

Landwirtschaftliches Unternehmer - Seminar Gut Schlüterhof

Heft 6

1982

Rationelle Produktion und Verwertung von Mais und Raps

Veranstalter:
Firma Anton Schlüter München
Werk Freising

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

Rationelle Produktion und Verwertung von Mais und Raps

ebod

Rationelle Produktion und Verwertung
von Mais und Raps

bode

Eine Zusammenfassung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern anlässlich der Landwirtschaftlichen Unternehmer-Seminare auf Gut Schlüterhof im Februar 1982 gehalten wurden

Seite

1. Betriebs- und marktwirtschaftliche Aspekte für den Mais- und Rapsanbau in Süddeutschland; von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising-Weihenstephan, und Dipl.-Ing.agr. W. Angermair, und Dr. A. Heißenhuber 7
2. Betriebs- und marktwirtschaftliche Aspekte für den Mais- und Rapsanbau in Norddeutschland; von Prof. Dr. Cay Langbehn, Direktor des Institutes für Landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre der Christian-Albrechts-Universität, Kiel 30
3. Fortschritte der Züchtung und neue Sorten bei Mais; von Dr. Leonhard Hepting, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan 47
4. Aktuelle Probleme zur Düngung und zum Pflanzenschutz im intensiven Maisanbau; von Dr. Stefan Maidl, Leiter der Landwirtschaftlichen Beratungsstelle München der BASF 66
5. Sorten, Düngung und Pflanzenschutz bei Raps; von Dipl. agr. Ing. Konrad Paetow, landwirtschaftlicher Berater, Tralauerholz 93
6. Anbau und Erntetechnik bei Raps; von AOR Dr. Arno Strehler, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 114
7. Maisanbau - herkömmlich - oder mit Folie; von AR Dr. Ing. Hans Kromer, Institut für Landtechnik Weihenstephan unter Mitarbeit von Dr. Kleisinger und M. Stimmelmeier 131
8. Maßnahmen zur Verminderung der Bodenerosion beim Maisanbau; von LD Dr. Theodor Diez, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München 150
9. Technik der Ernte und Konservierung von Körnermais und Korn-Spindel-Gemischen; von LD Dr. Cord Vogt, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg 167

- 10. Einsatz von Mais in der Rinder- und Schweinefütterung;
von RD Dr. Paul Hoffmann, Bayerische Landesanstalt für
Tierzucht, Grub 183

- 11. Fütterungstechnik für die Rindermast; von
OLR Dr. Heinrich Pirkelmann, Bayerische Landesanstalt
für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 197

- 12. Dosiergenauigkeit von Flüssigfütterungsanlagen für Mast-
schweine; von OLR Dr. Josef Boxberger, Ing. Georg Langenegger
und Dipl.-Ing. agr. Franz Schübel, Bayerische Landesanstalt
für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 214

Betriebs- und marktwirtschaftliche Aspekte für den Mais- und Rapsanbau in Süddeutschland

von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising-Weihenstephan, und Dipl.-Ing.agr.

W. Angermair und Dr. A. Heißenhuber

Einleitung

Der Anbau von Mais und Raps erlebte in den letzten Jahren in der Bundesrepublik Deutschland eine besonders starke Ausdehnung. Dabei sind die vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten als

- leistungsfähige Verkaufsfrucht im Falle von Körnermais und Winter-
raps sowie als
- hochwertiges wirtschaftseigenes Futter als Grundlage einer intensiven Veredelungsproduktion im Falle von Silomais-Bullen oder CCM-Schweinen maßgebend für die beträchtliche Flächenausdehnung. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Produktionsvoraussetzungen für Mais und Raps in Nord- und Süddeutschland erscheint eine getrennte Darstellung sinnvoll.

In diesem Beitrag sollen die ökonomischen Gesichtspunkte des Anbaues von Körnermais, Silomais und Raps unter süddeutschen Bedingungen (Bayern und Baden Württemberg) erläutert werden, um daraus dem Landwirt Entscheidungshilfen abzuleiten.

Körnermais

Die Versorgungsbilanz für Körnermais in der Bundesrepublik Deutschland weist für 1979/80 eine Inlandsverwendung von etwa 3,1 Mio t aus. Etwa ein Viertel dieser Menge stammt aus inländischer Produktion, der Rest wird importiert. Von dem im Inland verbrauchten Körnermais gelangen

etwa zwei Drittel zur Verfütterung. Dies veranschaulicht die große Bedeutung des Körnermaises als Futtermittel (siehe Übersicht 1).

Die Entwicklung der Anbauflächen von Körnermais verlief innerhalb der Bundesrepublik Deutschland sehr unterschiedlich. Im einzelnen ist auf folgende Besonderheiten zu verweisen:

- Im untersuchten Zeitraum (1970 - 1981) war in der Bundesrepublik Deutschland ein Anstieg der Körnermaisfläche von ca. 100.000 auf 129.000 ha zu verzeichnen (Darstellung 1).
- In Süddeutschland blieb die Anbaufläche, abgesehen von jährlichen Schwankungen, weitgehend konstant (Darstellung 1).
- Eine starke Flächenausdehnung kann besonders in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen in Verbindung mit der Verbreitung des CCM-Verfahrens beobachtet werden.
- Die räumliche Verteilung des Körnermaisangebues weist deutliche Schwerpunkte in den klimatisch günstigeren Lagen Niederbayerns, der Rheinebene und Südhessens sowie neuerdings auch in den Schweine-Veredelungszentren Weser-Ems und Westfalen-Lippe aus (Darstellung 2).

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist im wesentlichen zu unterscheiden zwischen dem Verkaufsfruchtbau einerseits und dem Anbau zur innerbetrieblichen Verwertung andererseits. Die Erzeugung von Körnermais als Verkaufsware ist unter folgenden Voraussetzungen wirtschaftlich sinnvoll:

- Der Naturalertrag von Körnermais muß, je nach regionalem Ertragsniveau, um 5 - 9 dt/ha über dem erzielbaren Wintergerstenertrag liegen (Übersicht 2).
- Bei einem Ertragsniveau von 65 dt/ha erreicht Körnermais einen mit einer Reihe von anderen Verkaufsfrüchten durchaus vergleichbaren Deckungsbeitrag von 1 400 - 1 500 DM/ha (Übersicht 2).

Übersicht 1

Versorgungsbilanz für Körnermais in der Bundesrepublik Deutschland

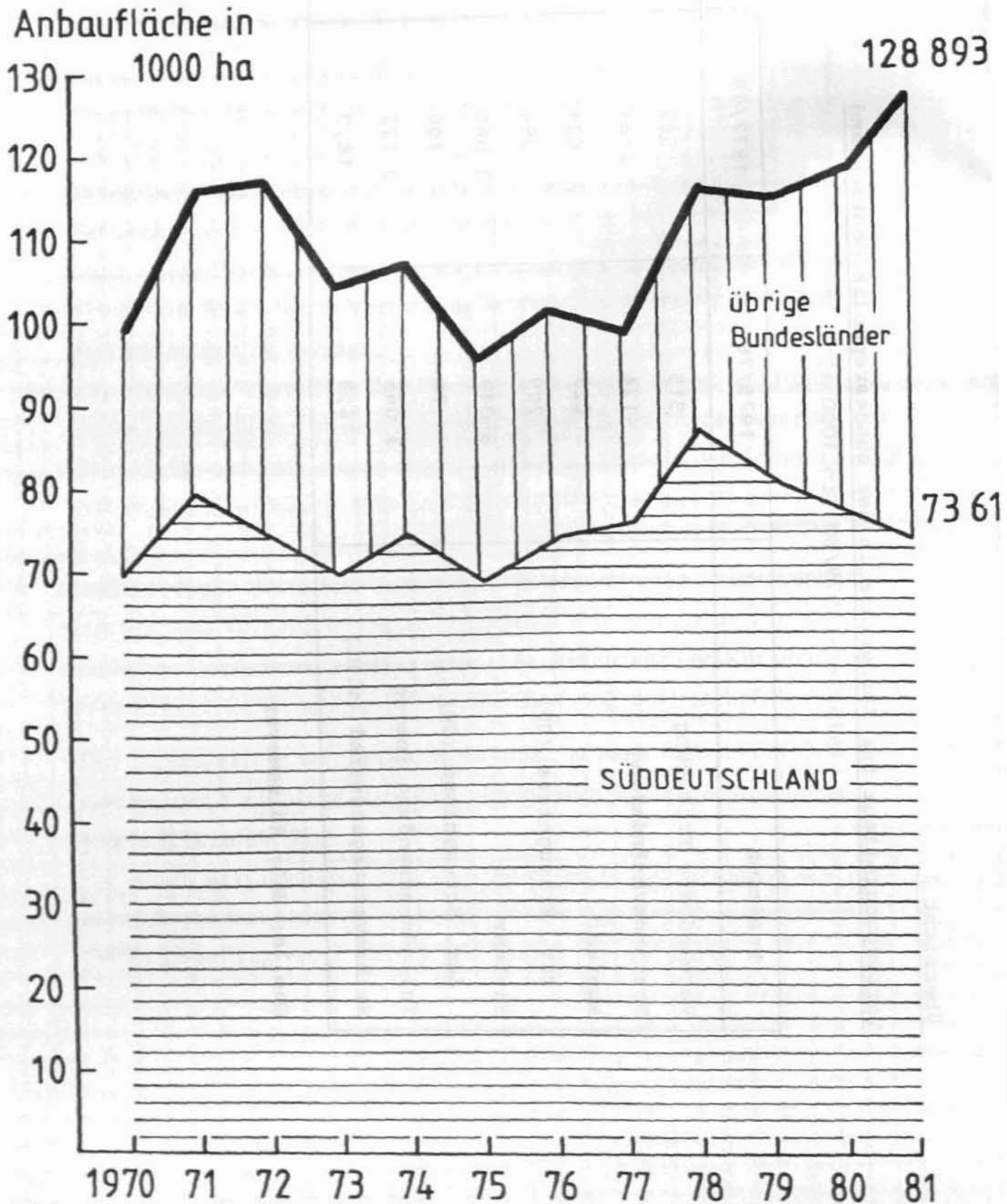
1975/76 - 1979/80 (in 1000 t)

