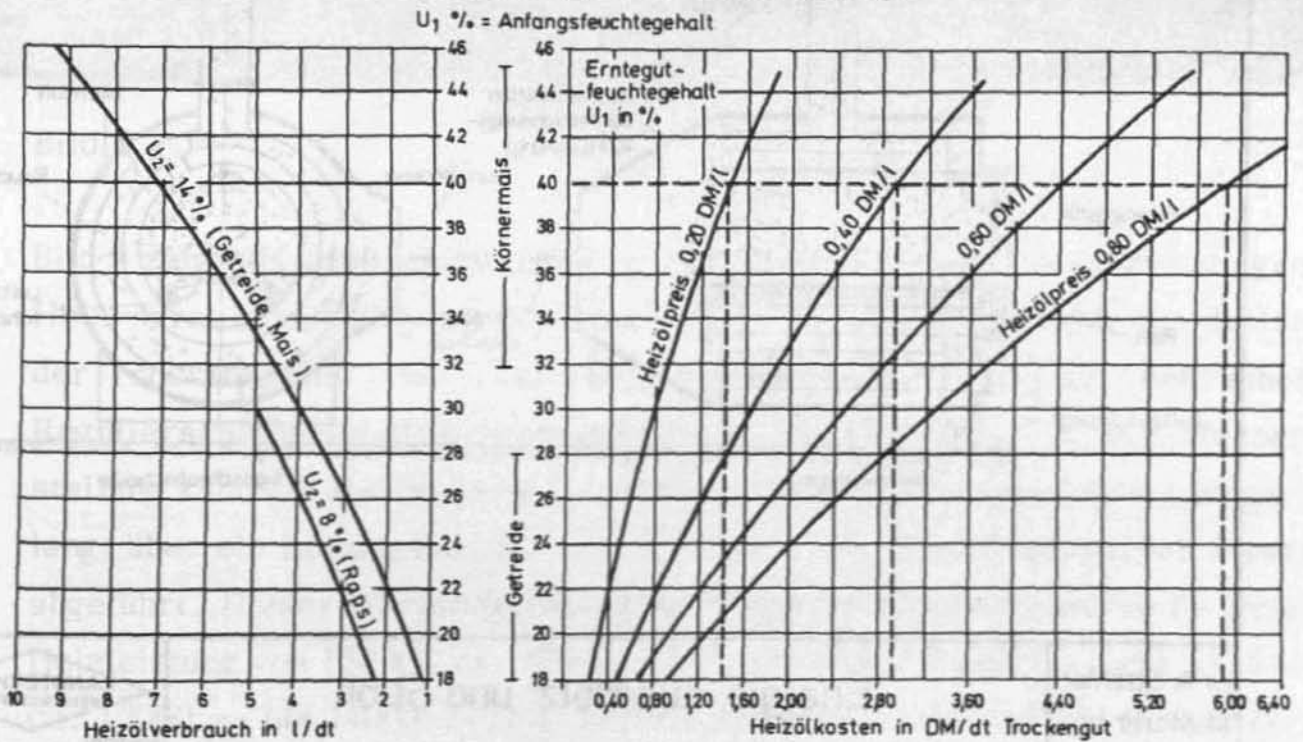


Bild 3

Aufgrund der erheblich gestiegenen Energiekosten werden heute viele Überlegungen dazu angestellt, ob nicht die Trocknung des Energieaufwandes wegen zu teuer würde. Betrachtet man sich den tatsächlichen Energieaufwand für die Getreidetrocknung, so kann man erkennen, daß für 1 dt Trockengut, das von 20 auf 14% Feuchtegehalt abgesenkt wurde, nur 1,5 l Heizöl benötigt werden. Bei einem Heizölpreis von 0,80 DM/l sind das 1,20 DM/dt Getreide. Dieser Preis ist mit der Gesamtgetreidemenge zu multiplizieren, bei 50 dt pro ha entsteht dann durch die Konservierung ein Kostenfaktor von 60 DM/ha.

Das ist zwar ein beachtlicher Aufwand, er genügt jedoch noch nicht in den meisten Fällen dazu, ein Konservierungssystem umzustellen. Bild 4 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen Ölverbrauch, Anfangsfeuchtegehalt des Gutes (wie es vom Feld kommt), Preis des Energieträgers und Energiekosten auf das Trockengut bezogen.

Heizölkosten je dt Trockengut (14 %) bei verschiedenen Heizölpreisen:
(Q spez. = 1400 bis 1900 kcal / kg)



Strehler

Trocknung von Mais und Getreide

LANDTECHNIK
WEIHENSTEPHAN
Nie 82 01 11

Bild 4

Erheblich sind die Kosten bei der Körnermaistrocknung. Bei 80 Pfennig pro l Heizöl sind bereits 6.-- DM/dt Trockengut einzuplanen. Hier lohnt es sich am ehesten, entweder das Konservierungsverfahren abzuändern (bei innerbetrieblicher Verwertung über die Viehhaltung) oder aber auf billige Energieträger auszuweichen (regional Holz oder Stroh). Wenn die geplante Leistung für den Trockner auch noch mit der vom Wohnhaus verlangten Leistung übereinstimmt, dann empfiehlt sich eine komplette Umstellung und die Bedienung des Trockners vom Wohnhausheizsystem aus. Verlangt der Trockner jedoch eine wesentlich höhere Heizleistung als die Wohnhausheizung, was in der Regel der Fall ist, dann muß ein separater Warmlufterzeuger für die Feststofffeuerung gekauft werden. Bild 5 zeigt eine derartige Anlage im schematischen Aufbau, Bild 6 gibt die Ansicht des Gerätes wieder.

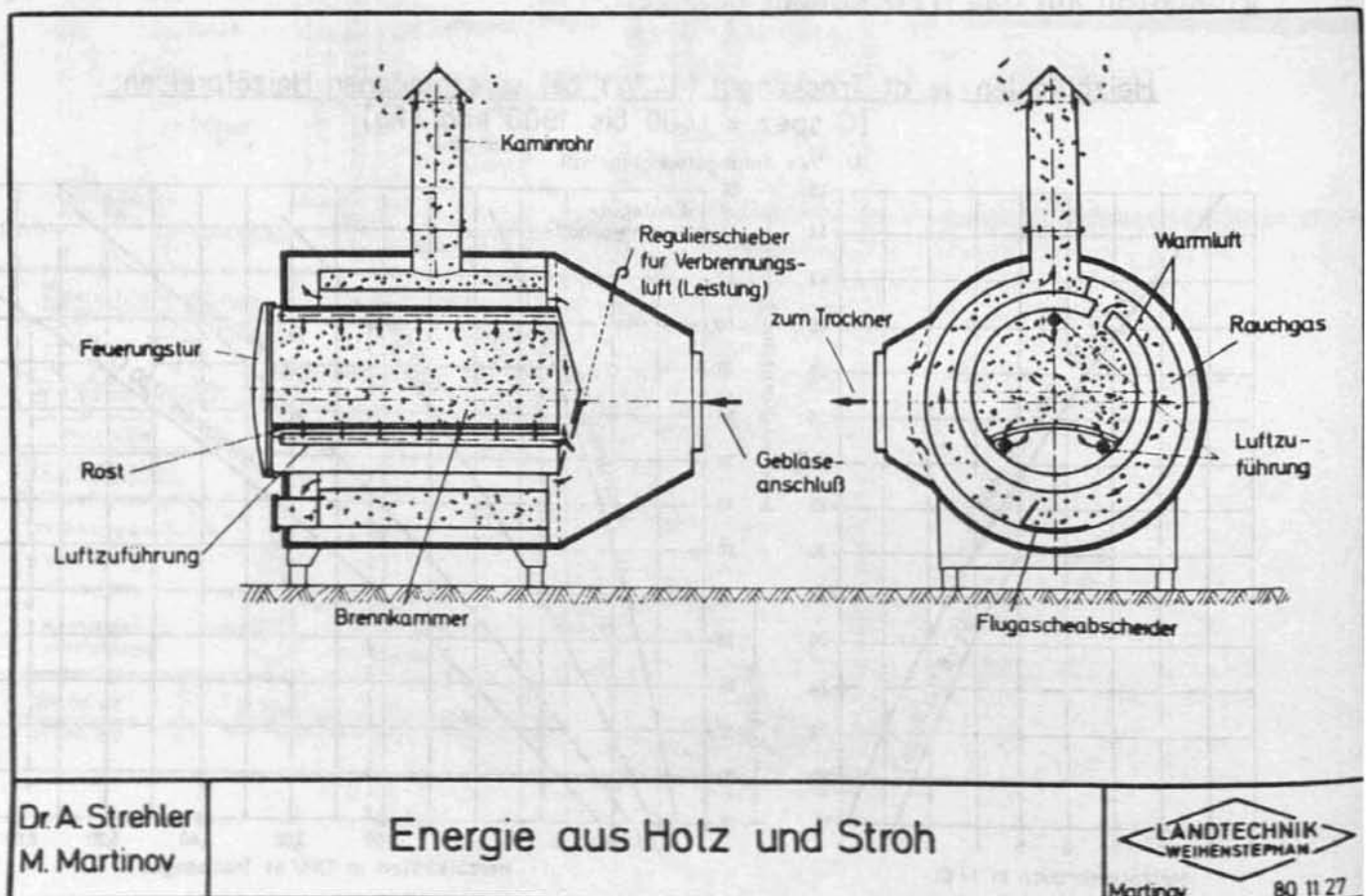


Bild 5

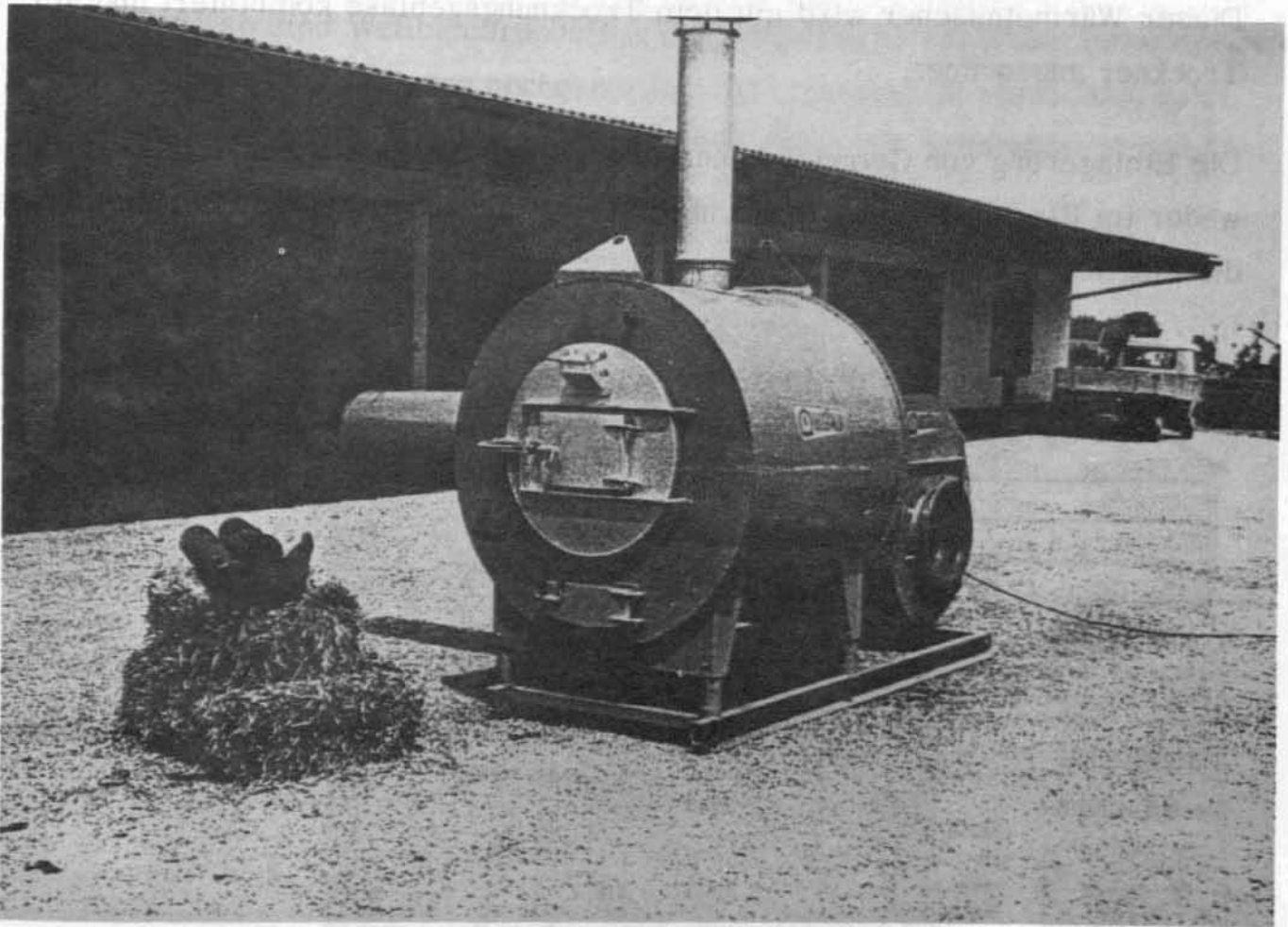


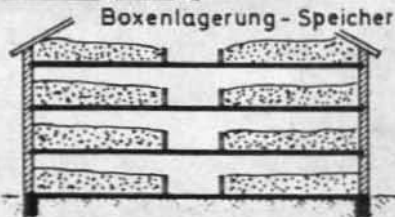
Bild 6

Bild 5 zeigt die großvolumige zylindrische Brennkammer, in welche ein großer Holzvorrat eingebracht werden kann (reicht für 3 bis 5 Stunden). Ein Teilstrom der Trocknungsluft, die in das Gerät eingeblasen wird, läßt sich über einen Regulierring in die Brennkammer einspeisen. Je nach Regulierringstellung kann die Heizleistung eingestellt werden. Die angewärmte Luft gelangt über ein Leitungssystem zum Trockner. Die Rauchgase werden separat abgeführt. Dieser Warmlufterzeuger kostet einschließlich Gebläse für eine Heizleistung von 150 kW ca. 8000.-- DM, für eine Heizleistung von 250 kW ca. 12000.-- bis 14000.-- DM, je nach Art der Leistungsregelung. Mit der Holzverfeuerung liegen gute Erfahrungen mit dieser Anlage vor. Die Kombination mit der holz- bzw. strohbefeuerten Wohnhausheizung erfolgt über den Warmwasserheizkreis und einen zusätzlichen Wasser-Luftwärmetauscher.

Dieser Wärmetauscher wird mit dem Trocknungsgebläse kombiniert und am Trockner angeordnet.