Position	1975/76	1977/78	1979/80
Verwendbare Erzeugung	515	562	741
Bestandsveränderung	-124	-101	-196
Ausfuhr	622	624	572
dar. Erzeugnisse (GW)	299	398	.
Einfuhr	3 049	3 089	2 738
dar. Erzeugnisse (GW)	76	106	.
Inlandsverwendung insges.	3 066	3 128	3 103
Selbstversorgungsgrad (v.H.)	16,8	18,0	23,9

Quelle: BML; Hülsemeyer

Darstellung 1

Entwicklung der Anbauflächen für Körnermais in der BRD und in Süddeutschland (Bayern und Baden-Württemberg)



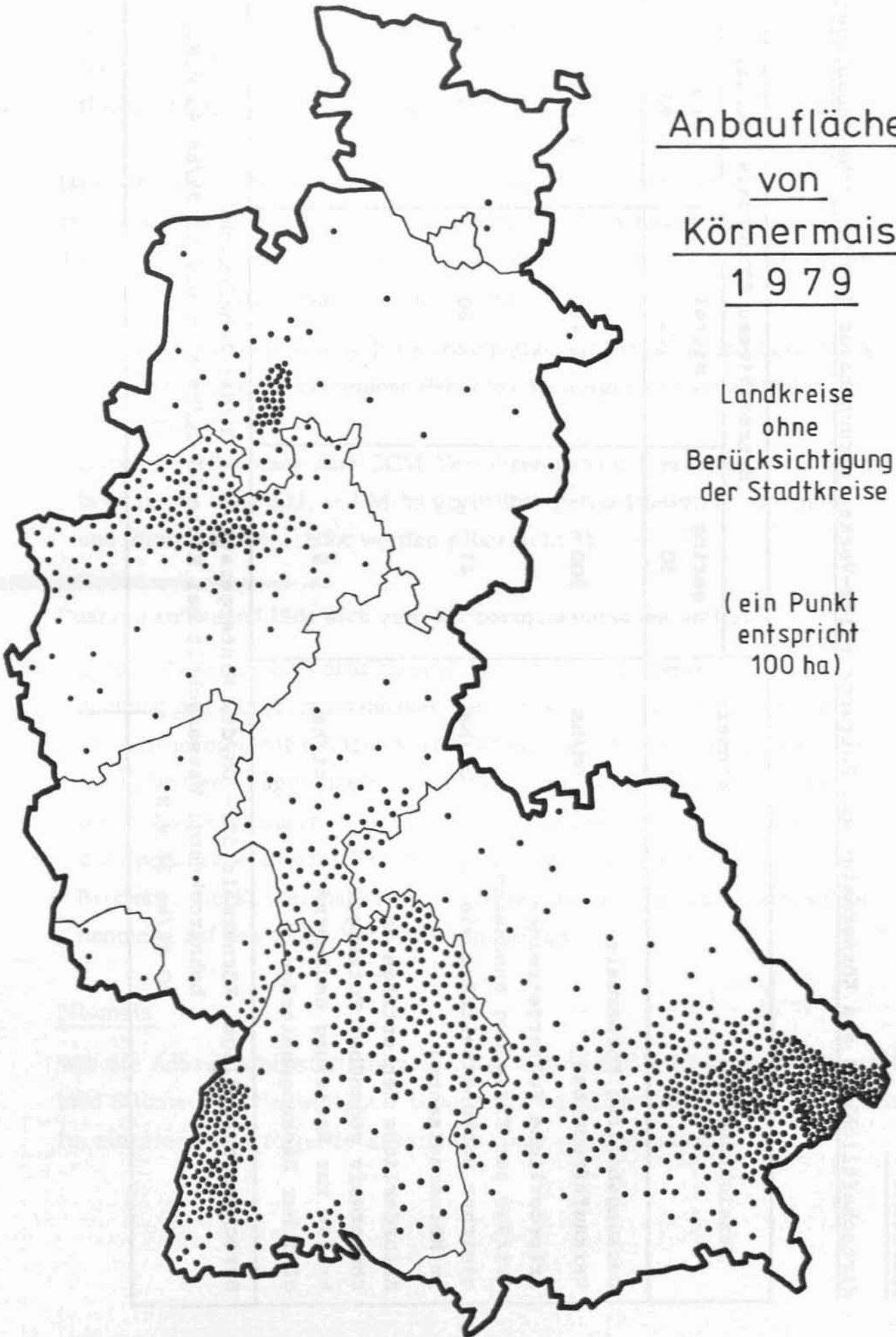
Quelle: Stat. Bundesamt, Wiesbaden

Darstellung 2

Anbauflächen
von
Körnermais
1979

Landkreise
ohne
Berücksichtigung
der Stadtkreise

(ein Punkt
entspricht
100 ha)



Übersicht 2

Wirtschaftlichkeit des Körnermais- und Futtergetreide-Verkaufsfruchtbaues (süddeutsche Anbaulagen)

Bezeichnung	Einheit	Ertragsniveau Körnermais (dt/ha)		
		gering	mittel	hoch
		50	65	80
Deckungsbeitrag Körnermais-Verkaufsfruchtbau	DM/ha	900	1 460	2 050
Erforderliche Futtergetreide-erträge zur Erzielung annähernd gleicher Deckungsbeiträge wie im Körnermaisbau	dt/ha	41	60	75
Erforderliche Mehrerträge an Körnermais gegenüber Futtergetreide zur Erzielung annähernd gleicher Deckungsbeiträge	dt/ha	9	5	5
Berechnungsgrundlage: Körnermais 52.- DM/dt; Wintergerste 47.- DM/dt; Lohndrusch; Lohntrocknung; Wassergehalt bei Ernte 50 dt/ha 42 v.H., 65 dt/ha 40 v.H., 80 dt/ha 38 v.H.				

128 893

- Bei Durchschnittserträgen von ca. 80 dt/ha in den Spitzenlagen des Maisanbaues verwertet Körnermais die eingesetzten Faktoren Ackerfläche (2 000 DM/ha) und Arbeit (135 DM/AKh) außerordentlich gut.

Da Körnermais über eine sehr hohe Nährstoffkonzentration verfügt, stellt er ein besonders geeignetes Futtermittel für die Schweinemast dar. Für die Verwendung von Maisprodukten zur Mastschweinefütterung lassen sich folgende ökonomischen Aussagen ableiten:

- Mit 3014 DM/ha erreicht die Körnermaismast (65 dt/ha trockene Ware) einen der Futtergetreidemast (60 dt/ha Wintergerste) vergleichbaren Deckungsbeitrag.
- Durch den Übergang zum CCM-Verfahren kann der erzielbare Deckungsbeitrag um rund 600, -- DM/ha gegenüber getrocknetem Körnermais und Wintergerste erhöht werden (Übersicht 3).

Zusammenfassend läßt sich zum Körnermaisanbau feststellen:

- Unter süddeutschen Verhältnissen ist mit einer nennenswerten Ausdehnung des Körnermaisanbaues kurz- bis mittelfristig nicht zu rechnen.
- Die Körnermaisanbaufläche wird sich zunehmend regional konzentrieren. In ungünstigen Lagen dürfte der Anbau weiter eingeschränkt, in den besseren Lagen dagegen ausgedehnt werden, soweit nicht Faktoren wie z.B. Bodenerosion oder Fruchtfolge begrenzend wirken.
- Betriebe, die Körnermais über die Schweinemast veredeln, werden zunehmend auf das CCM-Verfahren umstellen.

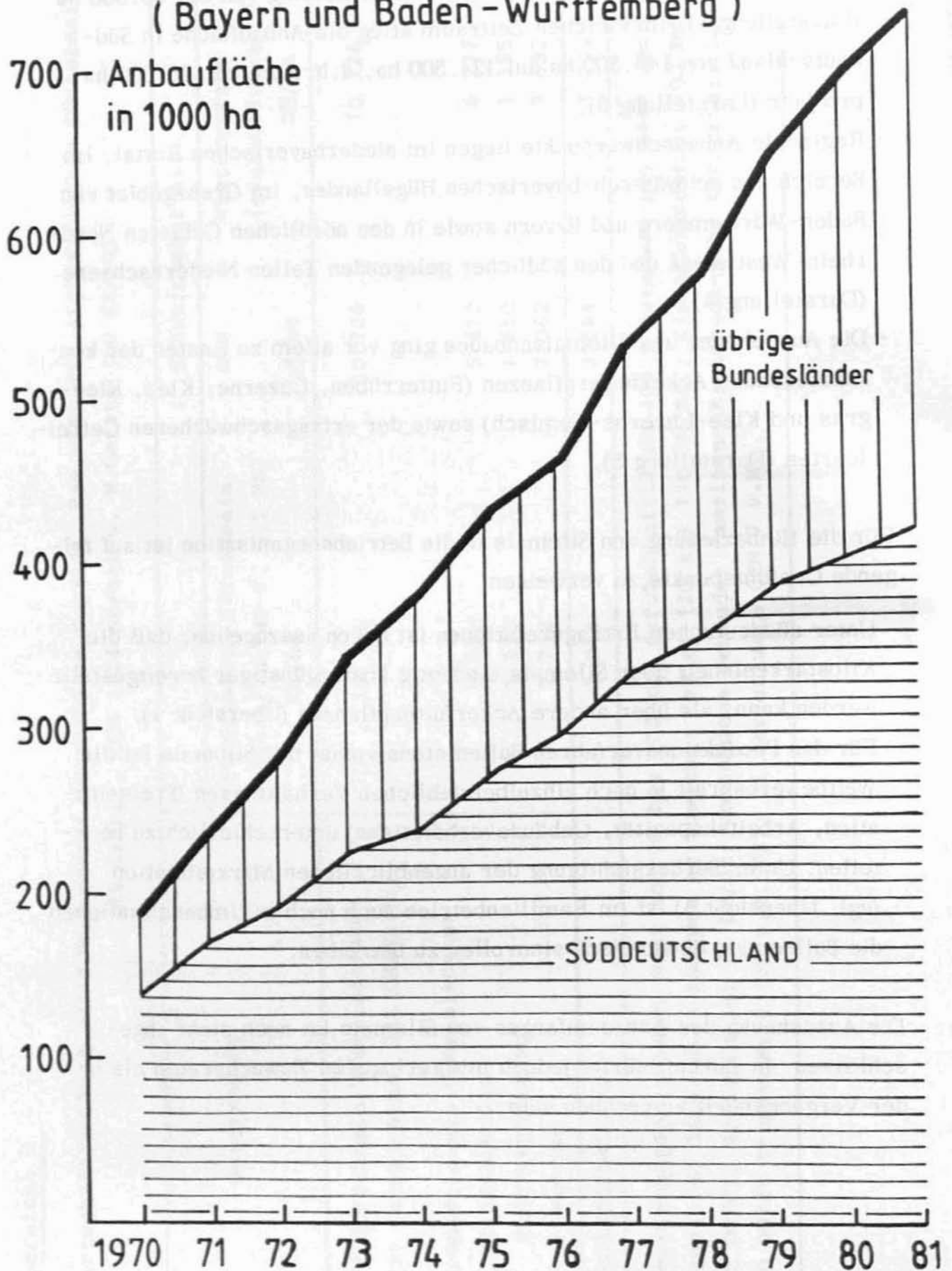
Silomais

Wie die Anbauflächenstatistik zeigt, hat sich in der Bundesrepublik Deutschland Silomais mittlerweile zur bedeutendsten Ackerfutterpflanze entwickelt. Im einzelnen sind folgende Zusammenhänge von Bedeutung:

Darstellung 3

Entwicklung der Anbauflächen für Silomais in der BRD und in Süddeutschland

(Bayern und Baden - Württemberg)



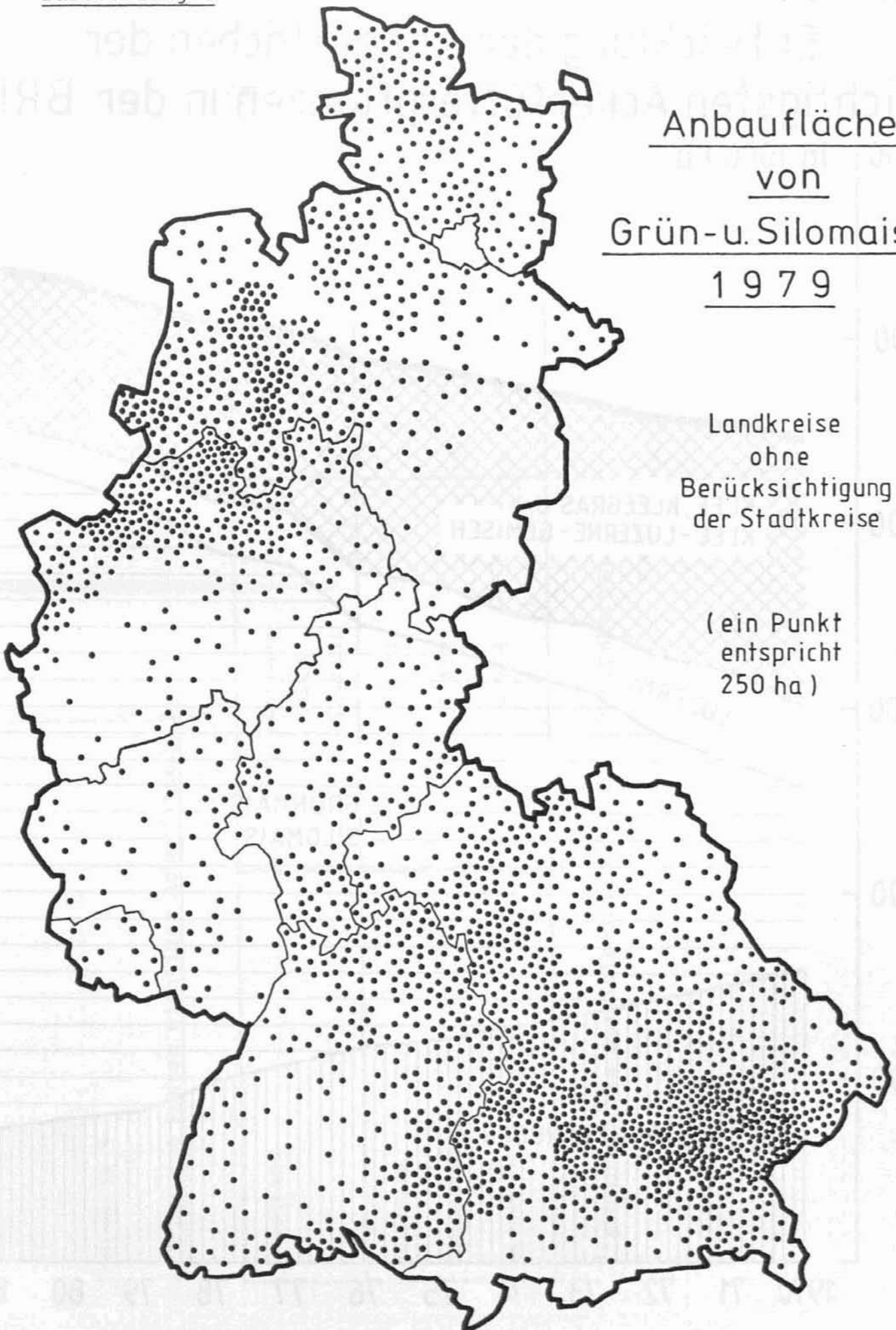
Quelle: Stat Bundesamt Wiesbaden

Darstellung 4

Anbauflächen
von
Grün-u. Silomais
1979

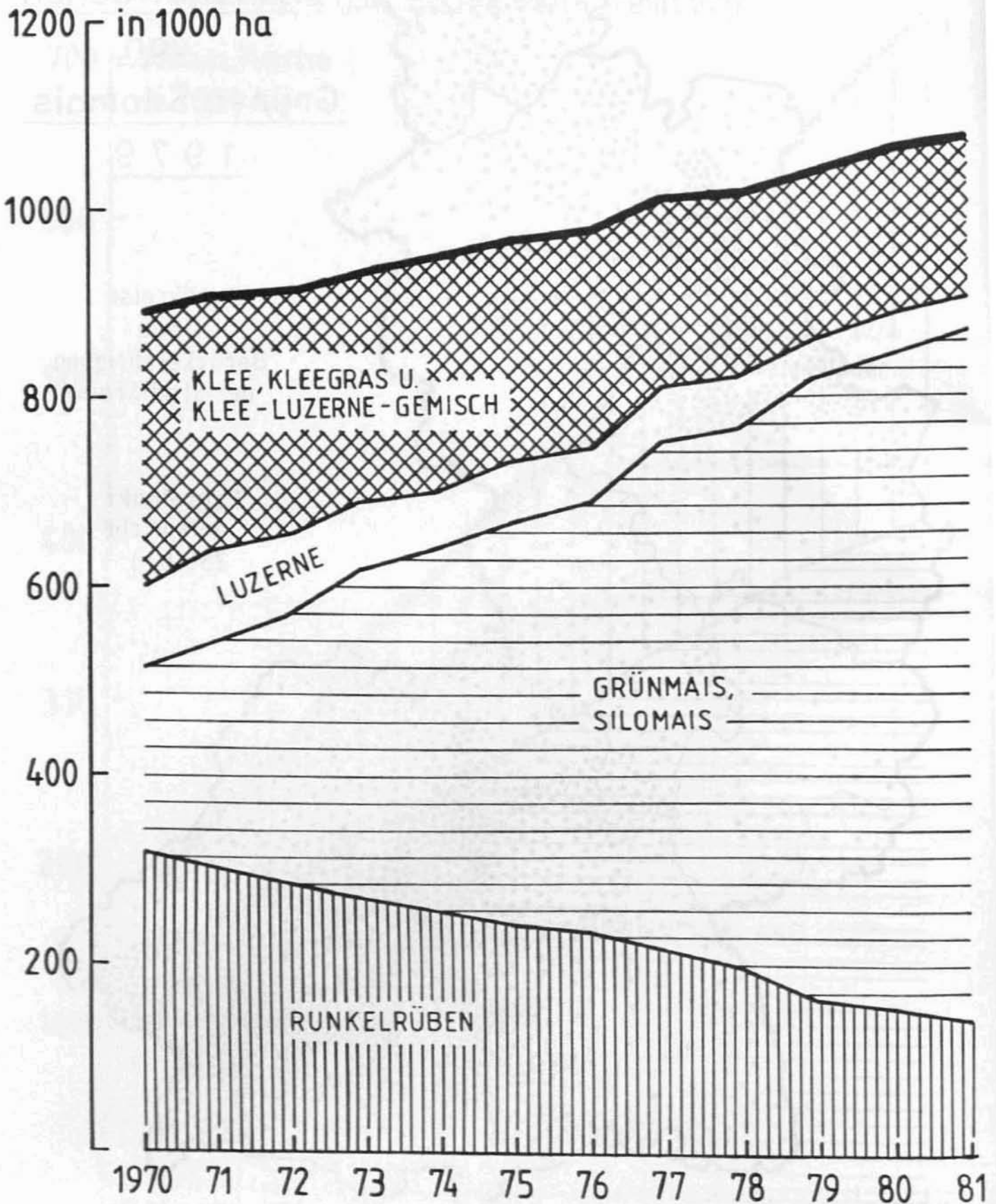
Landkreise
ohne
Berücksichtigung
der Stadtkreise

(ein Punkt
entspricht
250 ha)