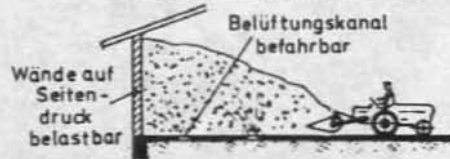
Die Einlagerung von Getreide kann in verschiedenen Bauformen erfolgen, entweder im Flachlager oder in Hochbehältern. Bild 7 gibt einen Überblick über die möglichen Einlagerungssysteme.

Flachlagerung: statische Berechnung u. Baugenehmigung vorgeschrieben



Anwendung: Altgebäude
Preis je m^3 : 15-40 DM/ m^3
Bemerkung: arbeitsaufwendig

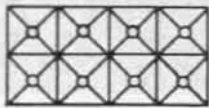
Hallenlagerung
(statt Umlagern Belüften)



Neubauten und Umbauten
25-40 DM/ m^3
Radlader, Kipper, Förderband

Silolagerung: teuer, arbeitsparende Befüllung und Entleerung
statische Berechnung u. Baugenehmigung vorgeschrieben

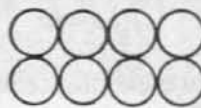
Viereckbehälter



Material:
Holz
Metall
Beton

In Batterien oder einzeln aufstellbar. Höchste Platzausnutzung. Auslauftrichter teuer
Anwendung: bei Platzmangel
Preise DM/ m^3 : 50 - 120
Bemerkung: Eigenbau möglich

Rundbehälter



Material:
Holz
Metall
Beton
Kunststoff

Geringere Platzausnutzung
Eigenbau mit Nut- u. Federbrettern u. Eisenspannrings besonders billig (20 DM/ m^3), Lagerhäuser und und lw. Betriebe. 30 - 100 DM/ m^3
Eigenbau möglich

Bild 7

Die Boxenflachlagerung in mehreren Etagen hat sich aus arbeitswirtschaftlichen Gründen mittlerweile nur noch auf wenige Betriebe eingeschränkt. Für Großlager sind befahrbare erdlastige Flachlager empfehlenswert. Sie sollten jedoch mit entsprechenden Belüftungseinrichtungen versehen werden, da das Umlagern in diesem Lagersystem sehr schwierig ist.

Überall dort, wo kleinere Chargen getrennt aufbewahrt werden müssen, sollten Hochlagerbehälter zum Einsatz kommen. Ist genügend Grundfläche vor-

handen, so sind Wellblechrundsilos am billigsten zu erstellen, insbesondere wenn man auf den teuren hochgestellten Trichterauslauf verzichten kann.

Bild 8 zeigt ein flach aufgestelltes Wellblechsilo mit Seitenstützen und dem Anschluß an ein Körnerkühlgerät.

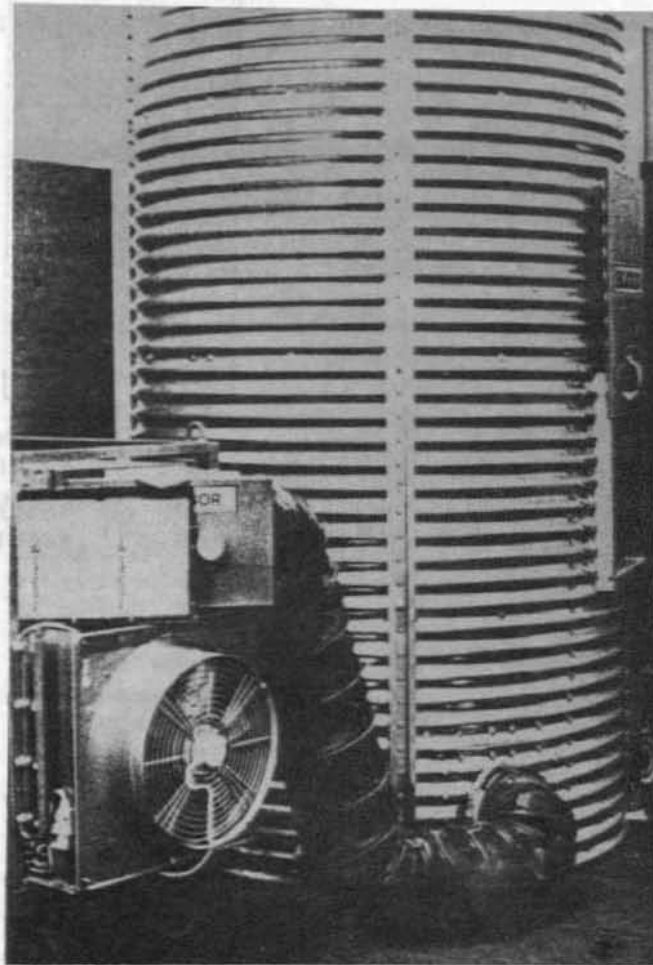


Bild 8

Je nach Silodurchmesser und -höhe ist mit Anschaffungspreisen zwischen 30.-- und 50.-- DM/m³ Lagerraum zu rechnen.

Zur einfachen Entleerung läßt sich ein Trichter in den Behälter einbetonieren. Über eine Ringleitung mit verschiedenen Austrittsflächen ist eine gleichmäßige Belüftung entweder mit einem Körnerkühlgerät oder aber, was in den meisten Fällen ausreicht, mit Außenluft erzielbar (nicht zur Trocknung, sondern zur Gutskühlung). Den schematischen Aufbau eines Kühlgerätes mit Anschluß an ein Lagersilo zeigt Bild 9.

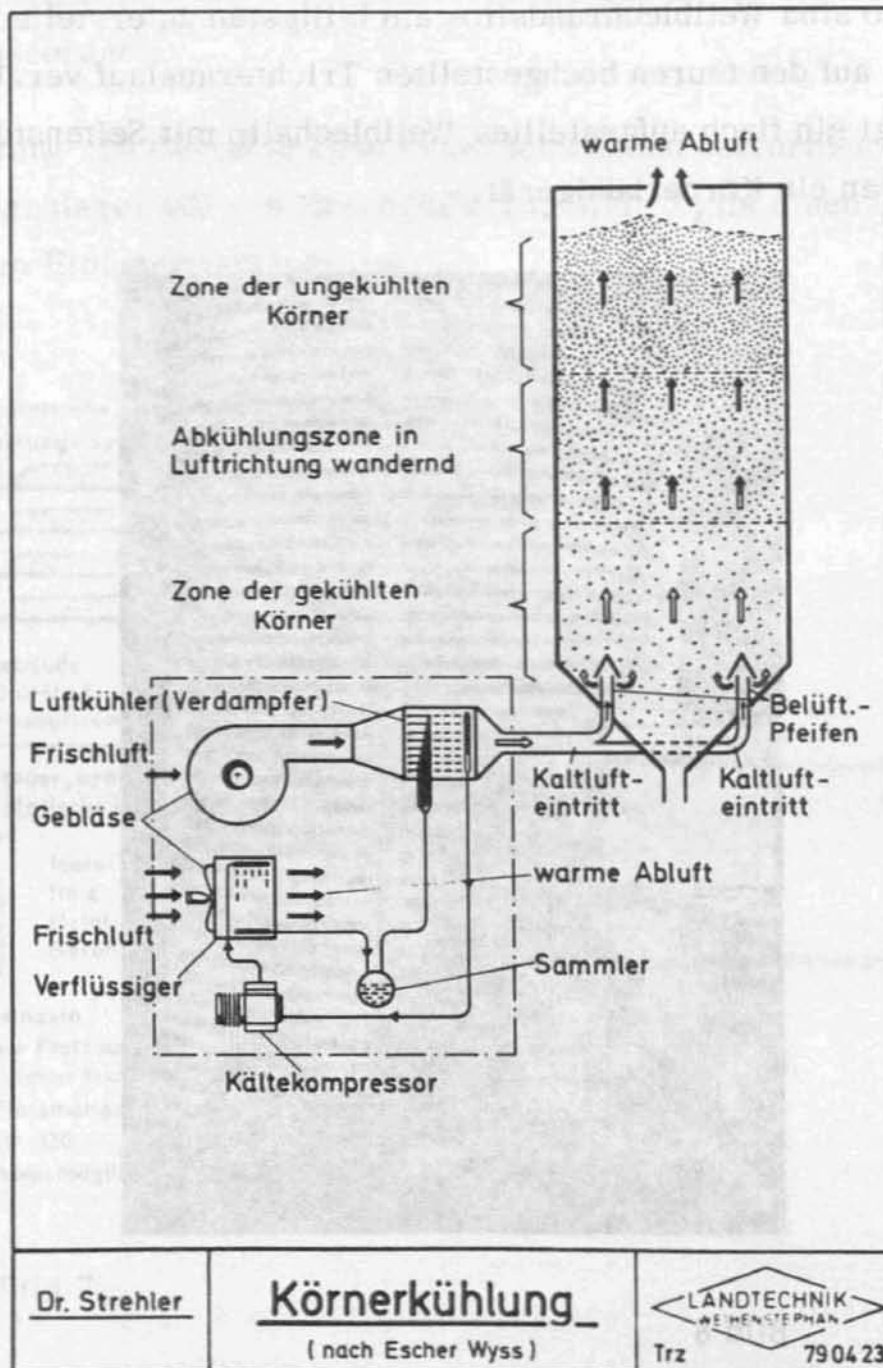


Bild 9

Körnerkühlgeräte lohnen sich bei großen Betrieben und Lagerhäusern, sie ersetzen aber nur in seltenen Fällen den Trockner. Nur bei Feuchtegehalten unter 18% kann man mit dem Körnerkühlgerät allein eine Langzeitlagerfestigkeit erzielen, da bei jedem Kühlgang der Feuchtegehalt des eingelagerten Gutes um 0,5% absinkt. Zur Technik der Körnerkühlung siehe DLG-Merkblatt 171 "Technik der Körnerkühlung", dort ist eine klare Abgrenzung zwi-

schen Kühlung mit kalter Nachtluft (nur Gebläse) und der Beschaffung eines speziellen Körnerkühlgerätes gezogen.

Behälter mit teurem feistehenden Trichterauslauf lohnen sich nur in den Fällen, in denen ein Behälter mehrmals im Jahr entleert und wieder befüllt wird. Bild 10 zeigt ein Wellblechsilo mit freiem Trichterauslauf.

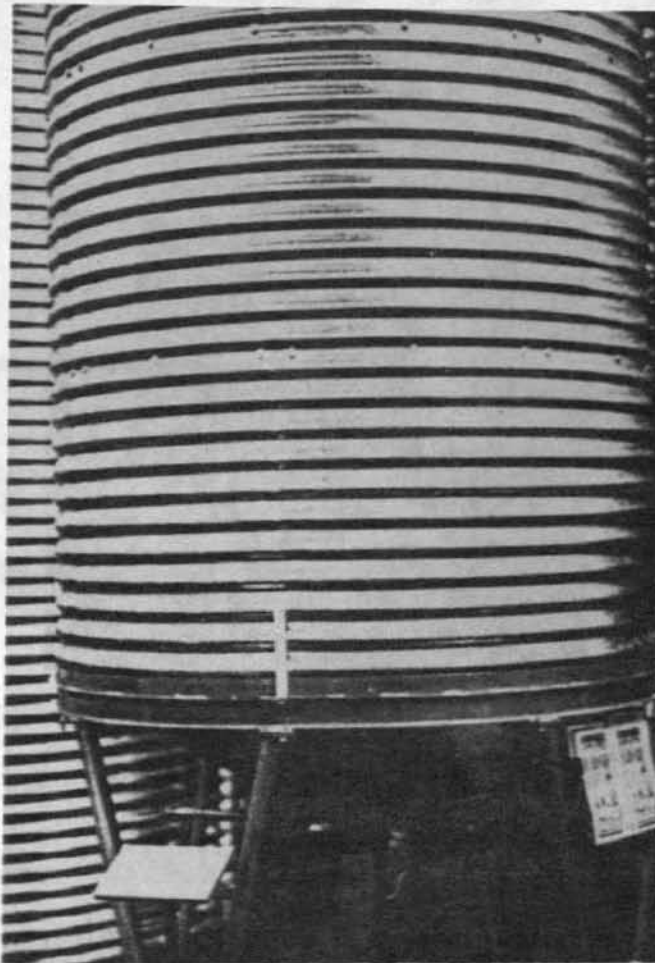


Bild 10

Der Trichterauslauf kostet in der Regel ebensoviel wie der restliche Silo-behälter. Wellblechsilos lassen sich auch im Freien aufstellen. Es werden dazu spezielle Dächer geliefert, wie Bild 11 veranschaulicht. Das spezielle Dach kostet je nach Silogröße zwischen 3 000.-- und 6 000.-- DM. Stehen bei einem landwirtschaftlichen Betrieb Gebäude leer, so ist der Einbau von

Silos in dieses Gebäude empfehlenswert, da weder Regen noch Temperaturschwankungen ungünstig auf die Gutsqualität wirken können.

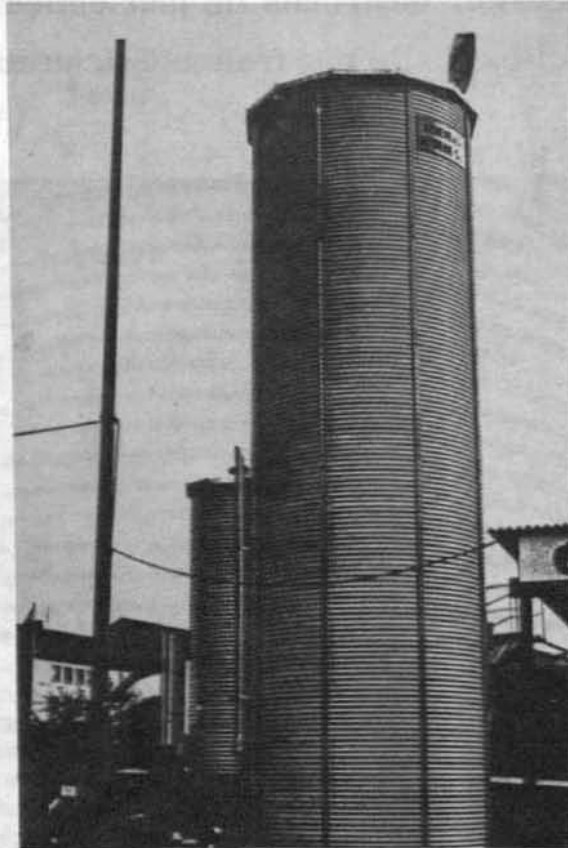


Bild 11

Neuerdings kamen wiederbelüftbare Flachlagerbehälter mit pneumatischer Siloaustragung ins Gespräch. Ist ein entsprechend großer Belüftungsquerschnitt gegeben (System Kongskilde), dann kann in diesen Behältern auch mit Kaltluft oder vorgewärmter Luft ($5 - 10^{\circ} \text{C}$ Temperaturerhöhung) getrocknet werden. Bild 12 zeigt den Boden eines derartig belüftbaren Lagerbehälters. Wenn Holz kostengünstig zur Verfügung steht und der Landwirt über die nötigen handwerklichen Fähigkeiten verfügt, dann lassen sich Lagerbehälter auch aus diesem Baustoff herstellen. Entsprechende Bauanleitungen wurden von der Landtechnik Weihenstephan entwickelt, sie lassen sich in der Schrift

"Betriebseigene Lagerung von Getreide" von STREHLER und RITTEL, herausgegeben vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Juli 1980, nachlesen. Allerdings kosten diese Behälter zwischen 30.-- und 100.-- DM/m³ Lagerraum. Die teureren Lösungen verfügen über einen schrägen Trichterauslauf.