Darstellung 5

Entwicklung der Anbauflächen der wichtigsten Ackerfutterpflanzen in der BRD



Quelle: Stat. Bundesamt, Wiesbaden

Übersicht 4

Erträge und Kosten wichtiger Ackerfutterpflanzen

Fruchtart	Erträge kStE (netto)	Kosten ¹⁾ Dpf/kStE
Silomais	6 120	40
Runkelrüben	5 610	51
Kleegrassilage	4 658	50

1) proportionale Spezialkosten einschl. Nutzungskosten

Übersicht 5

Deckungsbeitrag in DM/ha in der Intensivbullenmast

Bezeichnung	Marktsituation ¹⁾		
	I	II	III
vorhandene Gebäude	2 007	2 493	2 978
Umbau ²⁾	1 452	1 937	2 422
Neubau ³⁾	896	1 381	1 867
		<u>Familienbetrieb</u>	
vorhandene Gebäude	1 296	1 781	2 267
Umbau ²⁾	741	1 226	1 711
Neubau ³⁾	185	670	1 156
		<u>Lohnarbeitsbetrieb (12 DM/AKh)⁴⁾</u>	

1) Marktsituation I: Kalb 720 DM/St., Erzeugerpreis 4,00 DM/kg

II: " 820 DM/St., " 4,40 DM/kg

III: " 920 DM/St., " 4,80 DM/kg

2) Umbau: 1 500 DM/Einheit Mastbulle, 10 v.H. jährl. Kosten

3) Neubau: 3 000 DM/Einheit Mastbulle, 10 v.H. jährl. Kosten

4) Arbeitszeitbedarf: Tierbetreuung 10 AKh/Bulle

Wirtschaftsfuttergewinnung 6 AKh/Bulle

Winterraps

Für die Beurteilung des Produktionsverfahrens Winterraps sind folgende Informationen über die Markt- und Preissituation von Interesse:

- Der Raps ist durch enge Substitutionsbeziehungen zu anderen Ölfrüchten gekennzeichnet.
- Am Weltmarkt stehen dem Hauptexporteur Kanada mit der EG und Japan die bedeutendsten Nachfrager gegenüber.
- Der Selbstversorgungsgrad von Raps liegt in der
EG bei 60 v.H. und in der
BRD bei 88 v.H.
- Der hohe Erzeugerpreis von derzeit etwa 105. -- DM/dt gegenüber dem Weltmarktpreis von ca. 50 DM/dt wird durch direkte Zahlungen aus der EG-Kasse an die Ölmühlen ermöglicht.
- Die Kosten der Marktordnung für Raps belaufen sich nach Schätzungen auf 500 - 800 Mio DM in der EG.

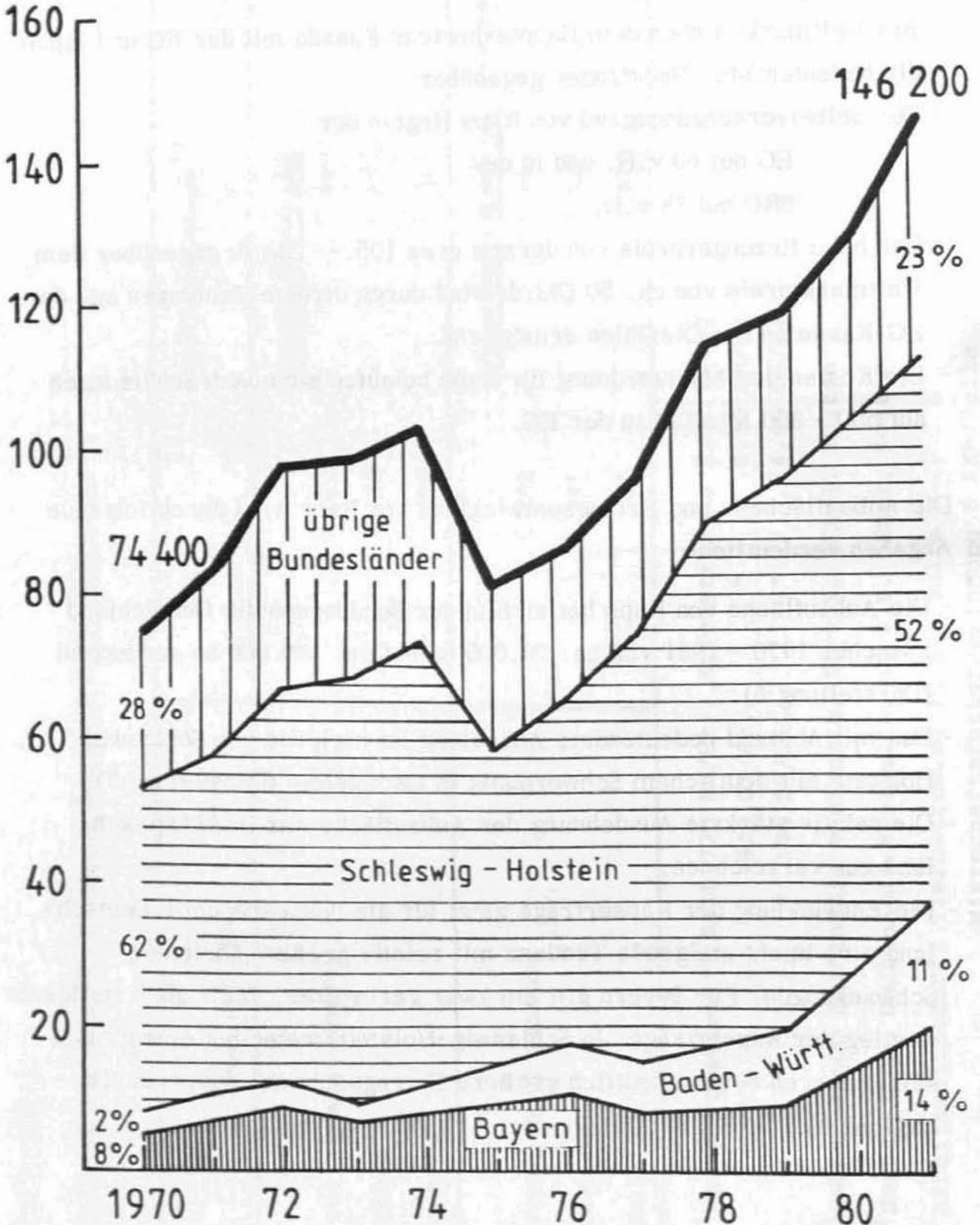
Die Anbauflächen- und Ertragsentwicklung von Raps wird durch folgende Angaben verdeutlicht:

- Die Anbaufläche von Raps hat sich in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1970 - 1981 von ca. 70.000 ha auf ca. 140.000 ha verdoppelt (Darstellung 6).
- Das mit Abstand bedeutendste Anbauland ist nach wie vor Schleswig-Holstein mit deutlichem Schwerpunkt in Ostholstein (Darstellung 7).
- Die relativ stärkste Ausdehnung der Anbaufläche war in Süddeutschland zu verzeichnen.
- Die Entwicklung der Rapsenerträge zeigt für die Bundesrepublik Deutschland eine leicht steigende Tendenz mit relativ großen jährlichen Schwankungen. Für Bayern gilt ein zwar geringerer, dafür aber stetiger Anstieg der Rapsenerträge. In Schleswig-Holstein treten bei einem insgesamt höheren Niveau deutlich größere Ertragsschwankungen auf (Darstellung 8).

Darstellung 6

Entwicklung der Anbauflächen für Winterraps in der BR Deutschland

Anbaufläche
in 1000 ha



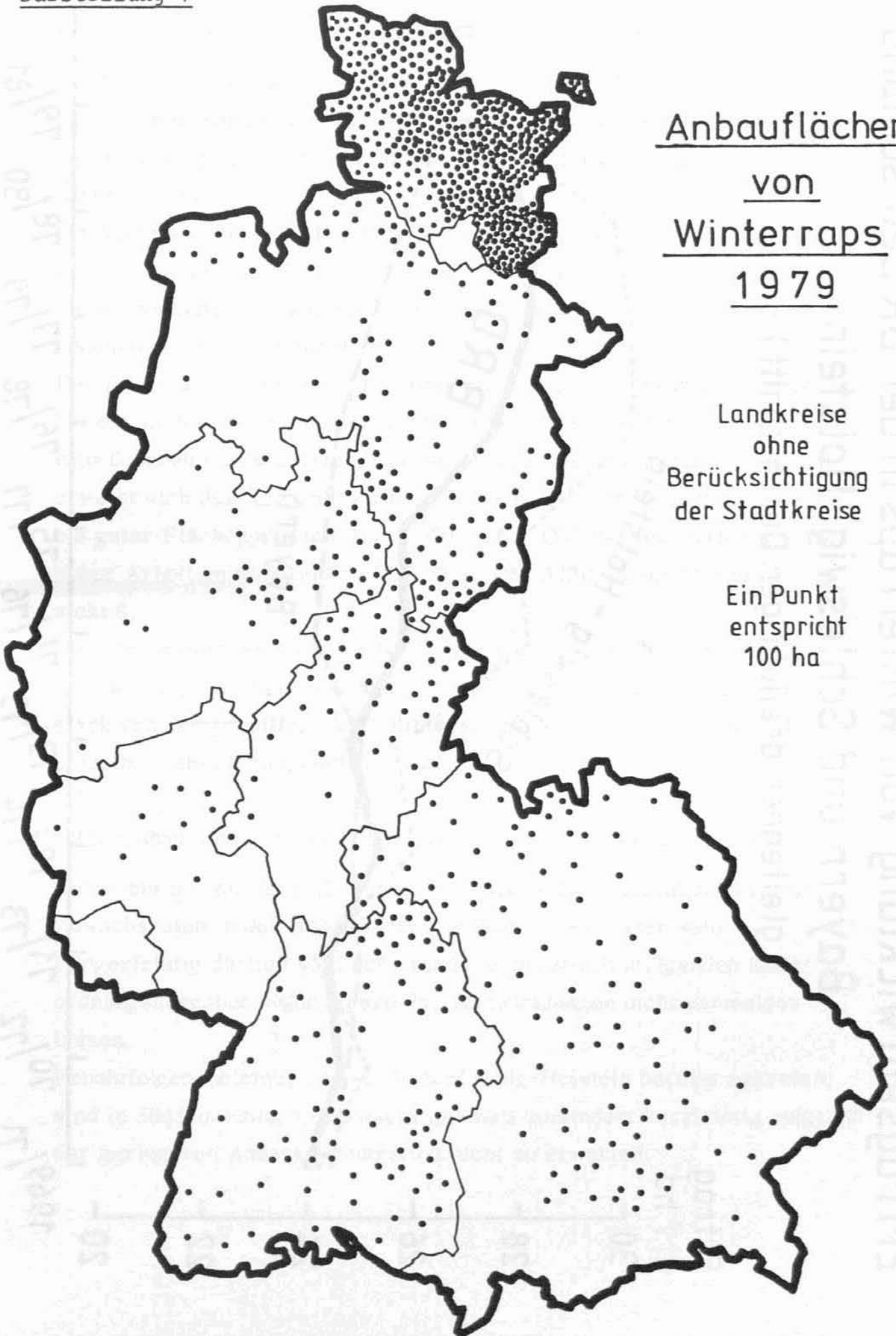
Quelle : Stat. Bundesamt Wiesbaden, (1981 Vorbericht)