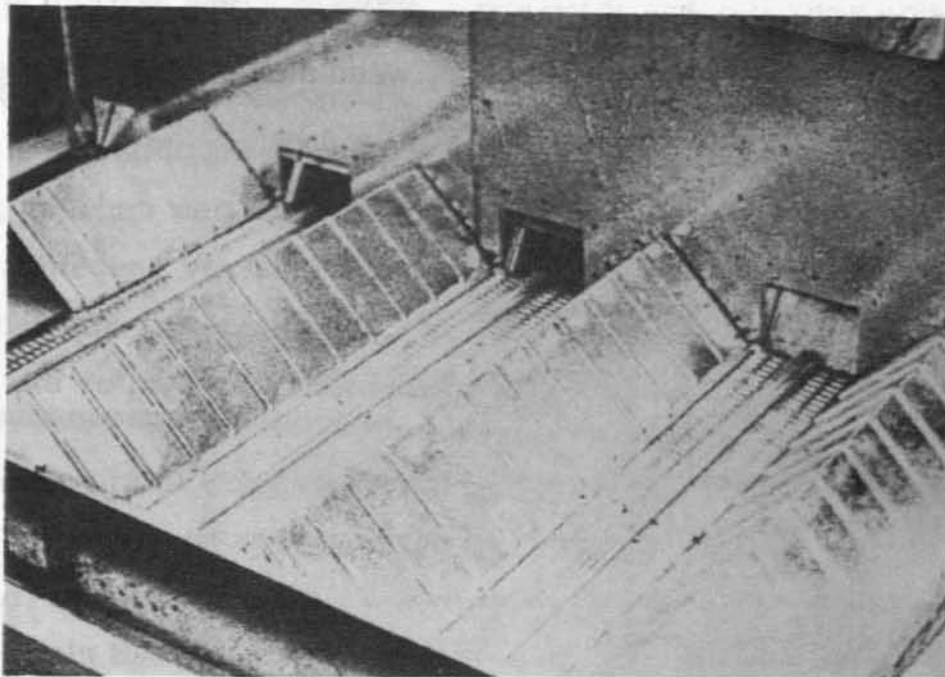


Bild 12: Boden eines belüftbaren Siloflachbehälters mit pneumatischer Austragung

Zusammenfassung:

Für die meisten Betriebe ist die Trockenkonservierungsmethode am kostengünstigsten, zumal in vielen Jahren keine zusätzlichen Konservierungsmaßnahmen notwendig sind (Getreide kommt lagerfest vom Feld). Für eine betriebseigene Lagerungsanlage ist es notwendig, eine exakte Planung von der Getreideannahme bis zur Lagerung durchzuführen. Als Mindestausrüstung für eine Lagerungsanlage sind folgende Bauelemente anzusehen: Annahmegruube, Vorreiniger, belüftbare Lagerbehälter, entsprechende Fördererlemente. Empfehlenswert sind außerdem Trocknungsanlagen, Verwiegeeinrichtungen

und Siebreiniger zur Erzielung einer höheren Gutsqualität. Bei größeren Betrieben kann sich auch ein spezielles Kühlgerät lohnen. In den meisten Fällen sind Wellblechrundbehälter ohne Trichterauslauf die günstigste Lagermöglichkeit. Je nach baulichen Voraussetzungen können aber auch mit dem Frontlader befahrbare Flachlager kostengünstig sein. Lagerbehälter lassen sich auch aus Holz bauen, entsprechende Bauanleitungen sind erhältlich. Bei der Trocknung läßt sich durch Einsatz von Holz und Stroh der Aufwand zur Warmlufterzeugung wirksam verringern, wenn die Anlagen gut ausgelastet werden können.



Bild 17: Boden eines belüfteten Silobehälters mit pneumatischer Ausblaufung

Zusammenfassung

Die die meiste Zeit über die Trocknungsvorgänge am besten geeigneten, zumal in vielen Fällen keine vollständigen Kreislaufverfahren notwendig sind (es sollte keine Lagerung im Feld) für eine bestimmte Lagerdauer. Die Trocknungsvorgänge sind in der Regel für die Lagerung der Getreidefrüchte die zur Lagerung der Getreidefrüchte für eine Lagerdauer von ein bis zwei Jahren notwendig sind. Die Trocknungsvorgänge sind in der Regel für die Lagerung der Getreidefrüchte die zur Lagerung der Getreidefrüchte für eine Lagerdauer von ein bis zwei Jahren notwendig sind.

Trend zur Flüssigfütterung bei Mastschweinen

von OLR Dr. Josef Boxberger, Landtechnik Weihenstephan

Um einen Trend zu verdeutlichen bedarf es der Kenntnis zweier Punkte, einmal, wie die Ausgangsposition war und zum anderen, welche Einflüsse den Trend bewirkt haben könnten.

Die Ausgangsbasis: Trocken- und Flüssigfütterung konkurrieren miteinander. Die Flüssigfütterungsanlagen müssen daher im Vergleich zur Trockenfütterung gesehen werden. Zur Trockenfütterung haben sich in der Praxis zwei verschiedene Verfahren eingeführt, die Ad-libitum- oder Sattfütterung am sogenannten Automaten und - im Süden der Bundesrepublik stärker verbreitet - die vollautomatische Gewichtsdosierung.

Erneut haben jüngst durchgeführte Untersuchungen bestätigt (Tab. 1), daß bei Sattfütterung zwar höhere tägliche Zunahmen erzielt werden (Verkürzung der Mastdauer um ca. 7 Tage), daß aber der Futterverbrauch um ca. 10% höher liegt als bei der rationierten Fütterung und daß auch die SchlachtkörperEinstufung ungünstiger ausfällt.

Die rationierte Trockenfütterung mittels vollautomatischer Gewichtsdosierungsanlagen weist einen höheren technischen Aufwand auf. Sie ermöglicht aber durch Zeitsteuerung die Zuteilung mehrerer Rationen am Tag, ohne daß die Kontrollperson an die Futterzeiten gebunden ist. Im Arbeitszeitbedarf unterscheidet sich die Trockenfütterung somit auch nicht von der vollautomatischen Flüssigfütterung. Über den Kapitalbedarf liegen uns zur Zeit keine neuen Vergleichskalkulationen vor.

Der technische Aufwand bei Flüssigfütterungsanlagen neuester vollautomatischer Bauart läßt vermuten, daß auch bei größeren Tierbeständen die Trockenfütterung einschließlich Wasserversorgung noch günstiger abschneidet. Bei kleineren Beständen mit 250 bis 500 Mastplätzen ist der Kapitalbedarf für Flüssigfütterungsanlagen ungünstiger, da die zentrale Einheit teuer ist,

aber erst bei größeren Beständen ausgelastet werden kann.

Günstiger schneiden manuell bediente Flüssigfütterungsanlagen ab. Bei etwa dem halben Kapitalbedarf erfordern sie jedoch einen dreimal höheren Arbeitszeitaufwand.

Fütterungsverfahren	rationiert		Sattfütterung (ad lib.)	
	2 x tägl. Trog	1 x tägl. mit Futter- bremse	3 : 1	6 : 1
Anzahl der Tiere je Freßplatz	1 : 1	4 : 1	3 : 1	6 : 1
tägliche Zunahme	662	667	717	709
Masttage bei 70 kg Zunahme	105,7	104,9	97,6	98,7
Futtermittelverbrauch je kg Zuwachs in kg	3,00	3,07	3,34	3,34
Ausschlachtung in % Handelsklassenein- stufung E + I	78,82 34 = 57,6 %	79,19 38 = 57,6 %	80,83 13 = 44,8 %	80,62 10 = 37,1 %

Tab. 1: Mastleistung und Schlachtkörperbewertung bei rationierter und ad-libitum-Fütterung (top agrar 1/81)

Die Ursache für den Trend zur Flüssigfütterung liegt demnach nicht in der veränderten Konkurrenzsituation zu Trockenfütterungsanlagen. Wo Trockenfutter (eventuell als pelletiertes Fertigfutter) verabreicht wird, hat die Trockenfütterungsanlage den Vorteil der einfacheren Technik, der einfacheren Verstellbarkeit und, bei mehreren Futtersträngen, den Vorteil der Vorlage unterschiedlicher Futtermischungen.

Flüssigfütterung, das läßt sich aus diesen Überlegungen ableiten, bietet sich an, wenn feuchte oder flüssige Futterstoffe zu verabreichen sind. Hier-

mit ist auch der Trend zu erklären, denn mit zunehmender Verteuerung von Energie für die Trocknung und von Eiweiß-Futtermitteln wird Feuchtmais, Molke, Magermilch u.ä. verfüttert. Dazu sind Flüssigfütterungsanlagen prädestiniert.

Gerade in jüngster Zeit hat die Flüssigfütterungstechnik sich einerseits im prinzipiellen Aufbau vereinheitlicht, so daß hier schematisch und firmenneutral darüber berichtet werden kann, andererseits technische Verfeinerungen erfahren, auf die noch näher hinzuweisen sein wird.

Futtermischung

Die Futtermischung wird so aufbereitet, daß der Wasserbedarf bzw. Flüssigkeitsbedarf der Mastschweine gedeckt ist. Bei reiner Trockenfütterung steigt mit zunehmendem Lebendgewicht bzw. Alter die Futtermenge und der Wasserbedarf etwa im gleichen Verhältnis von ca. 1 : 3 an (Abb. 1).

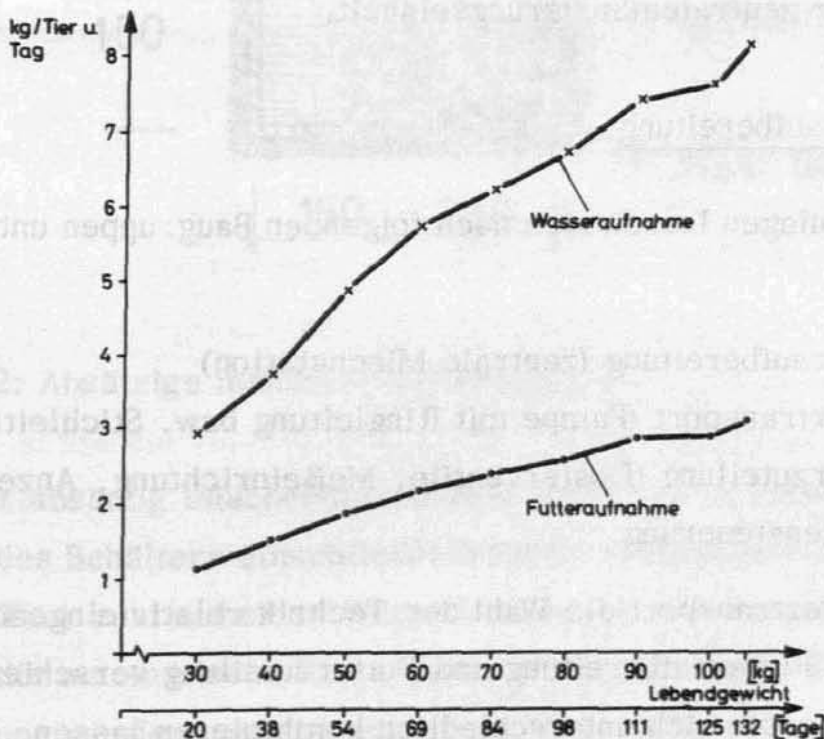


Abb. 1: Futter- und Wasseraufnahme bei Mastschweinen (nach BLENDL)

Eine Einengung des Verhältnisses auf weniger als 1 : 2,5 bedingt eine zusätzliche Wasserversorgung und birgt die Gefahr, daß der Futterbrei sich im Trog nicht genügend verteilt, wodurch die ausreichende Versorgung schwächerer Tiere gefährdet ist. Andererseits tritt durch ein zu weiteres Verhältnis von Futter zu Wasser eine Nährstoffunterversorgung der Mast Schweine ein.

Addiert man den Futter- und Wasserbedarf, so ergibt sich daraus die zuzumischende Tagesmenge, aus der sich je nach Häufigkeit des Futtermischens die Mischbehältergröße (evtl. auch die Wassertankgröße) errechnen läßt (Faustzahl: ca. 10 l/Tag, bei zweimaligem Mischen 5 l Mischtank-Fassungsvermögen je Mastplatz).

Der ansteigende Futter- und Wasserbedarf stellt darüber hinaus eine wichtige Forderung an die Technik der Zuteilung bzw. Steuerung. Die einer Tiergruppe zuzuteilende Menge muß dem steigenden Bedarf ständig angepaßt werden. Bei automatischer Zuteilung erfordert dies eine einfache Einstellung bzw. Veränderung an der zentralen Steuerungseinheit.

Technik der Futteraufbereitung

Flüssigfütterungsanlagen lassen sich nach folgenden Baugruppen unterscheiden:

1. Futteraufbereitung (zentrale Mischstation)
2. Futtertransport (Pumpe mit Ringleitung bzw. Stichleitungen)
3. Futterzuteilung (Dosierventile, Meßeinrichtung, Anzeigegerät)
4. Anlagensteuerung

Während beim Futtertransport die Wahl der Technik relativ eingeschränkt ist, gibt es für die Futteraufbereitung und Futterzuteilung verschiedene Mechanisierungsstufen, die sich unterschiedlich kombinieren lassen.

Hinsichtlich der Futteraufbereitung lassen sich die einzelnen Anlagen drei

verschiedenen Prinzipien zuordnen:

1. Absätzig manuelle Aufbereitung.
2. Absätzig automatische Aufbereitung.
3. Kontinuierliche automatische Aufbereitung.

Die absätzig manuelle Aufbereitung (Abb. 2) besteht aus einem Mischtank, oberirdisch oder im Boden versenkt (säurefestes Material), in dem ein Rührwerk eingebaut ist bzw. bei dem Pumpe und Rührwerk kombiniert sind. Im allgemeinen werden die einzelnen Komponenten der Futtermischung von Hand zugemessen.