Darstellung 7

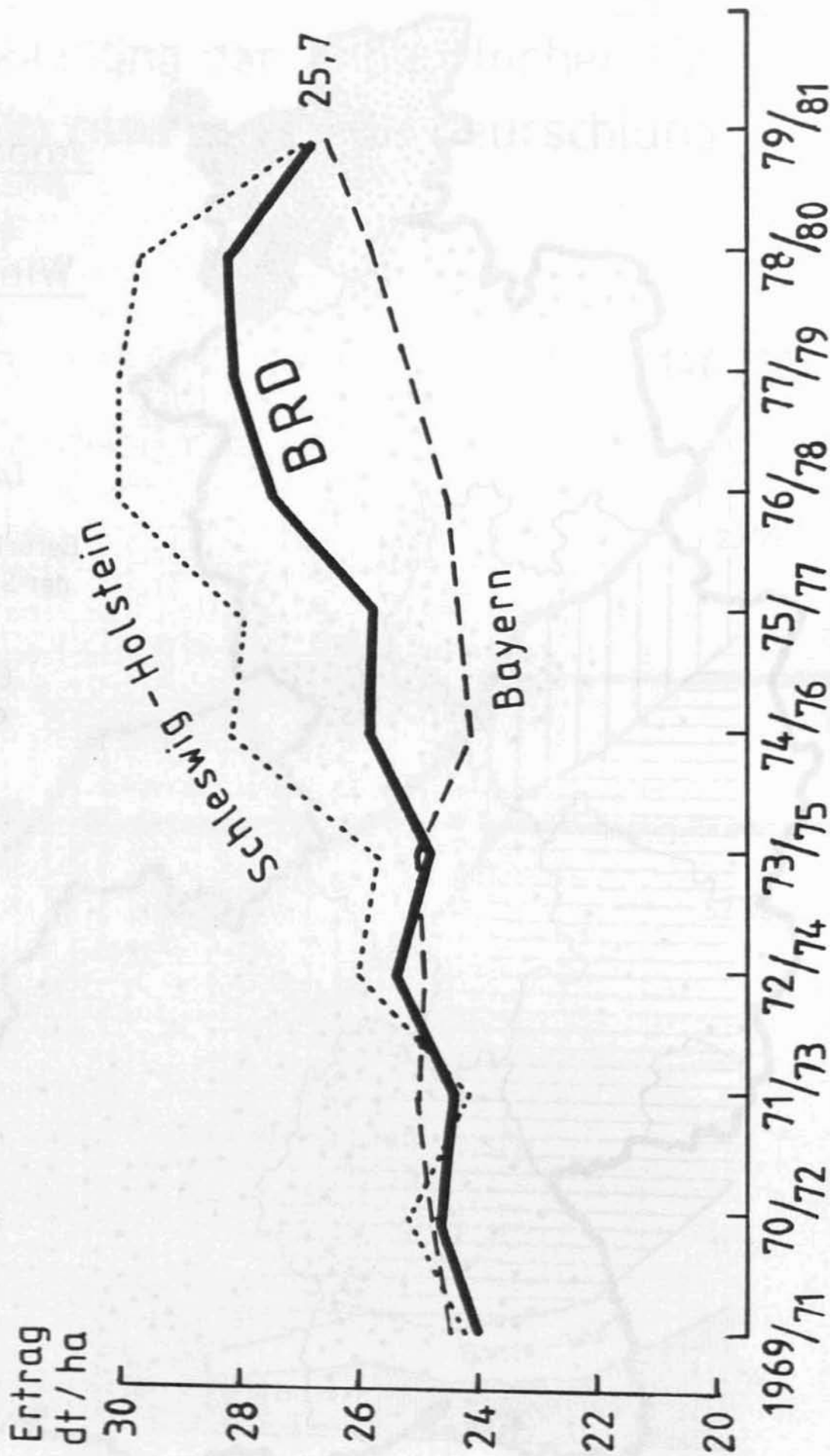
Anbauflächen
von
Winterraps
1979

Landkreise
ohne
Berücksichtigung
der Stadtkreise

Ein Punkt
entspricht
100 ha



Ertragsentwicklung von Winterrap in der BR Deutschland, Bayern und Schleswig-Holstein (gleitender dreijähriger Durchschnitt)



Zur Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaues ist festzustellen:

- Die Preisrelation zwischen Getreide und Ölsaaten (Weizen und Raps) hat sich mit Einführung der Marktordnung zu Gunsten des Rapses verändert und weist damit auf eine positive Preisentwicklung für Raps hin (Übersicht 6).
- Ölfrüchte und Zuckerrüben sind die einzigen Verkaufsfrüchte mit zumindest nominalem Preisanstieg seit 1976. Im Vergleich dazu verlief die Entwicklung der Schweine-, Getreide- und Rinderpreise deutlich ungünstiger (Darstellung 9).
- Der Deckungsbeitrag von Raps (Übersicht 7) entspricht mit 1200 DM/ha bei einem durchschnittlichen Ertragsniveau (24 dt/ha) dem von ertragschwächeren Getreidearten. Bei einem hohen Ertragsniveau (31 dt/ha) erweist sich der Rapsanbau als ein Produktionsverfahren mit mittlerer bis guter Flächenproduktivität (1500 - 1600 DM/ha) und ausgesprochen hoher Arbeitsproduktivität (ca. 130, -- DM/AKh). Siehe hierzu Übersicht 8.
- Die ackerbaulichen Vorteile des Rapsanbaues, wie günstige Fruchtfolgewirkung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, hängen sehr stark von den jeweiligen Verhältnissen ab und sind von Fall zu Fall einzelbetrieblich zu quantifizieren.

Im Rapsanbau sind in den nächsten Jahren folgende Tendenzen denkbar:

- Kurz- bis mittelfristig (2-3 Jahre) werden in Süddeutschland kräftige Zuwachsraten in der Anbaufläche von Raps zu erwarten sein.
- Längerfristig dürften sich auf Grund der drastisch steigenden Marktordnungsausgaben ungünstigere Preisentwicklungen nicht vermeiden lassen.
- Fruchtfolgeprobleme, wie sie in Schleswig-Holstein bereits auftreten, sind in Süddeutschland in diesem Ausmaß zumindest kurzfristig aufgrund der geringeren Anbaukonzentration nicht zu erwarten.

Übersicht 6

Preisrelation zwischen Weizen und Ölsaaten¹⁾

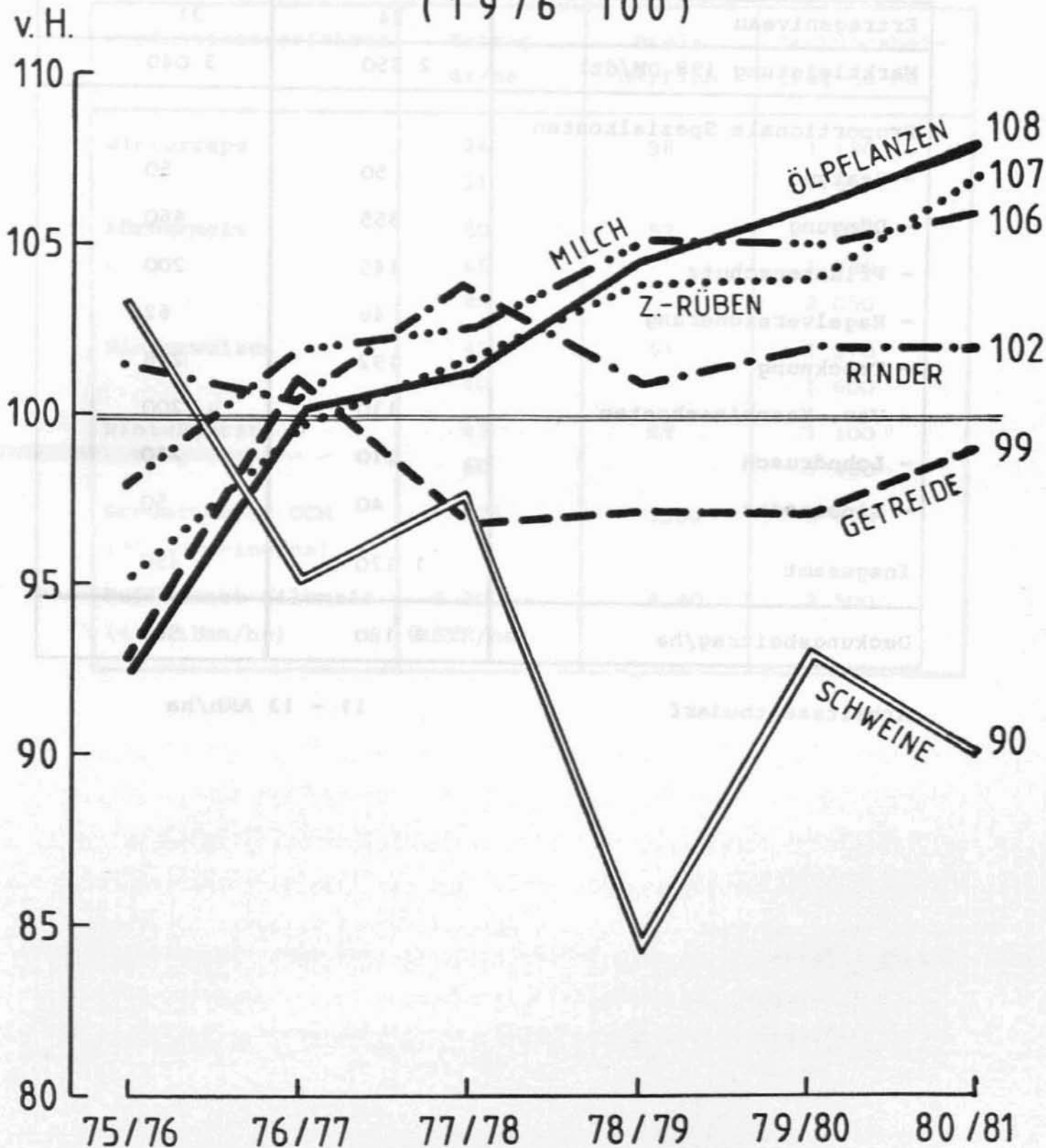
Bezeichnung	Ø 1935/38	1950/51	1960/61	1970/71	1975/76	1978/79	1979/80
Ölsaaten (Erzeugerpreise) in RM bzw. DM/dt	33,5	67,4	66,0	71,8	88,7	98,9	100,6
Weizen (Erzeugerpreise) in RM bzw. DM/dt	20,6	33,0	40,7	38,7	47,9	48,7	48,9
Relation (Weizen = 100)	163	204	162	186	185	203	206

¹⁾ Preise einschl. MwSt.

Quelle: Statist. Jahrbuch über ELuF, 1960 - 1981

Entwicklung der Preisindices ausgewählter landw. Produkte

(1976 = 100)



Quelle: Agrarbericht 1982 (Materialband)

Übersicht 7

Deckungsbeiträge von Winterraps

Ertragsniveau	24	31
Marktleistung (98 DM/dt)	2 350	3 040
Proportionale Spezialkosten		
- Saatgut	50	50
- Düngung	355	460
- Pflanzenschutz	145	200
- Hagelversicherung	48	62
- Trocknung	192	248
- Var. Maschinenkosten	130	200
- Lohndrusch	210	210
- Zinsansatz	40	50
Insgesamt	1 170	1 480
Deckungsbeitrag/ha	1 180	1 560

Arbeitszeitbedarf

11 - 13 AKh/ha

Übersicht 8

Relative Wettbewerbskraft ausgewählter Produktionsverfahren

Produktionsverfahren	Ertrag dt/ha	Preis DM/Einh.	Deckungsbei- trag je ha
Winterraps	24	98	1 180
	31		1 560
Körnermais	50	52	900
	65		1 460
	80		2 050
Winterweizen	45	51	1 210
	60		1 600
Wintergerste	45	47	1 100
	60		1 460
Schweinemast CCM (31 Schweine/ha)	124	3,30	3 660
Bullenmast Silomais (4 Bullen/ha)	6 200 (kSTE/ha)	4,40	2 500

Betriebs- und marktwirtschaftliche Aspekte für den Mais- und Rapsanbau in Norddeutschland

von Prof. Dr. Cay Langbehn, Direktor des Institutes für Landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre der Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Entwicklung von Erträgen und Kosten

Die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für den Mais- und Rapsanbau in norddeutschen landwirtschaftlichen Betrieben sollen im folgenden durch eine Analyse der Ertrags- und Kostenentwicklung näher untersucht werden. Diese Analyse erfolgt auf der Grundlage exakter Datenermittlungen, die in 16 identischen größeren Marktfruchtbaubetrieben in Schleswig-Holstein in den letzten 10 Jahren von 1971/72 - 1980/81 vorgenommen wurden. Diese Datenerhebung erstreckt sich neben Mais und Raps auf Winterweizen, Wintergerste, Hafer und Zuckerrüben. In Bezug auf den Maisanbau werden Körnermais sowie zwei Formen von Futtermais, Corn-Cob-Mix und Silomais, berücksichtigt.

Der besondere Wert dieser Analyse ist darin zu sehen, daß sie auf einer sehr breiten empirischen Datengrundlage aufbaut. Die 16 Untersuchungsbetriebe liegen auf Braunerde des östlichen Hügellandes Schleswig-Holstein mit mittlerer bis guter Qualität, die Betriebsinhaber sind Mitglieder eines landwirtschaftlichen Beratungsrings und berücksichtigen in ihrer Produktionstechnik relativ rasch die im Zeitablauf auftretenden technischen Neuerungen.

Da die untersuchten Betriebe selbst keinen Mais anbauen, wurden sämtliche für die Darstellung der Wettbewerbsverhältnisse des Maisanbaues erforderlichen Daten den umfangreichen Maisanbau- und Verwertungsversuchen des

Versuchsbetriebes Lindhof des Institutes für Landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre der Universität Kiel entnommen. Die natürlichen und wirtschaftlichen Standortvoraussetzungen des Lindhofes sind denen der übrigen Untersuchungsbetriebe vergleichbar. Die für die genannten Kulturen erfaßten Kosten werden in die nicht betriebszweigabhängigen Gemeinkosten und die variablen (zugeteilten) Spezialkosten gegliedert. Folgende Kosten sind dabei einzelnen Betriebszweigen zugeteilt: Saatgutkosten, Kosten für Stickstoffdünger und Pflanzenschutz, spezielle Maschinenkosten, soweit sie das "Normalniveau" von Getreide überschreiten, die Zinskosten für Zuckerrübenaktien sowie die zusätzlichen Einlagerungskosten beim Anbau von Silomais und Corn-Cob-Mix.

Die zugeteilten Kosten hatten 1980/81 bei Getreide ein Niveau von knapp 800 DM/ha, bei Zuckerrüben ca. 1800 DM/ha, bei Körnermais ca. 1600 DM/ha und bei Silomais sowie Corn-Cob-Mix ca. 1150 DM/ha.

Nicht zugeteilt wurden die Kosten für Lohn und für Grundmaschinen einschließlich Mähdrescher, die Grunddüngungskosten sowie allgemeine Wirtschaftskosten.

Zur Errechnung der jeweiligen Marktleistung der einzelnen Kulturen werden die tatsächlich erzielten Erzeugerpreise (einschl. MWST) verwendet. Diese Erzeugerpreise beziehen sich jeweils auf getrocknete Ware, da sämtliche Betriebe über eigene Trocknungsanlagen verfügen. Die Preise für Corn-Cob-Mix und Silomais werden als Substitutionswert errechnet, entsprechen also dem Preis, der für das kostengünstigste wirkungsgleiche Zukauffutter hätte aufgewendet werden müssen. Bezüglich des innerbetrieblichen Verwertungspreises von Silomais wurden unterschiedliche betriebliche Bedingungen angenommen: Eine Situation mit vorhandenen Gebäuden und vorhandener (nicht ausgelasteter) Arbeit (Variante I), eine Situation

mit Neubau und vorhandener Arbeit (Variante II) sowie eine Situation mit Neubau und der Notwendigkeit des Einsatzes von von Spezialarbeitskräften (Variante III).

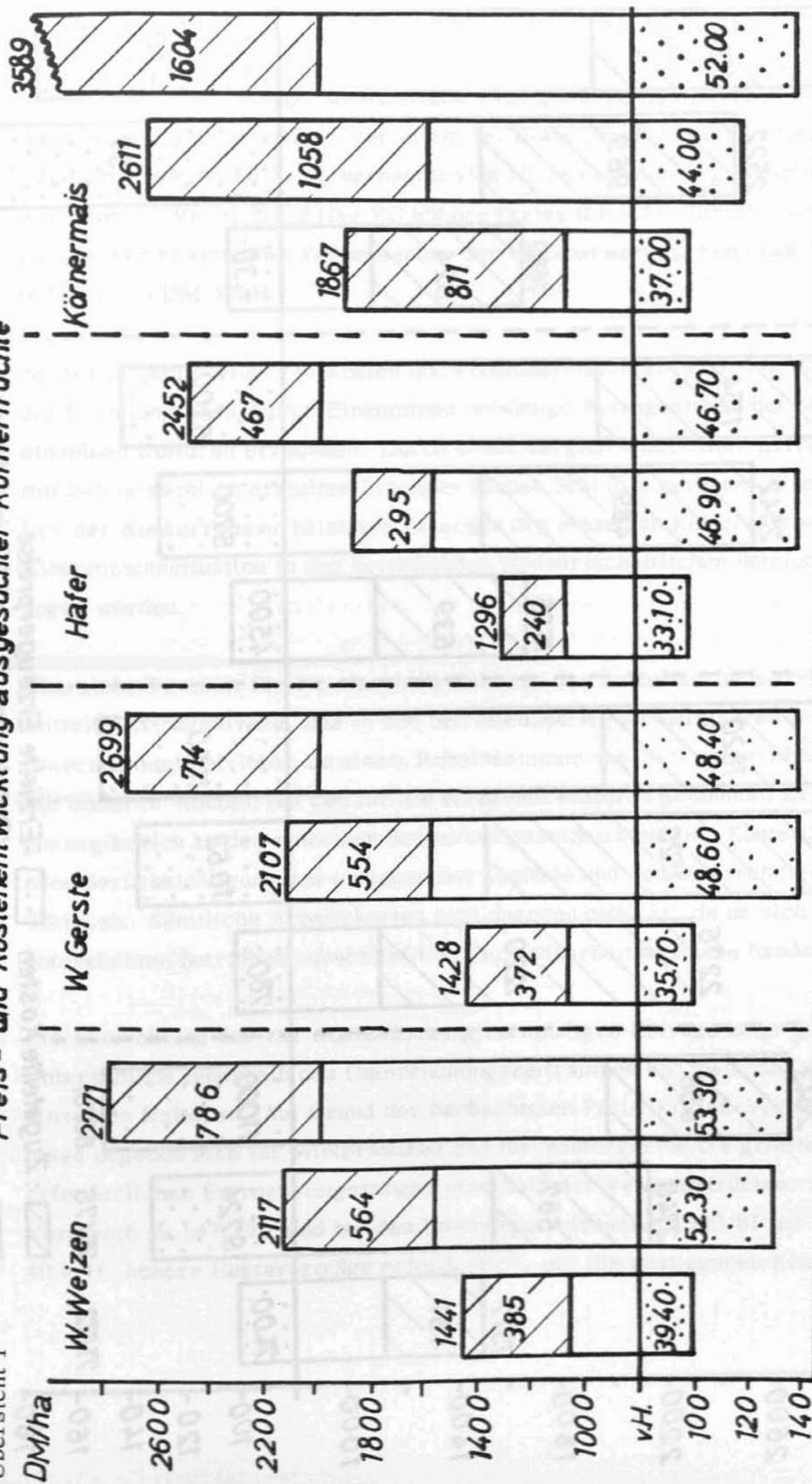
Die Preis- und Kostenentwicklungen für die einzelnen Kulturen sind in den Übersichten 1 und 2 zusammengefaßt. Die auf den Betrieben ermittelten Daten sind dabei für die Wirtschaftsjahre 1971/72, 1975/76 sowie 1980/81 angegeben.