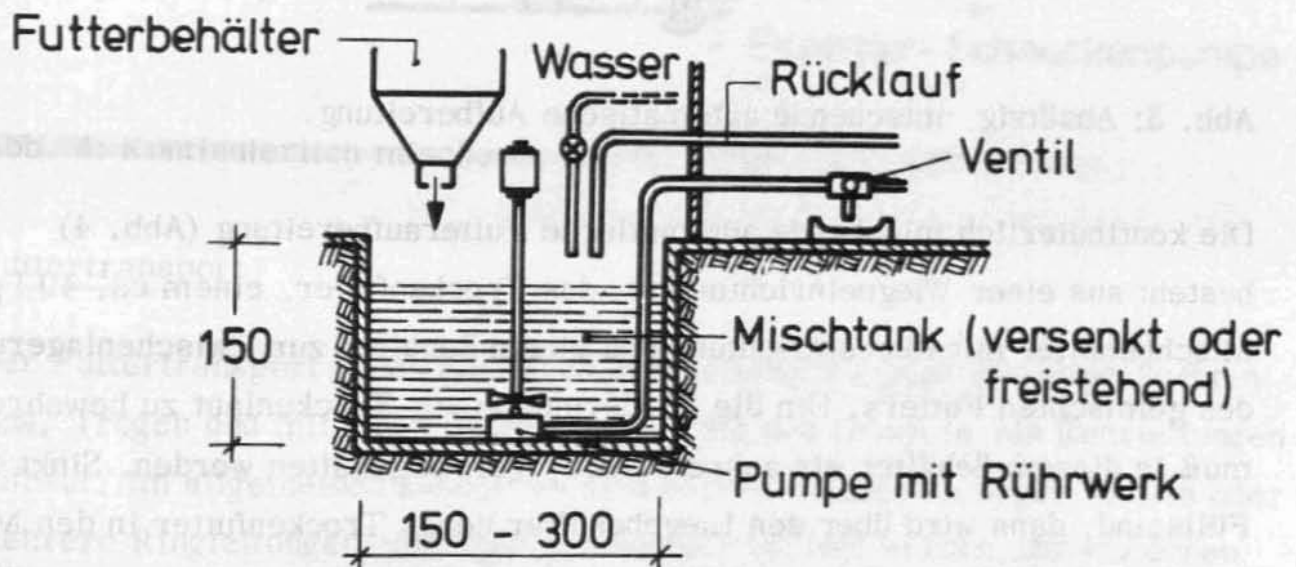


Abb. 2: Absätzig manuelle Aufbereitung.

Bei der absätzig mischenden automatischen Futteraufbereitung muß das Gewicht des Behälters einschließlich Inhalt meßbar sein. Der einseitig gelagerte Tank ruht auf einer Wiegeeinrichtung, die zusammen mit dem Steuergerät die automatische Komponentenzuteilung regelt. Die Komponenten der Mischung werden nacheinander abgerufen. Zum intensiven Vermischen des Futterbreis dient eine eigene, von einem Elektromotor angetriebene Rühr-einrichtung.

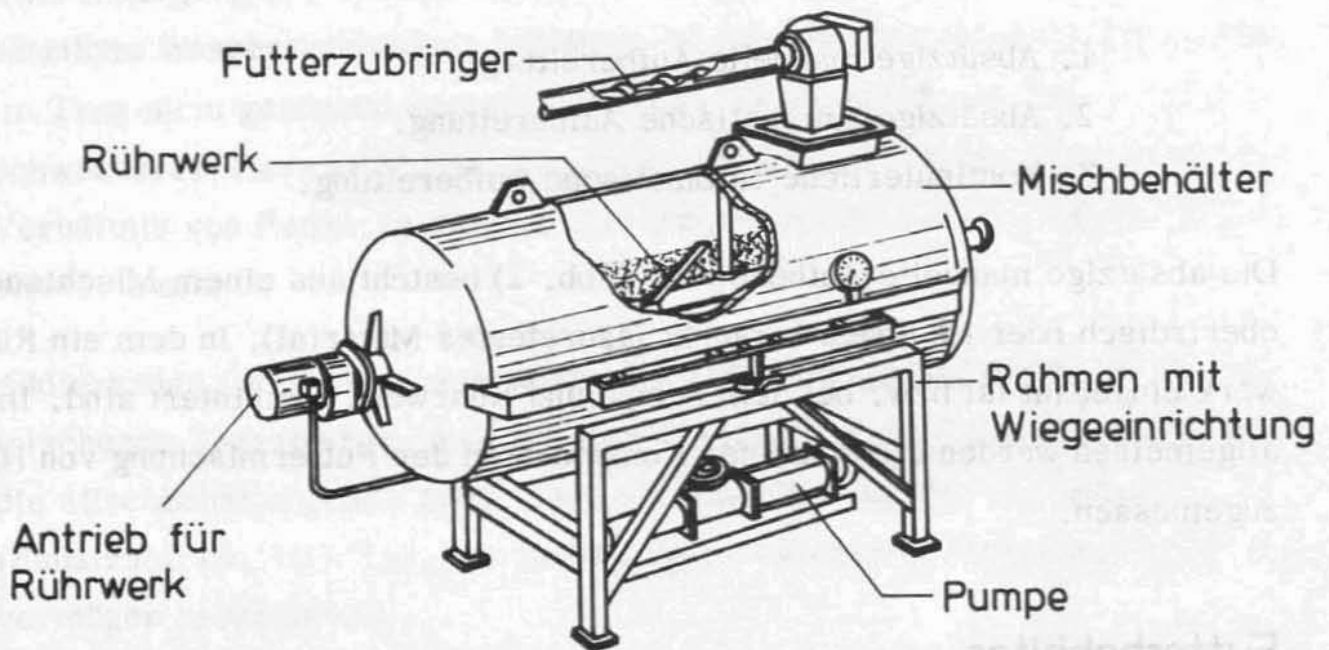


Abb. 3: Absätzig mischende automatische Aufbereitung.

Die kontinuierlich mischende automatische Futteraufbereitung (Abb. 4) besteht aus einer Wiegeeinrichtung für das Trockenfutter, einem ca. 40 l großen Mischbehälter mit Rühreinrichtung und einem Behälter zur Zwischenlagerung des gemischten Futters. Um die Förderpumpe vor Trockenlauf zu bewahren, muß in diesem Behälter ein ausreichender Vorrat gehalten werden. Sinkt der Füllstand, dann wird über den Liegebehälter neues Trockenfutter in den Mischbehälter abgegeben und dort mit der entsprechenden Wassermenge angerührt. Nach dem Mischen läuft das Futter in den Zwischenbehälter ab.

Die etwa Schrankgroße Mischstation weist gegenüber den vorher beschriebenen Mischanlagen einen wesentlich geringeren Platzbedarf auf. Mit ihr läßt sich allerdings nur Trockenfutter verarbeiten.

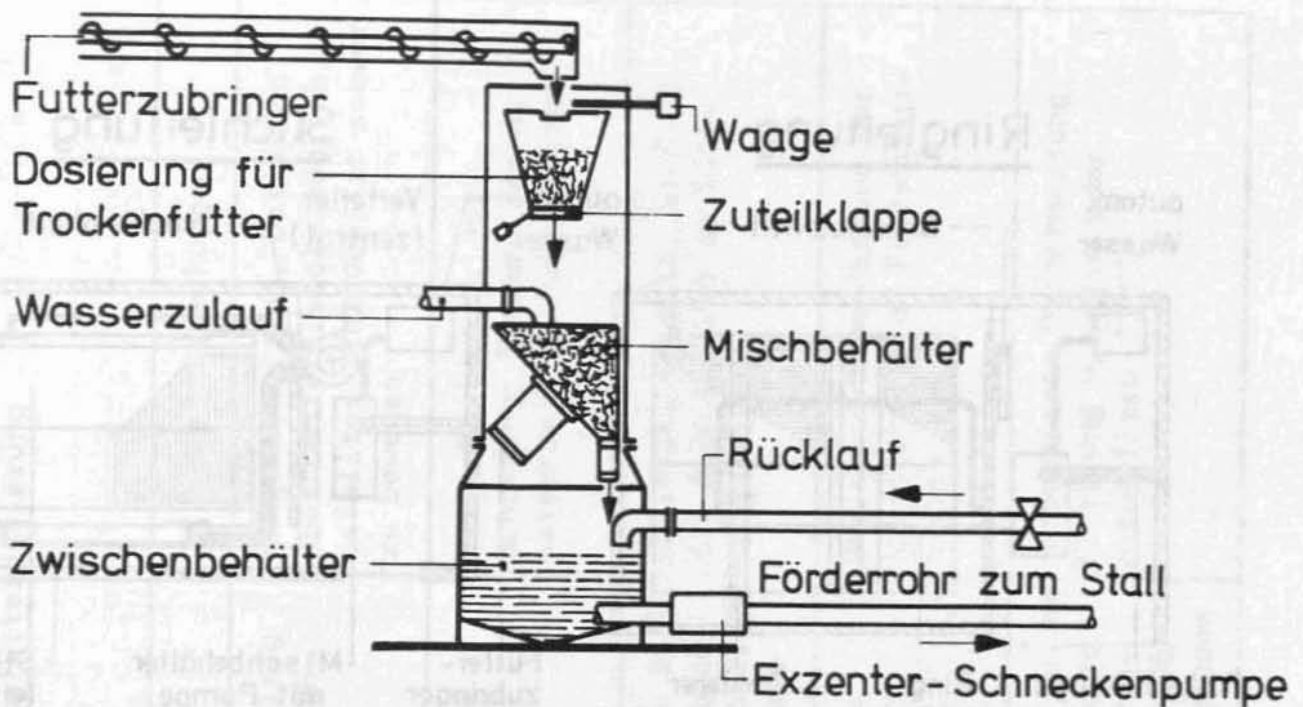


Abb. 4: Kontinuierlich mischende automatische Futteraufbereitung.

Futtertransport

Der Futtertransport geschieht durch Rohrleitungen zu den einzelnen Buchten bzw. Trögen und mit einer Förderpumpe, die den Druck in den Rohrleitungen aufbaut. Im allgemeinen handelt es sich bei den heutigen Anlagen um ein oder mehrere Ringleitungen, die über den Buchten verlegt werden und aus denen Fallrohre herab zu den Trögen führen. Bei Stichleitungssystemen führt von einem zentralen Verteiler zu jedem Trogabchnitt eine eigene Zuleitung ohne Rücklauf.

Zum Pumpen des Futters in den Rohrleitungen werden sowohl Kreisel- als auch Exzentrerschneckenpumpen verwendet. Kreiseltauchpumpen sind robuster, während Exzentrerschneckenpumpen druckstabiler arbeiten, allerdings trockenlauf- und fremdkörperempfindlich sind. Letzteres trifft vor allem den Gummi- stator, der dann gegebenenfalls ausgewechselt werden muß.

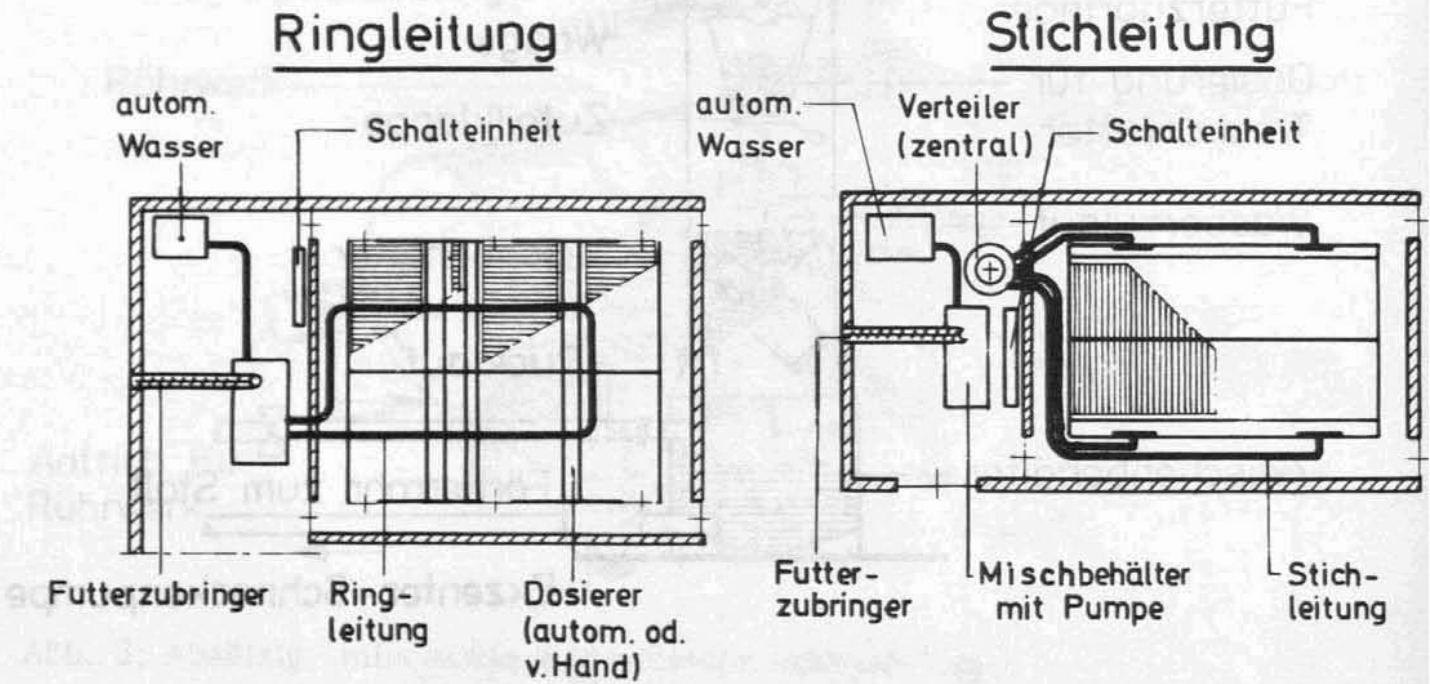


Abb. 5: Futtertransport in Ring- oder Stichleitungen.



Abb. 6: Futterzuteilung zum Trog; links: von oben, rechts: von unten

Futterdosierung

Die Möglichkeiten für die Flüssigfutterdosierung reichen von der einfachen Handbedienung der Ventile und Schätzung des eingelaufenen Futters bis hin zur vollautomatischen Dosierung (Tab. 2).

Tab. 2: Möglichkeiten für die Flüssigfutterdosierung

Kennzeichen	Arbeitsweise	Bemerkungen
Schlauch mit Pistole	Schlauch mit Pistole wird von Trog zu Trog gezogen, Zuteilung durch Öffnen des Pistolenventils	Mengenschätzung, Dosierung über Dosierpistole möglich, gefüllter Schlauch ist schwer zu bewegen
Ventile handbetätigt (Futtermengenschätzung)	Arbeitsperson geht von Bucht zu Bucht und öffnet bzw. schließt die Ventile	Keine Dosierung, nur Schätzung, Bindung der Arbeitskraft an Futterzeiten
Ventile handbetätigt, Futtermengenmessung und Monitor	Arbeitsperson geht von Bucht zu Bucht öffnet das entspr. Ventil, beobachtet die Monitoranzeige u. schließt nach Einlaufen der erfordl. Menge	Dosierung möglich, Bindung der Arbeitskraft an Fütterungszeiten
Futtermengenmessung automatische Dosierventile	Anlage teilt vollautomatisch zu (Schaltung der Ventile über Zentrale Steuerungseinheit und Durchflußmesser)	Dosierung ohne Bindung der Arbeitskraft an Fütterungszeiten
Dosierbehälter über den Trögen	Dosierbehälter mit Kolben. Der Kolben ist nach oben arretierbar. So wird das Volumen auf die nötige Futtermenge begrenzt. Zur Futterzeit: Ablassen des Futters über Dreivegehahn	automatische Mengenmessung, Zuteilung von Hand oder automatisch

Zur Reduzierung des technischen Aufwandes hatte man ursprünglich versucht, die Ringleitung mit Anschlüssen für Schläuche zu versehen und das Futter über eine am Ende des Schlauches befestigte Pistole zuzuteilen. Das Arbeiten mit dem Schlauch erwies sich aber als schwer und zeitaufwendig. In die Ringleitungen werden daher Ventile eingebaut (günstig: Quertrogaufstellung, Doppeltrog, ein Ventil für zwei Buchten), die in der einfachsten Form handbetätigt werden. Die Bedienungsperson schätzt die einlaufende Futtermenge. In der nächsten Ausbaustufe weist die Anlage eine Durchfluß- oder Gewichtsmessung auf. Jedes Stallabteil erhält ein Anzeigergerät, das von allen Buchten aus gut ablesbar ist. An den Buchten bzw. Ventilen befinden sich Merkscheiben, die der Bedienungsperson die zuzuteilende Menge angeben. Bei Öffnen eines Ventils läuft die Anzeige des Monitors. Sobald die erforderliche Menge eingelaufen ist, wird das Ventil wieder geschlossen.

Das Signal der Durchfluß- bzw. Gewichtsmessung kann auch für die automatische Futterzuteilung verwertet werden. Über den Trögen befinden sich dann elektromagnetisch ausgelöste, pneumatische Ventile, die sich selbsttätig nacheinander öffnen und schließen.

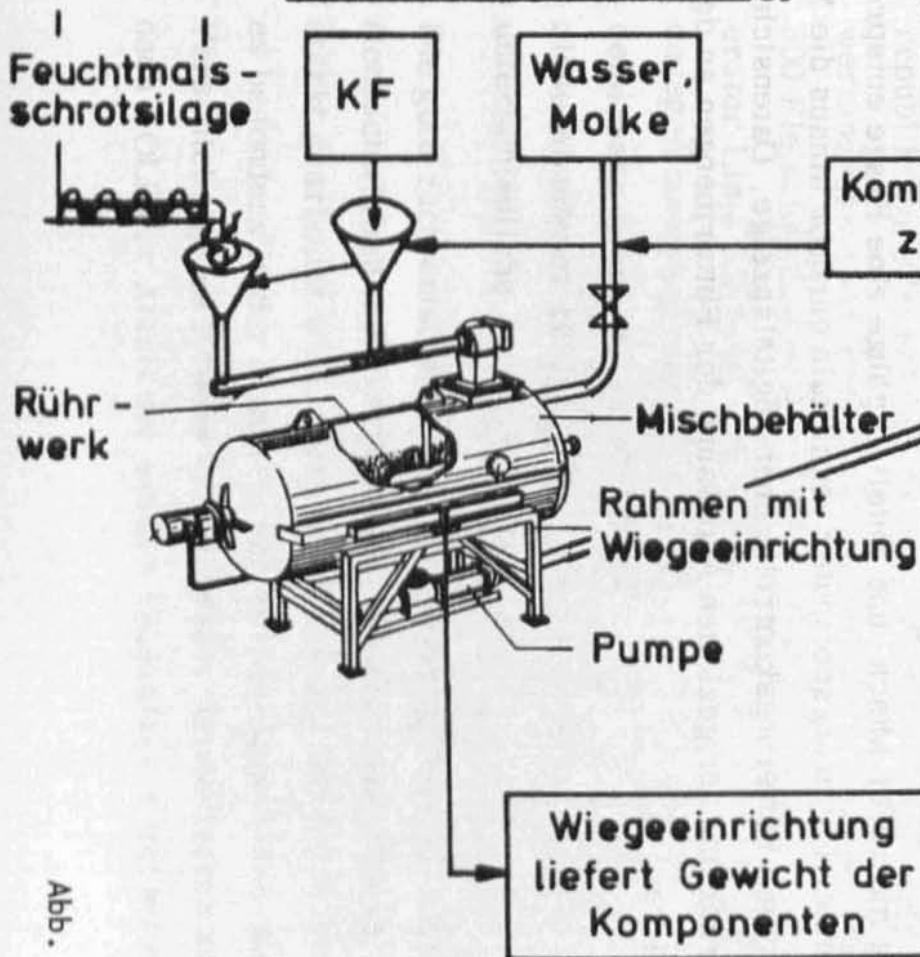
Bei einer vom bisherigen Schema abweichenden Bauart befinden sich über den Trögen Behälter, die eine Futterration aufnehmen. Die Einstellung der Futtermenge erfolgt an einem im zylindrischen Behälter eingebauten Kolben, der sich in verschiedenen Höhen arretieren läßt. Ist die entsprechende Futtermenge zugeflossen, so schließt sich das Ventil automatisch. Zur Futterzeit werden die Ablaufventile des Behälters zu den Trögen (Dreiwegehahn) von Hand oder automatisch geöffnet und wieder geschlossen.

Anlagensteuerung

Das Funktionsschema einer automatischen Flüssigfütterungsanlage macht die eingangs verwendete Gruppierung der Anlagenteile in Futteraufbereitung, Futterzuteilung und zentrale Steuerung deutlich (Abb. 7). Der elektrischen bzw. elektronischen Steuerung fallen zwei wesentliche Aufgaben zu:

Funktionsschema automatische Flüssigfütterung

A. Futteraufbereitung



B. Futterzuteilung

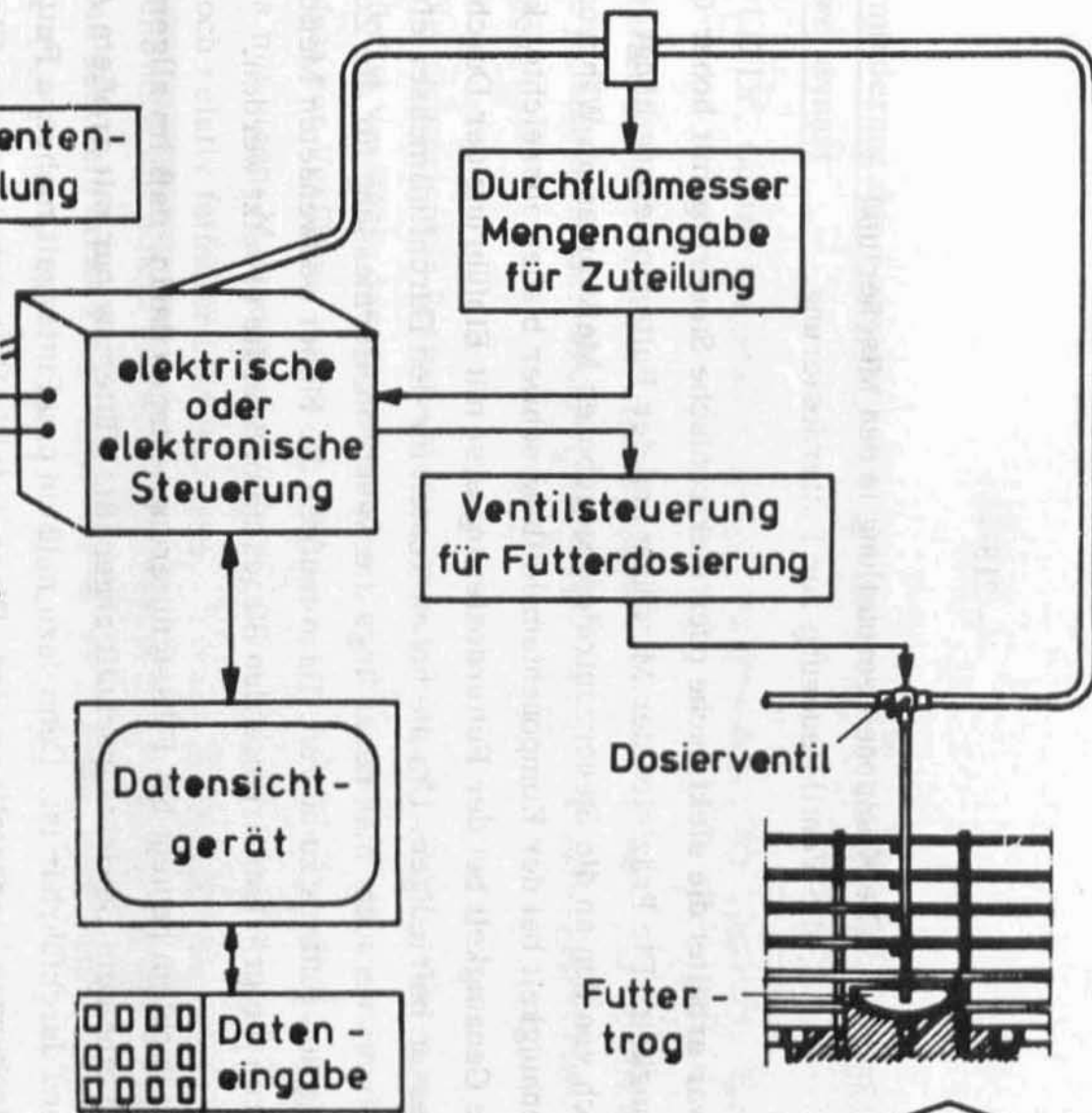


Abb. 7

1. Die Komponentenzuteilung in den Mischer und
2. die Ventilsteuerung zur Futterdosierung.

Zwar arbeitet die elektrische oder elektronische Steuerung mit hoher Genauigkeit. Die Präzision der Mischung und der Futterdosierung hängt jedoch von den an die Steuerzentrale abgegebenen Meßwerten ab. Während die Genauigkeit bei der Komponentenzuteilung schwer bisher ausreichte, konnte die Genauigkeit bei der Futterdosierung erst mit Einführung der Durchflußmesser befriedigen. Um die hohen Kosten für den Durchflußmesser einzusparen, versucht man neuerdings die Mischbehältermessung für die Zuteilung des Futters zu nutzen. Dazu mußten die bisher verwendeten Meßdosen durch die präziser arbeitenden Biegestabmeßgeräte ersetzt werden.

Ein Problem besteht bei Flüssigfütterungsanlagen darin, daß im allgemeinen eine dem Gewichtsabschnitt angepaßte Fütterung nur mit großem Aufwand durchführbar ist. Denn dazu mußten pro Futterzeit mehrere Futtermischungen hergestellt werden. Diese Aufgabe läßt sich durch den Einsatz der Elektronik lösen. Für Fütterungscomputer ist der zusätzliche Aufwand für die Steuerung mehrerer Misch- und Zuteilvorgänge eine Frage entsprechender Programme. Fütterungscomputer vermitteln darüber hinaus die Möglichkeit der ständigen Fütterungskontrolle über Digitalanzeige, Datensichtgerät oder Ausdruck und der gezielten Anpassung der Futtermengen an das Wachstum der Tiere.

Verminderung der Futterkosten durch optimale Rationsgestaltung in der Schweinemast

von LD Dr. Gustav Burgstaller, Bayer. Landesanstalt für Tierzucht, Grub

Gestatten Sie mir einige Vorbemerkungen, die mein Thema von der Erlösseite je nach Stand der Bedingungen sowohl positiv als auch negativ beeinflussen.

1. Die züchterischen Bestrebungen der letzten zwei Jahrzehnte waren und sind künftig verstärkt darauf ausgerichtet, ein gesundes, vitales Ferkel für die Mast zur Verfügung zu stellen. Bei geeigneter Fütterung und Haltung soll es mit einem Mastendgewicht von 100 - 110 kg einen fleischreichen, jedoch relativ fettarmen Schlachtkörper liefern. Diese Mastleistung ist zudem noch mit einem möglichst geringen Futterverbrauch zu erbringen. Das setzt ein hohes Proteinansatzvermögen voraus, denn rasch wachsende Tiere sind in der Regel gute Futterverwerter.
2. Die Vorstellungen und Wünsche des Verbrauchers kommen in der Bundesrepublik Deutschland nach SCHMIDT über 15.000 Viehkaufleute, 270 Verwertungsgenossenschaften, 35.000 Metzger, 600 Großschlächter und etwa 300 Fleischwarenfabriken heran. So will nach BACH der Ladenmetzger in erster Linie Schweine der Handelsklasse E + 1, die Fleischwarenfabrik dagegen bevorzugt das schwerere - und auch fettere - Schwein der Handelsklasse II und III. Da die Wünsche des Marktes also in erster Linie über diese Abnehmer an den Mäster herangetragen werden, ergeben sich region unterschiedliche Anforderungen.
3. Die gute züchterische Arbeit hat allerdings auch eine Reihe von Konstitutionsschwächen mit sich gebracht, an deren Beseitigung seit kurzem verstärkt gearbeitet wird. Durch die Züchtung auf hohen Eiweißansatz kann es besonders in der Kotelett- und Schinkenmuskulatur zu einer gewissen Verschiebung des Anteils verschiedener Muskelfasern kommen. Nimmt nach KOLB der Anteil der weißen Muskelfasern mit hoher Enzymaktivität

zum Glukoseabbau und abnehmenden Gehalten an Mitochondrien und Muskelfarbstoff zu, so fällt unmittelbar nach der Schlachtung der pH-Wert schnell ab. Dadurch läßt die Wasserbindung stark nach. Diese mangelnde Fleischqualität wird als PSE (d.h. blaß, weich, wässrig) bezeichnet. Es ist bekannt, daß besonders bei schnellwüchsigen Schweinen diese genetisch bedingte "Weißfleischigkeit" zunehmende Anfälligkeit bei kurzfristigen Belastungen, wie z.B. Transportstreß, oder vermehrt auftretende Beinschwächen während der Mast und somit erhebliche wirtschaftliche Einbußen bringt.