Die Kostenanalyse zeigt, daß von 1971/72 - 1980/81 eine kräftige Steigerung der Spezialkosten bei allen Kulturen zu verzeichnen war, während die Produktpreise einen deutlich schwächeren Verlauf zeigten. Dabei ergeben sich zwischen den Kulturen und den einzelnen Abschnitten des letzten Jahrzehnts erhebliche Unterschiede. In Bezug auf den Raps ist festzustellen, daß der Anstieg der Spezialkosten etwas geringer war als bei den Intensivgetreidearten Winterweizen und Wintergerste, die Preisentwicklung für Raps dagegen deutlich günstiger als bei Getreide ausfiel. Während beispielsweise in den untersuchten Betrieben das nominale Getreidepreisniveau von 75/76 bis 1980/81 nahezu konstant war, erhöhten sich die Erzeugerpreise für Raps in den letzten 5 Jahren des Untersuchungszeitraumes immerhin um insgesamt ca. 13 v.H.. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Zuckerrüben. Die Wettbewerbskraft von Mais entwickelte sich sehr unterschiedlich und hing entscheidend von der Maisverwertung ab.

Der Körnermais verlor im letzten Jahrzehnt trotz der Höherbewertung des Maises innerhalb des Systems der Marktordnungspreise erheblich an Wettbewerbskraft durch die starke Energieverteuerung von 1971/72 bis 1980/81.

Für Silomais ergeben sich seit Mitte der siebziger Jahre in Norddeutschland - zumindest für die in Übersicht 2 zugrunde gelegten Nebausituationen - abnehmende Verwertungspreise. Der Grund hierfür ist in den nominal nur

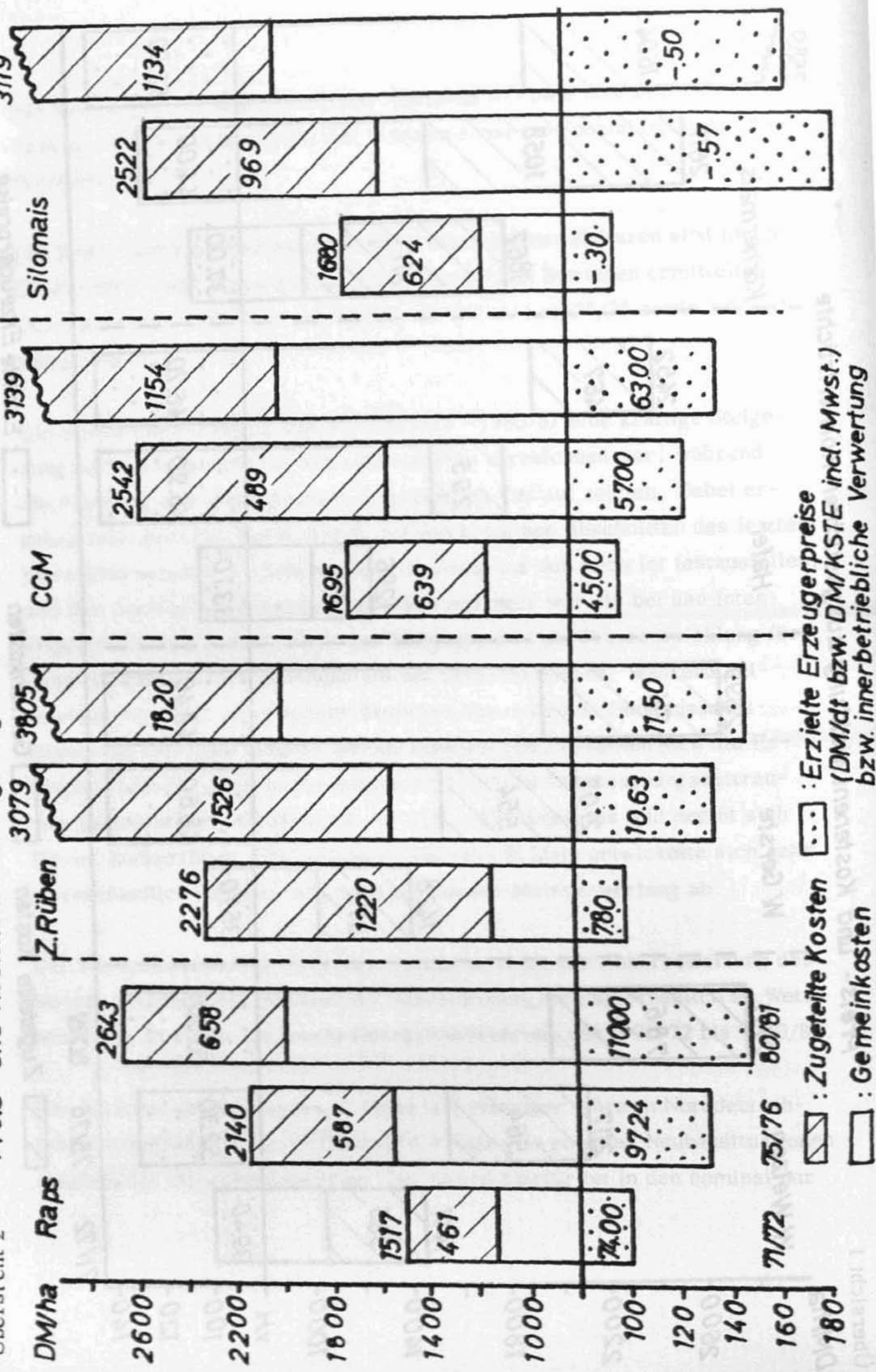
Preis- und Kostenentwicklung ausgesuchter Körnerfrüchte



71/72 75/76 80/81

Zugeteilte Kosten
 Gemeinkosten
 Erzielte Erzeugerpreise (DM/ha einschl. MwSt.)

Preis- und Kostenentwicklung ausgesuchter Blattfrüchte



: Gemeinkosten
 : Gemeinkosten
 : Erzielte Erzeugerpreise (DM/dt bzw. DM/KSTE incl. MwSt.) bzw. innerbetriebliche Verwertung

leicht steigenden Preisen für Rindfleisch bei gleichzeitig kräftiger Verteuerung der Vorleistungen, vor allem bei Eiweißfuttermitteln, zu sehen. Gegenüber dem in 80/81 zu beobachtenden Niveau werden gegenwärtig allerdings 0,30 - 0,40 DM/kg EG höhere Preise für Schlachtbullen erzielt. Daraus ergibt sich eine Verbesserung der Maisverwertung von etwa 0,10 - 0,15 DM/KStE.

Bei bekanntem Niveau von Kosten und Produktpreisen läßt sich das für die Erzielung bestimmter Einkommen notwendige Ertragsniveau bei den einzelnen Kulturen errechnen. Durch einen Vergleich der "Soll-Erträge" mit den tatsächlich erzielten Erträgen können Schlußfolgerungen hinsichtlich der Konkurrenzverhältnisse zwischen den einzelnen Kulturen sowie der Einkommenssituation in den betreffenden landwirtschaftlichen Betrieben gezogen werden.

Übersicht 3 enthält für die einzelnen Kulturen das kalkulatorisch ermittelte Ertragsniveau, das in den betreffenden Wirtschaftsjahren in den Untersuchungsbetrieben zu einem Roheinkommen von Null geführt hätte. Mit anderen Worten: Bei den für die einzelnen Kulturen genannten Erträgen ergibt sich zu den einzelnen Beobachtungszeitpunkten eine Kostendeckung ohne Berücksichtigung des eingesetzten Kapitals und der unternehmerischen Tätigkeit. Sämtliche Arbeitskosten sind dagegen gedeckt, da es sich bei den untersuchten Betrieben ausschließlich um Lohnarbeitsbetriebe handelt.