Mastverlauf = Wachstumsverlauf

Schweinemast ist Ausschöpfung des Fleischbildungsvermögens, d.h. des genetisch festgelegten Proteinansatzes. Neben der bedarfsgerechten Energiezufuhr ist eine optimale Eiweißversorgung nach Menge an verdaulichem Eiweiß in richtiger, ausgewogener Aminosäureenergänzung in der Futterration zwingend. Die Zuchtauslese hat den heute gebräuchlichen Mastabschnitt von 20 - 100 kg in ein physiologisch jüngeres Stadium vorverlegt, wodurch das Ansatzverhältnis von Protein : Fett verengt wurde. Ein verstärkter Fettansatz ist aus zwei Gründen unwirtschaftlich: Erhöhter Nährstoffverbrauch je kg Zuwachs und abfallende Schlachtqualität.

Die züchterische Verbesserung des Eiweißansatzes wirkt dem Fettansatz in zweifacher Hinsicht entgegen, da zum einen mehr Energie für die verstärkte Eiweißsynthese verbraucht wird und zum anderen - auf einen kurzen Nenner gebracht - eine erhöhte Eiweißsynthese den Futtermittelverzehr im oberen Mastbereich vermindert. Eine reduzierte Verzehrsleistung ist allgemein bei fleischwüchsigen Typen festzustellen. Das sogenannte ad-libitum-Schwein, d.h. das Mastschwein, das bei Sattfütterung nicht zu viel Fett ansetzt, ist heute schon in mehrfachen Zuchtvariationen vorhanden.

Leider wird dieses physiologische Verhalten in manchen Betrieben von hal-
tungs- und klimatechnischen Einflüssen überdeckt. Ich meine damit in erster

Linie eine zu hohe Belegdichte mit den Folgen der schlechten Luft - (= Sauerstoff-) Versorgung bei erhöhter Gaskonzentration und Temperatur, wodurch zwangsläufig der Futterverzehr und in stärkerem Ausmaß der Zuwachs abfällt.

Im Bereich des physiologischen Stoffansatzvermögens bestehen zwischen der Höhe der Tageszunahmen und der Futterverwertung enge Beziehungen, d.h., je höher die Zuwachsraten sind, desto günstiger ist der Futterverbrauch je kg Zuwachs - Futterverluste ausgeschlossen. So zeigen die Futterwertleistungsprüfungen der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe in Haus Düsse, daß bereits ein um 40 g verminderter Tageszuwachs mit einem erhöhten Futterverbrauch von 0,15 - 0,20 kg je kg Zuwachs verbunden ist. Das sind für den Mastbereich von 25 - 105 kg Lebendgewicht 12 - 16 kg Futter bzw. etwa 6 - 9 DM höhere Futterkosten je Mastschwein. Es kommt also entscheidend darauf an, mit dem geeigneten Tiermaterial und unter hygienisch einwandfreien Bedingungen hohe Tageszunahmen mit günstiger Futterverwertung anzustreben. Eine schnelle Mast ist fast immer die wirtschaftlichste Mast.

Zu dieser Feststellung einige Begründungen:

Neben den Kosten der verstärkten Arbeits- und Kapitalbelastung durch eine verlängerte Mast erhöht sich der "unproduktive" Erhaltungsanteil an der Gesamtfuttermenge rasch, wie aus folgendem, stark vereinfachtem Beispiel deutlich hervorgeht: Der tägliche Erhaltungsbedarf eines Mastschweines steigt im Bereich 30 - 100 kg von etwa 400 auf 800 GN an; je Masttag sind es im Mittel etwa 600 GN. Für 70 kg Zuwachs werden bei 700 g mittleren Tageszuwachs 100 Tage gebraucht, bei 550 g Tageszunahme dauert die Mast 127 Tage. 27 Tage Mastzeitverlängerung sind rein nährstoffmäßig zusätzlich über 16.000 GN, die etwa 25 kg Mastfutter bedeuten. Allerdings können sehr kostengünstige Futtermittel den optimalen Zuwachsbereich herabsetzen, ohne die Wirtschaftlichkeit zu mindern. Da sogenannte Grenzfuttermittel jedoch meist relativ teure Ergänzungsfutter zum Nährstoff- und Wirkstoffausgleich täglich erfordern, steigt die Futterkostenbelastung weiter an. Der Wende-

punkt zur negativen Seite setzt deshalb meistens früher ein als im allgemeinen angenommen wird.

Leistungsgerecht füttern

Hohe Wachstumsraten, günstige Zusammensetzung des Zuwachses und eine optimale Futtermittelverwertung sind nur bei leistungsangepaßter Fütterung erreichbar. Der Nährstoffbedarf wird als Energie- und Eiweißbedarf angegeben. Für die Kennzeichnung des Energiebedarfes gilt nach wie vor die Einheit Gesamt-Nährstoff = GN. - Die Energie-Zahl-Schwein (=EZS) ist eine Schätzzahl des energetischen Wertes einer Futtermischung, errechnet aus den Rohnährstoffen.

Der Eiweißbedarf des Mastschweines ist grundsätzlich ein Aminosäurenbedarf da das Mastschwein hinsichtlich der essentiellen Aminosäuren von der Versorgung mit dem Futter abhängig ist. Da tierische Eiweißfuttermittel mit relativ hohem Gehalt an Lysin und S-haltigen Aminosäuren aus Kostengründen in der Mastration weitgehen fehlen, bringt eine zusätzliche Überprüfung dieser Gehaltswerte in der Mischung mehr Sicherheit. Deshalb enthalten die Richtwerte zur Nährstoffversorgung auch diesbezügliche Angaben.

Tabelle 1: Richtwerte zur täglichen Nährstoffversorgung der Mastschweine

Lebendgewicht, kg	verd. Eiweiß, g	Lysin, g	Methionin + Cystin, g	GN
20	170	9,5	6,5	750
30	205	11,0	7,5	950
40	230	12,5	8,5	1200
50	250	14,0	9,5	1400
60	270	15,0	10,5	1570
70	285	16,0	11,0	1760
80	300	17,0	11,5	1910
90	315	17,5	12,0	2000
100	330	18,0	12,0	2120

Dem Bedarf entsprechend müßte die Eiweißversorgung während der Mast weitgehend gleitend erfolgen. Die zweigeteilte Mast ist bereits ein Kompromiß, der allerdings den Eiweißbedarf zu Beginn des Mastabschnittes weitgehend abdecken muß, um nicht bereits hier vermindertes Wachstum mit ansteigender Verfettung zu verursachen. Wie das Verhältnis von verdaulichem Eiweiß zu GN während des Mastverlaufes in Tabelle 2 zeigt, tritt besonders im ersten Mastabschnitt eine rasche Veränderung ein.

Tabelle 2: Optimales Verhältnis von verdaulichem Eiweiß zu GN während des Mastverlaufes

Lebendgewicht, kg	verd. Eiweiß	:	GN
20	1	:	4,4
30	1	:	4,6
40	1	:	5,2
60	1	:	5,8
80	1	:	6,4
100	1	:	6,4

Erlaubt die Fütterungstechnik nur eine Mastmischung, wie z.B. bei der Mast mit "Universalfutter" oder bei der Flüssigfütterung, so muß man berücksichtigen, daß besonders bei steigenden Eiweißfutterkosten diese Fütterung möglichst spät beginnt. Eine Vormast am Trockenfutterautomaten ist unter diesen Bedingungen sehr vorteilhaft. Erstreckt sich die Vormast der Zukaufsferkel auf den Gewichtsbereich 20 - 40 kg, so ergibt sich zur eigentlichen Mast bis 100 kg insgesamt ein Zeitverhältnis von 1 : 2. Der Gehalt an verdaulichem Eiweiß einer Mastmischung ist demnach auch von der angewandten Fütterungsmethode abhängig.

Ähnliches gilt für die Mineralstoffversorgung. Die erhöhten Ansatzwerte des modernen "Fleischschweines" und die vorher erwähnten Änderungen am Futtermittelmarkt berücksichtigend, sind in Tabelle 3 die geltenden Empfeh-

lungen zur bedarfsgerechten Versorgung mit Mengenelementen angegeben.

Tabelle 3: Empfehlungen zur täglichen Mineralstoffversorgung der Mastschweine (in g)

Gewichtsbereich, kg	Ca	P	Na
20 - 50	8 - 13 ⁺	5 - 9	1,5
50 - 100	13 - 20	9 - 13	2,0

⁺Die Spannen sind den Gewichtsbereichen entsprechend anzuwenden

Das Ca : P-Verhältnis soll bei Berücksichtigung des Bedarfes den Bereich von 2 : 1 bis 1 : 1 weder über- noch unterschreiten. Dies ist besonders bei den relativ hohen Phytin-P-Werten in Getreide und Extraktionsschrotten zu beachten.

Das Mineralfutter, mit dem in hofeigenen Mischungen der Mineralstoffbedarf - einschließlich der Spurenelemente - ausgeglichen wird, hat außerdem die wichtige Versorgung mit den Vitaminen (A, D, E und B-Vitamine) zu erfüllen. Ein erhöhter Vitamin-E-Bedarf kann sich bei Verfütterung von Auswuchsgetreide ergeben. Die gängigen Mineralfutter sind jedoch so konzipiert, daß sie mit der erforderlichen Dosierung hinsichtlich Ca- und P-Lücken in der Mastmischung die Vitaminversorgung sicherstellen.

Getreide ist das wichtigste Schweinemastfutter

Getreide ist heute mit Abstand das bedeutendste Schweinefuttermittel. Nach der Statistik des Fachverbandes der Futtermittelindustrie ("mifi" 1979/80) wurden in der Bundesrepublik Deutschland von der Getreideernte 1977/78 und 1978/79 in Höhe von insgesamt 45,6 Millionen Tonnen 57,3% verfüttert, wovon im Mittel des Zeitraums 10,1 Millionen Tonnen/Jahr, das sind 44,5% der Erzeugung, direkt dem Erzeuger für Futterzwecke dienten. Selbstver-

ständig geht nicht das ganze Getreide in den Schweinestall, jedoch der überwiegende Teil. Ob und in welchem Umfang eigenes Getreide eingesetzt, durch Einzelfuttermittelzukauf ergänzt oder durch kommerziell hergestellte Fertigfutter ersetzt wird, entscheiden kaufmännische Fähigkeiten und fachliche Kenntnisse des Betriebsleiters, Alternativkosten für die Herstellung von Eigenmischungen, angewandte Fütterungstechnik und Arbeitskräftepotential.

Bei der Herstellung von hofeigenen Mischungen wird man von folgenden Grundlagen ausgehen:

1. Der erforderliche Gehalt an Nährstoffen, Mineralstoffen und Vitaminen ist durch den Bedarf des Mastschweines vorgegeben, der durch die tägliche Futtermenge abgedeckt werden muß.
2. Die Energiekonzentration je kg Mischung sollte etwa 700 GN betragen, wodurch auch eine Verdaulichkeit der organischen Substanz im Bereich um 80% gewährleistet ist. Rohfaserwerte von 6% sollten nicht überschritten werden; die untere Grenze ist etwa bei 3,5% gegeben.
3. Der Eiweißgehalt und damit auch der Gehalt an essentiellen Aminosäuren sowie der Mineralstoffgehalt richten sich nach dem Einsatzbereich der betreffenden Mischung. Als Anhaltspunkt können die in Tabelle 4 angegebenen Werte betrachtet werden.

Über den Bedarf liegende Eiweißwerte werden mit schlechtem Wirkungsgrad energetisch verwertet. Die Auswahl des Mineralfutters muß sich nach den Mischungskomponenten richten. So ist z.B. bei hohen Maisanteilen ein sehr Ca-reiches Mineralfutter einzusetzen. Weitere Ca-Lücken können sehr kostengünstig durch kohlen-sauren Futterkalk (CaCO_3) geschlossen werden. In allen Fällen muß das verwendete Mineralfutter voll vitaminisiert sein. Erfolgt die Ergänzung durch Eiweißkonzentrat oder durch ein eiweißreiches Schweinemast-Ergänzungsfuttermittel, so erübrigt sich normalerweise die Zumischung von Mineralfutter.

Tabelle 4: Eiweiß- und Mineralstoffgehalte in hofeigenen Mischungen
(g/kg Futter)

Mischung für:	verd. Eiweiß	Lysin	Meth. + Cystin	Ca	P
Vormast (20 - 40 kg)	165	9	6	8	6
"Universalmast" (40 - 100 kg)	135	7,5	5	7	5
Anfangsmast (25 - 50 kg)	150	8,5	6	8	6
Endmast (50 - 100 kg)	120	6,5	4,5	7	5
Ergänzung zu Maiskolbensilage (1 kg/Tier/Tag)	190	12	6	15	7

N-Spätdüngung kostenmindernd bei steigenden Eiweißfuttermittelpreisen

Die N-Düngung in mehreren Gaben während der Vegetationsperiode des Getreides ist als ertragssteigernde Maßnahme bekannt. 40 - 50% der gesamten Stickstoffmenge werden in der Zeit von der Blüte bis zur Reife aufgenommen. Von Bodenart, Grundversorgung, Witterung und Getreideart abhängig, ist mit einer gestaffelten N-Düngung fast immer eine Steigerung des Kornertrages verbunden. Das ist auch das auffälligste Merkmal, welches der Praktiker überprüft.

Daneben ist seit den 30er Jahren bekannt, daß durch die gezielte N-Spät-Düngung während des Ährenschiebens der Rohproteingehalt erhöht werden kann. Außerdem steigt die Verdaulichkeit des Rohproteins, da besonders die leicht löslichen Eiweißfraktionen Prolamin und Glutenin, das sind die Reserveproteine des Mehlkörpers, ansteigen. Infolge des niedrigen Lysingehaltes dieser Fraktionen - Prolamin 0,8%, Glutenin 2,6% - fällt allerdings der Lysingehalt im Getreideprotein ab, wie aus Abbildung 1 hervorgeht.

Lysingehalt im hydrolisiertem Rohprotein von S-Gerste und S-Weizen in Abhängigkeit von deren Rohproteinwert

(nach JAHN-DESSBACH u. SCHIPPER)

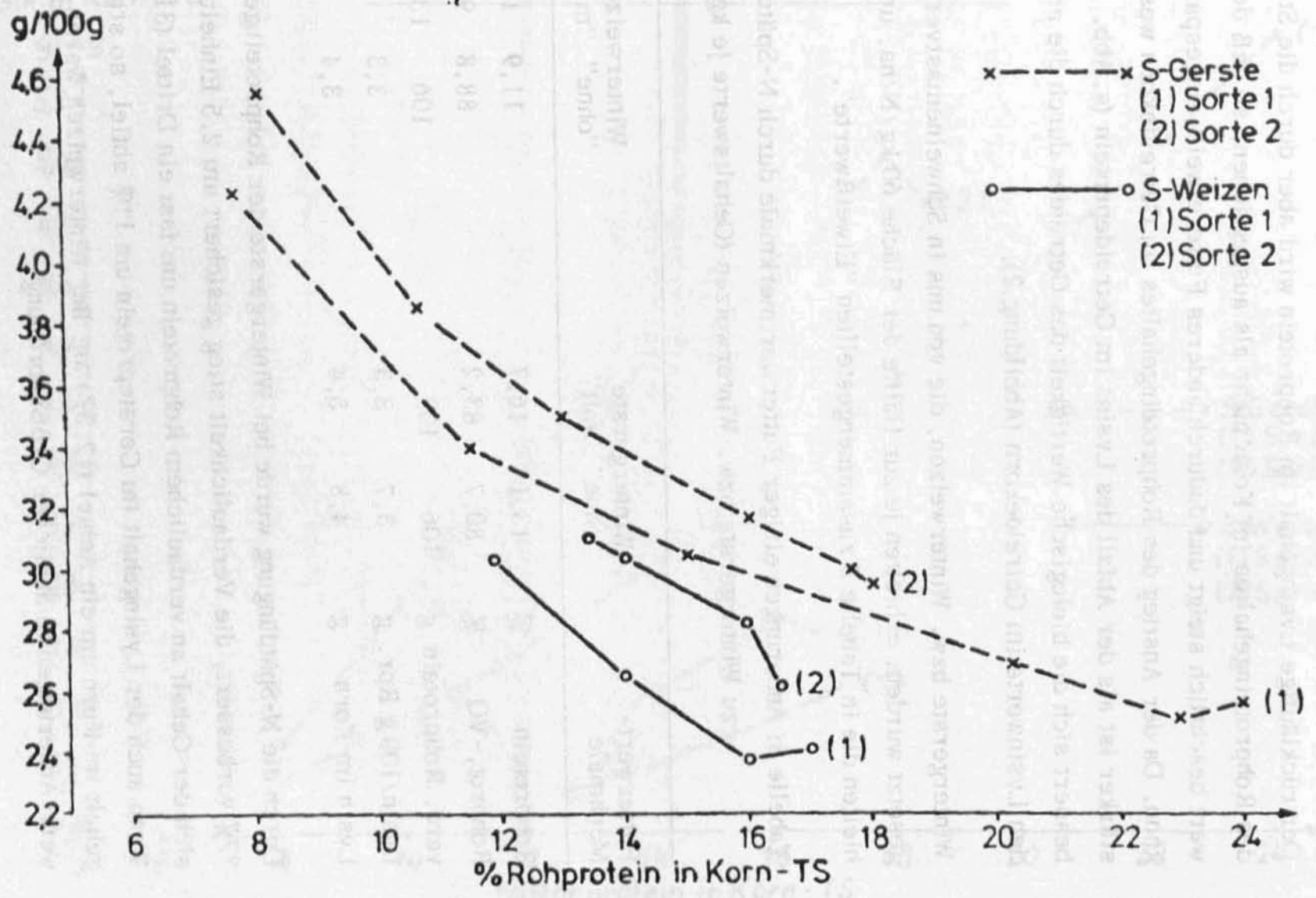


Abb. 1: Lysingehalt im hydrolisiertem Rohprotein von Sommergerste und Sommerweizen in Abhängigkeit vom Rohproteininhalt (nach JAHN-DESSBACH und SCHIPPER)

Der rückläufige Lysingehalt im Rohprotein wird aber durch die Steigerung des Rohproteingehaltes im Korn mehr als ausgeglichen, so daß der Futterwert beachtlich steigt und dadurch anderes Futtereiweiß eingespart werden kann. Da der Anstieg des Rohproteingehaltes im Getreidekorn wesentlich stärker ist als der Abfall des Lysins im Getreideprotein (s. Abb. 1), verbessert sich die biologische Wertigkeit des Getreides durch die ansteigenden Lysinwerte im Getreidekorn (Abbildung 2).

Wintergerste bzw. Winterweizen, die von uns in Schweinemastversuchen eingesetzt wurden, erhielten je zur Hälfte der Fläche 60 kg N/ha, und sie enthielten die in Tabelle 5 zusammengestellten "Eiweißwerte".

Tabelle 5: Änderungen einiger Futterwertmerkmale durch N-Spätdüngung zu Wintergerste bzw. Winterweizen (Gehaltswerte je kg TS)

Futterwert- Merkmale		Wintergerste		Winterweizen	
		"ohne"	"mit"	"ohne"	"mit"
Rohprotein	%	13,1	16,7	11,9	15,0
Rohprot. -VQ	%	80,7	83,2	88,8	90,7
verd. Rohprotein	g	106	139	106	136
Lysin/100 g Rpr.	g	3,7	3,3	3,3	3,0
Lysin im Korn	g	4,8	5,4	3,4	3,9

Durch die N-Spätdüngung wurde bei Wintergerste der Rohproteingehalt um 27% verbessert, die Verdaulichkeit stieg gesichert um 2,5 Einheiten, so daß sich der Gehalt an verdaulichem Rohprotein um fast ein Drittel (31%) erhöhte. Wenn auch der Lysingehalt im Gersteprotein um 11% abfiel, so stieg der Lysingehalt im Korn um ein Achtel (12,5%) an. Bei Winterweizen waren die Futterwert-Änderungen in ähnlicher Größenordnung.

Der Praktiker, der sein Getreide nach kaufmännischen Gesichtspunkten richtig in der Schweinefütterung einsetzen will, kommt aber nicht umhin,

Erhöhte Lysingehalte in der Korn-Trockensubstanz (=TS) infolge stark erhöhter Rohproteingehalte durch N-Spaldüngung

(nach JAHN-DESSBACH u. SCHIPPER)

Abb. 2: Erhöhte Lysingehalte in der Korn-Trockenmasse als Folge stark erhöhter Rohproteingehalte durch zusätzliche N-Düngung (nach JAHN-DESSBACH und SCHIPPER, 1976)

Lysin in Korn-TS

g/kg

5,2
5,0
4,8
4,6
4,4
4,2
4,0
3,8
3,6
3,4
3,2
3,0
2,8

6

8

10

12

14

16

18

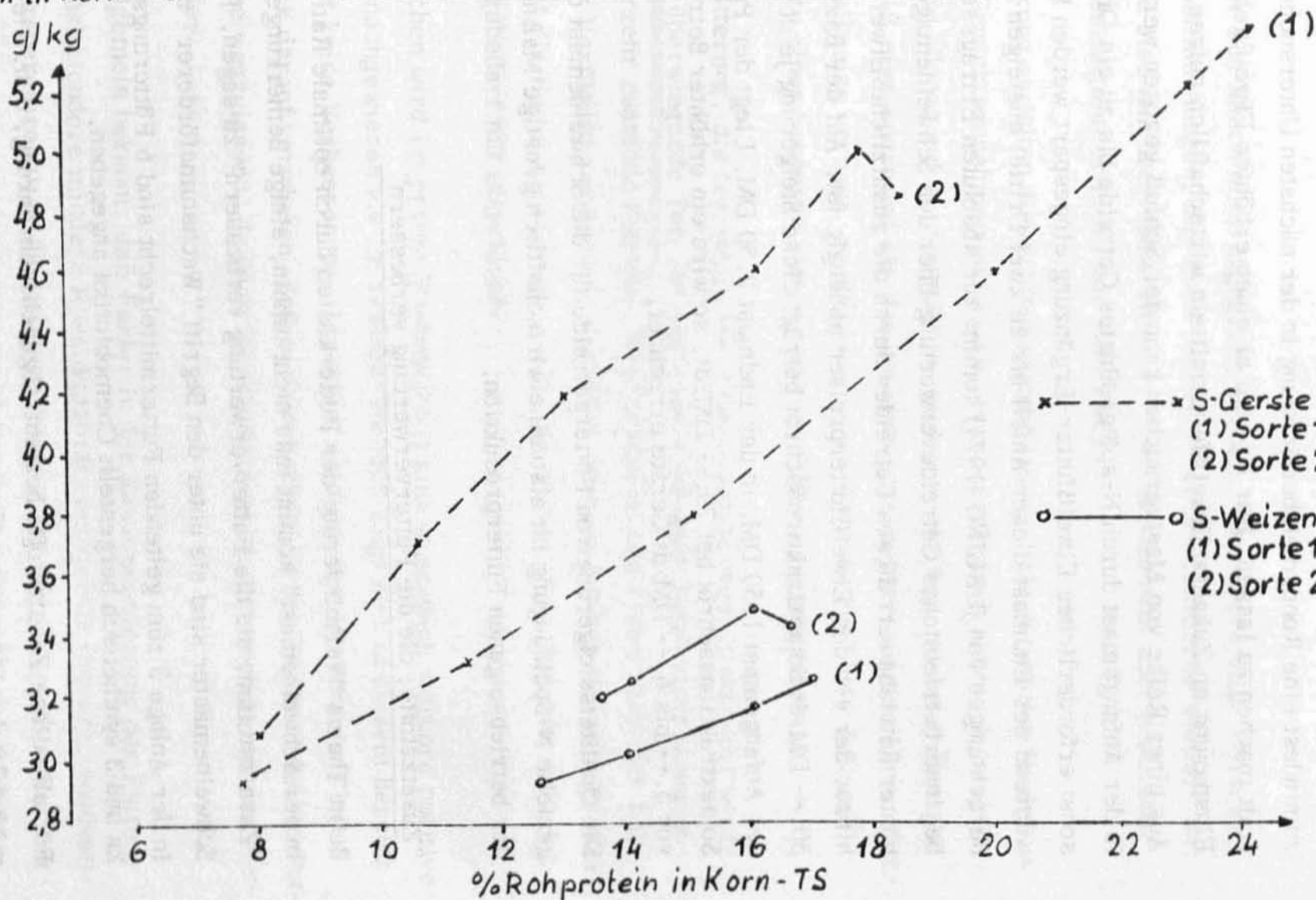
20

22

24

% Rohprotein in Korn-TS

- x - - - x S-Gerste
(1) Sorte 1
(2) Sorte 2
- o - - - o S-Weizen
(1) Sorte 1
(2) Sorte 2



zumindest eine Rohproteinbestimmung in der nächsten Untersuchungsanstalt machen zu lassen. Nur so wird er einen erhöhten Eiweißgehalt durch Einsparung an Zukaufs-Eiweißfuttermitteln wirtschaftlich nutzen können. Aus einer Reihe von Mastversuchen kann der Schluß gezogen werden, daß in der Anfangsmast durch N-spätgedüngtes Getreide bis zu ein Drittel der sonst erforderlichen Eiweißfutter-Ergänzung eingespart werden kann und während der Endmast dieser Anteil bis zu zwei Drittel ansteigen kann. Nach Berechnungen von JÜRGING (1974) kommt zur absoluten Ertragssteigerung bei innerbetrieblicher Getreideverwertung über den Schweinemagen ein erhöhter Betriebswert dieses Getreides durch die zusätzliche Eiweißlieferung hinzu, der von den Eiweißfutterpreisen abhängig ist. Auf der Basis von 50.-- DM/dt Sojaextraktionsschrot beträgt diese Steigerung je dt Gerste in der Anfangsmast 1,50 DM, in der Endmast 2,50 DM. Liegt der Preis von Sojaextraktionsschrot bei 70.-- DM/dt, so wird ein erhöhter Betriebswert von 5.-- bis 6.-- DM/dt Gerste errechnet.

Die Qualitätssteigerung von Futtergetreide für die Schweinemast durch die gezielte N-Spätdüngung ist also eine wirtschaftlich günstige Maßnahme in der betriebseigenen Futterproduktion.

"Zusatzstoffe, die die Futtermittelverwertung verbessern"

Beim Thema "Verminderung der Futterkosten durch optimale Rationsgestaltung in der Schweinemast" kommt man nicht umhin, einige Bemerkungen zu den "Zusatzstoffen, die die Futtermittelverwertung verbessern" zu sagen. Für den Schweinemäster sind sie unter den Begriff "Wachstumsförderer" bekannter. In der Anlage 3 zum geltenden Futtermittelrecht sind 6 Fütterungsantibiotika und 3 synthetisch hergestellte Chemobiotika angegeben.

Für alle diese Zusatzstoffe besteht Abgabebeschränkung, d.h. sie dürfen gemäß § 19 der Futtermittelverordnung "außer an Vertriebsunternehmer, an Großhändler usw., nur an Betriebe abgegeben werden, in denen gewerbsmäßig 'Vormischungen' hergestellt werden. Die mit diesen Zusatzstoffen hergestellten Vormischungen und Halbfabrikate dürfen nur an anerkannte

Hersteller von Mischfutter abgegeben werden." Dem Hersteller von hofeigenen Mastmischungen, der nicht "anerkannter Mischfutterhersteller" ist, stehen sie also nur über Mineralfutter, Eiweißkonzentrat oder eiweißreiches Ergänzungsfuttermittel zur Verfügung.

Ihre Wirkung entfalten diese "Wachstumsförderer" durch positive Beeinflussung der Gewichtszunahmen und durch geringeren Futterverbrauch je kg Zuwachs. Sie können auf die Darmflora selektiv einwirken, wodurch Energie und Eiweiß eingespart und die Verdaulichkeit verbessert werden kann. Werden sie teilweise verdaut, so können sie auch im intermediären Zellstoffwechsel zu einer besseren Verwertung der Nährstoffe beitragen.

Bei Sattfütterung, die besonders im ersten Mastabschnitt praktiziert wird, kann der überwiegende Teil der positiven Wirkungen durch einen höheren Futterverzehr zustande kommen. Dieses zusätzliche Futter steht der Leistung zur Verfügung, wodurch die positive Wirkung auf den Zuwachs größer ist als auf die Futterverwertung, die im Verbrauch je kg Zuwachs auch den Erhaltungsbedarf mit einschließt.

In Versuchen wird im ersten Mastabschnitt eine wesentlich stärkere positive Wirkung nachgewiesen als im zweiten; vielfach zeigt sich in diesem Bereich überhaupt keine Verbesserung. Trotzdem wird von der Wissenschaft mit Nachdruck darauf verwiesen, daß es falsch wäre, in der Endmast solche Futterzusätze wegzulassen, da dann mit Wachstumsdepressionen gerechnet werden müßte.

Es ist allgemein bekannt, daß Fehler in der Zusammensetzung der Futterration, insbesondere mindere Eiweißqualität, mangelnde Hygiene, ungünstige Stalltemperaturen u. a. die relative Wirkung der Wachstumsförderer verbessern können. Sie sind jedoch keinesfalls als Regulativ für diese Mangelzustände zu betrachten. Insgesamt gesehen, kann der Einsatz der Wachstumsförderer im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen dem Schweinemäster empfohlen werden, da sie ohne nachteilige Auswirkungen in gesundheitlicher

und therapeutischer Sicht Betriebsmittel sind, welche zu einer Verminderung der Futterkosten führen.

Wassermangel erhöht die Futterkosten

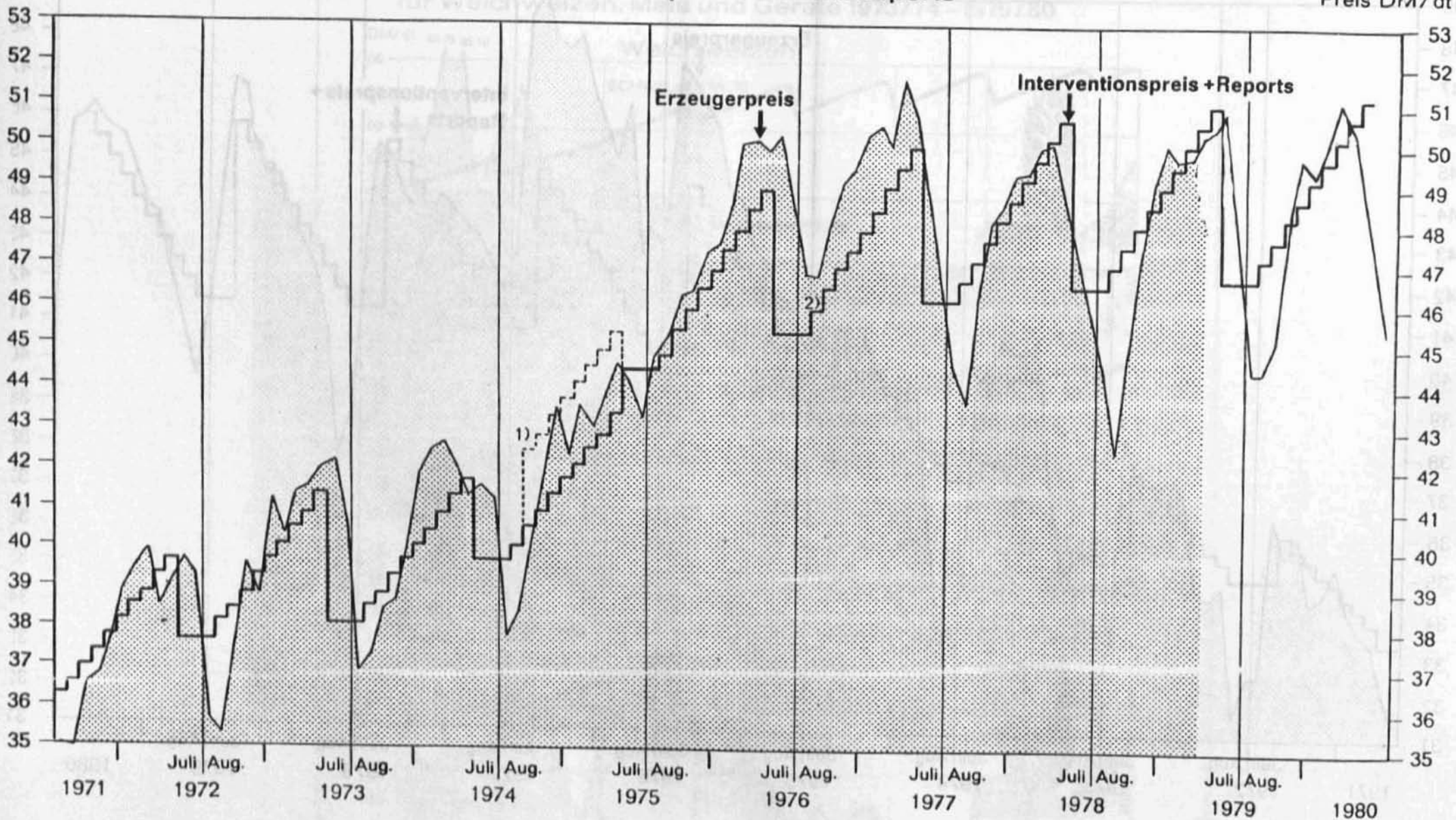
Erlauben Sie mit abschließend noch einige Sätze zur Wasserversorgung der Mastschweine. Der Wasserbedarf für Mastschweine kann mit 2,5 - 3 Liter je kg Trockenfutter angegeben werden; das sind je Mastschwein und Mastperiode 700 - 800 Liter Wasser. Die laufende Wasserversorgung erfolgt bei Trockenfütterung zum überwiegenden Teil, bei Fütterung aus Automaten ausnahmslos über Selbsttränken. Diese ermöglichen auch bei kurzfristig höheren Wasserbedarf, wie z.B. höhere Stalltemperatur, erhöhter Salzgehalt im Futter, ohne Zutun des Menschen die physiologisch günstigste Wassermenge. Da sie außerdem preiswerte Fütterungseinrichtungen sind, spricht alles für ihre Installation in der Mastbucht. Eine laufende Kontrolle der Selbsttränken ist aber nicht nur bei Schalentränken wegen möglicher Verunreinigung notwendig, sondern die Funktionsfähigkeit ist bei allen Tränken täglich zu überprüfen. Zum einen würden defekte Tränken den Wasserverbrauch erhöhen, zum anderen wirkt aber besonders unzureichende Wasserversorgung als starke Futterbremse, und das kann beachtliche wirtschaftliche Nachteile zur Folge haben.

Und schließlich noch eines: Die Fütterungstechnik führt mit zunehmender Präzision hin bis zur vollständigen Unabhängigkeit von den Futterzeiten. Die tägliche Tierbeobachtung ist mit dem Füttern also nicht mehr vorgegeben. Sie wird außerdem erschwert, da sie nicht mehr direkt zu den sonst festgelegten Futterzeiten erfolgen kann. Trotz moderner Fütterungstechnik, je gerade umso mehr gilt aber die alte Bauernregel: "Das Auge des Herrn mästet sein Vieh!" Und dazu mit Können und Glück viel Erfolg!

Schaubild 1
 Erzeugerpreise für Weizen in Schleswig-Holstein
 Interventionspreise einschl. Reports

Preis DM/dt

Preis DM/dt



1) Preisanhebung zum 7.10.74

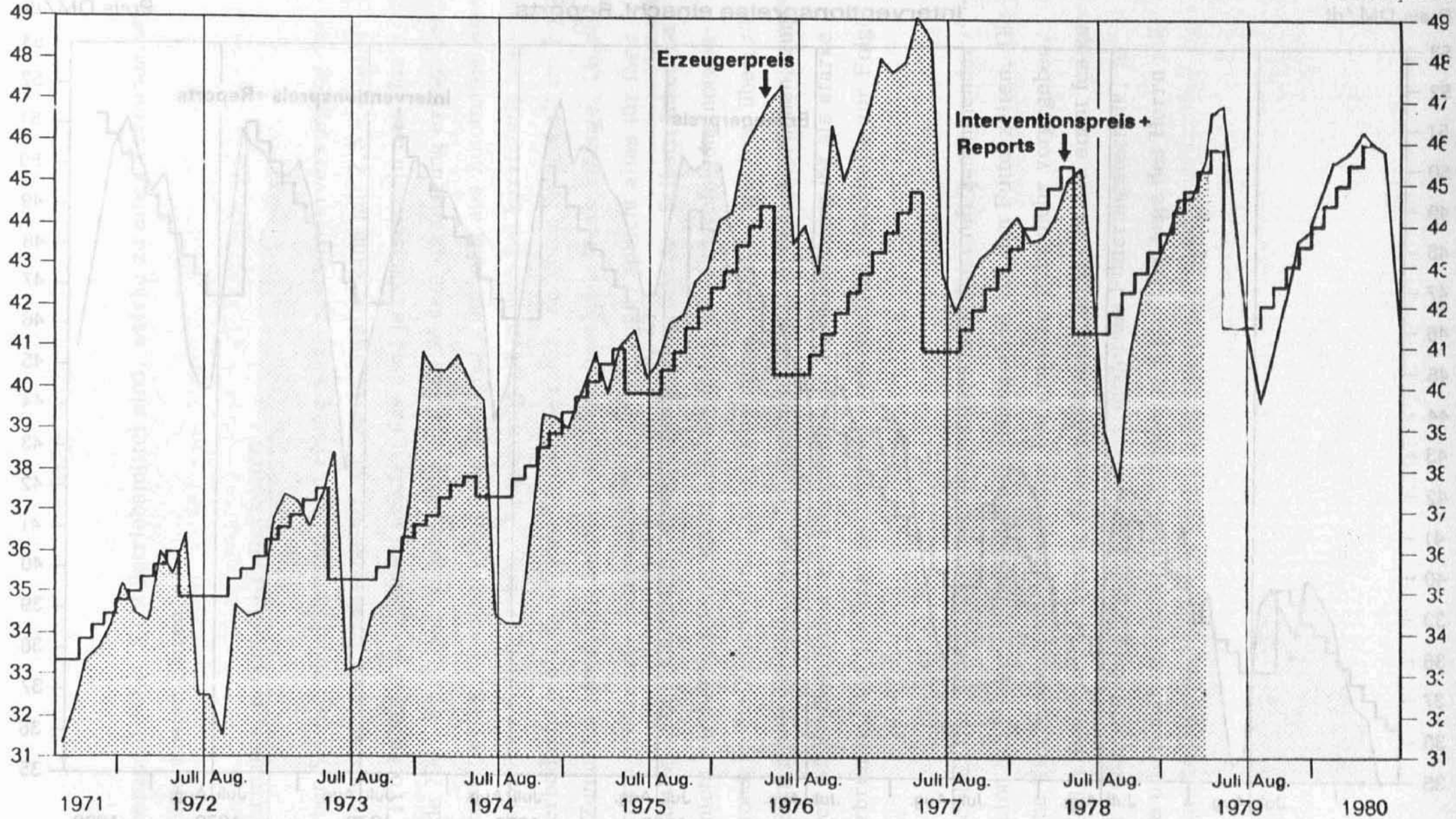
2) Referenzpreis, Interventionsgarantie in den Monaten August, September, Oktober

Quelle: BML „Betriebs- und Marktwirtschaftliche Meldungen“ versch. Jahrgänge

Erzeugerpreise für Gerste in Schleswig-Holstein Interventionspreise¹⁾ einschl. Reports

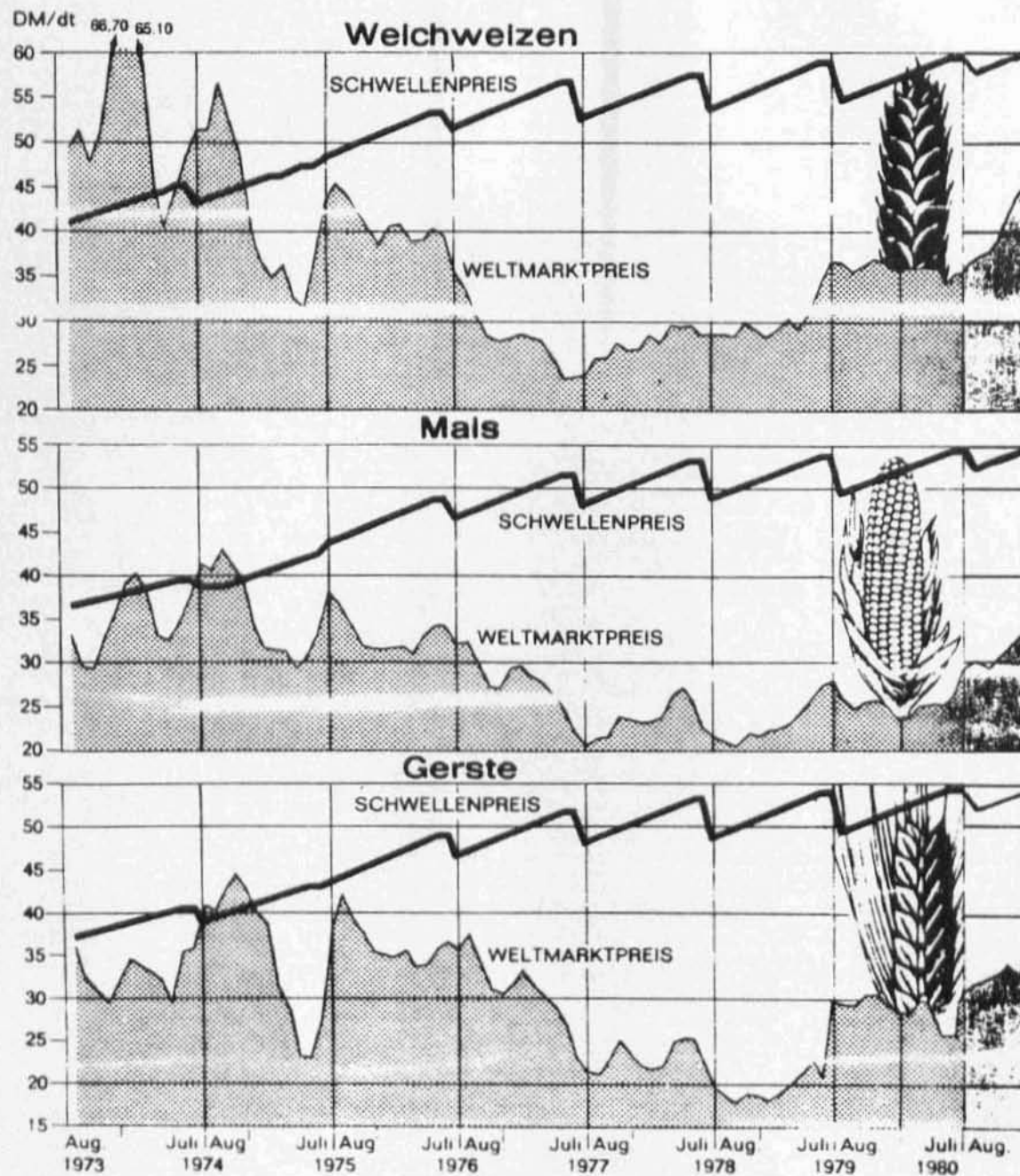
Preis DM/dt

Preis DM/dt

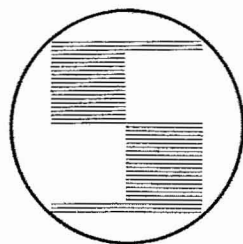


1) 1970/71 - 73/74 Abgeleiteter Interventionspreis - gültig für Handelsplatz Kiel
ab 74/75 Einheitlicher Interventionspreis - gültig für alle Handelsplätze
Quelle: BML „Betriebs- und Marktwirtschaftliche Meldungen“ versch. Jahrgänge

**EG - Schwellen- und Weltmarktpreise (cif Nordseehäfen)
für Weichweizen, Mais und Gerste 1973/74 - 1979/80**



Quelle: BMT.



Motorenfabrik Anton Schlüter München · Werk Freising