Die Entwicklung der zur Kostendeckung notwendigen Erträge zeigt große Unterschiede innerhalb des Untersuchungszeitraumes und zwischen den einzelnen Kulturen. Auf Grund der beobachteten Preis-Kosten-Verhältnisse ergeben sich für Winterweizen und für Wintergerste die größten erforderlichen Ertragssteigerungen innerhalb der Verkaufsfrüchte. Im Vergleich zu 1971/72 sind bei den Intensivgetreidearten 1980/81 um etwa 40 v.H. höhere Hektarerträge erforderlich, um die gestiegenen Kosten

Übersicht 3:

Notwendige Erträge bei einem Roheinkommen von Null
in dt/ha bzw. KStE/ha

	71/72	75/76	80/81
Winterweizen	36,6	40,5	52,1
Wintergerste	40,7	43,4	55,8
Hafer	39,2	39,4	52,5
Körnermais	50,5	59,3	69,0
Winterraps	21	22	24
Zuckerrüben	292	290	331
CCM	37,8	44,6	49,8
Silomais I	3907	3275	4520
Silomais II	5600	4425	6238
Silomais III	8400	5865	8911

Übersicht 4:

Tatsächlich erzielte Erträge
(lineare Trendwerte)
in dt/ha bzw. KStE/ha

	71/72	75/76	80/81
Winterweizen	50,1	58,2	68,4
Wintergerste	45,5	55,6	68,2
Hafer	40,6	45	50,5
Körnermais	51,8	54,1	57,0
Winterraps	24,3	27,2	30,7
Zuckerrüben	394	394	394
CCM	44,7	46,8	49,3
Silomais I	-	-	-
Silomais II	5475	5643	5853
Silomais III	-	-	-

zu decken. Demgegenüber liegen die entsprechenden Werte von Zuckerrüben und Winterraps mit ca. 13 - 14 v.H. auf relativ niedrigem Niveau.

Körnermais zeigt wegen der Energieverteuerung und der damit verbundenen Erhöhung der Trocknungskosten bei hoher Kornfeuchte einen ähnlich hohen Steigerungsbedarf wie Winterweizen und Wintergerste. Die besonders in den letzten fünf Jahren erforderliche Steigerung des Silomaisertrages ergibt sich aus der Erhöhung der Produktionskosten bei kaum verbesserten Marktpreisen für Rindfleisch. Die angegebenen Mindesterträge für Silomais stellen Nettowerte da. Sie erreichen in 80/81 zumindest in den Betriebssituationen II und III ein Niveau, das unter norddeutschen Klimaverhältnissen im großflächigen Anbau kaum zu erreichen sein dürfte. Mit anderen Worten: Unter den wirtschaftlichen Bedingungen des Jahres 80/81 erweist sich der Anbau von Silomais mit anschließender Verwertung in der Bullenmast in den Betrieben als unrentabel, in denen neue Gebäude erstellt und Spezialarbeitskräfte eingestellt werden müssen.

Die tatsächlich in den untersuchten Betrieben erzielten Erträge und damit die Entwicklung der relativen Rentabilität der einzelnen Kulturen zeigt Übersicht 4. Hierbei fallen besonders die hohen Ertragssteigerungen bei Winterweizen und Wintergerste auf. Der große technische Fortschritt im Getreidebau erfolgte insbesondere Mitte der siebziger Jahre mit der Möglichkeit der Anwendung von Fungiziden. Eine Ausnahme macht hierbei nur der Hafer, für den die beobachteten Ertragssteigerungen relativ gering ausfallen. Das gleiche gilt für den Körnermais.

Die Ertragssteigerungen bei Winterraps fallen deutlich ab gegenüber dem Wintergetreide, liegen aber andererseits deutlich über den Werten der übrigen Blattfrüchte. Hierbei sind besonders die Zuckerrüben hervorzuheben, für die in den untersuchten Betrieben in Schleswig-Holstein statistisch keine Ertragssteigerungen in den letzten Jahren festgestellt werden

konnten. Die tatsächliche Steigerung der Silomaiserträge erweist sich ebenfalls als relativ gering.

Zur Veranschaulichung der Konkurrenzsituation der hier untersuchten Kulturen sind in Übersicht 5 die tatsächlich erzielten Erträge in v.H. des zur Kostendeckung erforderlichen Ertragsniveaus angegeben. Aus diesen Zahlen ergibt sich insgesamt, daß sich die relative Position von Mais und Raps in den Untersuchungsbetrieben sehr unterschiedlich entwickelt hat. Während die Wettbewerbskraft des Rapses sich gegenüber allen Kulturen in den letzten zehn Jahren deutlich verbesserte, ist für die wirtschaftliche Situation des Maisanbaues eine mehr oder weniger deutliche Verschlechterung festzustellen. Von den untersuchten Formen der Maisverwertung erweist sich hier allein die Verfütterung von Maissilage in der Rindermast bei vorhandenen Gebäude- und Arbeitskapazitäten als kostendeckend.

Innerhalb der Getreidearten ist besonders die Wettbewerbskraft des Sommergetreides, hier repräsentiert durch den Hafer, abgefallen. Der Ertrag liegt 1980/81 in den Untersuchungsbetrieben nur noch auf 96 v.H. des zur Kostendeckung erforderlichen Niveaus. Aus den schon erörterten Gründen gilt dasselbe für den Körnermais in Norddeutschland. Den stärksten Verlust an Wettbewerbskraft hat unter den Verkaufsfrüchten die Zuckerrübe hinnehmen müssen. Ihre Erträge erreichen gegenwärtig in den Untersuchungsbetrieben zwar noch 119 v.H. des zur Kostendeckung erforderlichen Niveaus, ihr Abfall in den letzten 10 Jahren beträgt jedoch 16 %.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß von den untersuchten Kulturen Wintergerste und Winterraps am stärksten von der wirtschaftlichen und technischen Entwicklung der letzten 10 Jahre profitiert haben. Dabei liegen die Ursachen für die relative Verbesserung der Position bei

Übersicht 5:

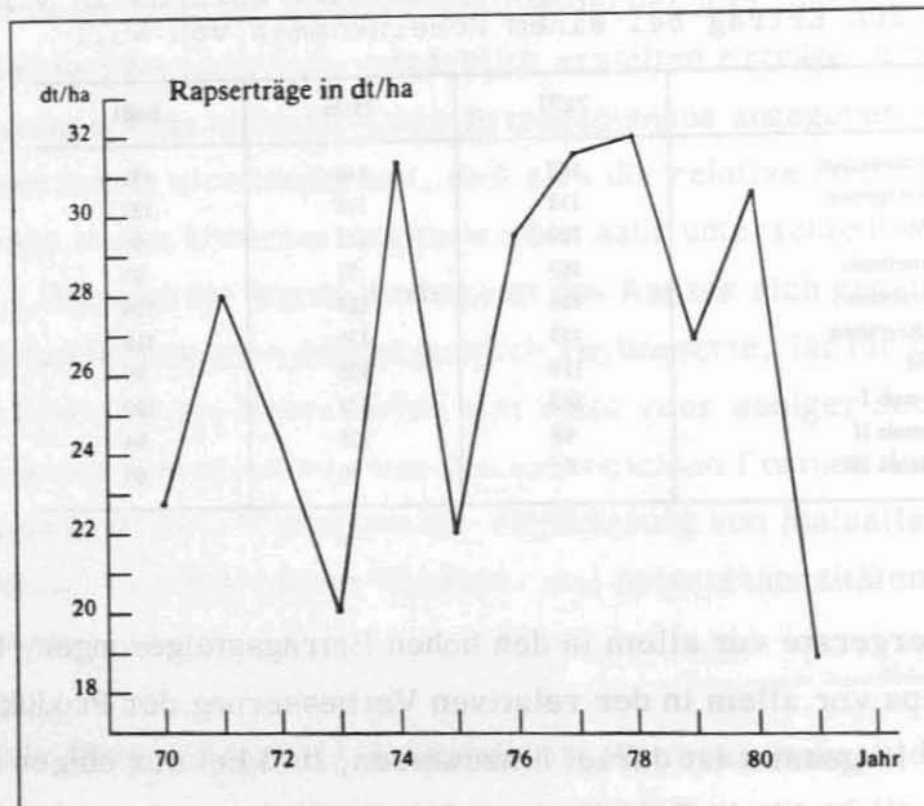
Tatsächliche Erträge in dt bzw. KStE/ha in v.H.
zum Ertrag bei einem Roheinkommen von Null

	71/72	75/76	80/81
Winterweizen	137	144	131
Wintergerste	112	128	122
Hafer	104	115	96
Körnermais	103	91	83
Winterraps	116	124	128
Zuckerrüben	135	136	119
CCM	118	105	99
Silomais I	140	172	129
Silomais II	98	128	94
Silomais III	65	96	66

der Wintergerste vor allem in den hohen Ertragssteigerungen, beim Winterraps vor allem in der relativen Verbesserung der Produktverwertung. Insgesamt ist darauf hinzuweisen, daß bei der obigen Betrachtung innerbetriebliche Beziehungen zwischen den einzelnen Kulturen, besonders die Vorfrucht- und Fruchtfolgewirkungen, nicht berücksichtigt worden sind.

Bei der Analyse der relativen Rentabilität des Rapsanbaues muß aus betriebswirtschaftlicher Sicht neben den oben diskutierten Mittelwerten auch eine Berücksichtigung des Risikos erfolgen. Das Ertragsrisiko beim Anbau von Raps ist heute nach wie vor größer als bei den meisten übrigen Kulturen. Eine Ursache hierfür liegt in den spezifischen ackerbaulichen Anforderungen des Rapses, eine zweite Ursache dürfte darin zu sehen sein, daß hinsichtlich der Entwicklung und Anwendung wirksamer Fungizide im Rapsanbau bisher noch keine Erfolge erzielt werden konnten, die den großen technischen Fortschritten im Getreidebau vergleichbar wären.

Übersicht 6:



Übersicht 6 zeigt den Verlauf der Rapsertträge, die im Rahmen der hier durchgeführten Analyse in den Untersuchungsbetrieben in Schleswig-Holstein festgestellt werden konnten. Bei außerordentlich schwankenden Erträgen wurden die geringsten Erträge des letzten Jahrzehnts 1981 erzielt. Hierbei handelt es sich um ein Jahr, dem ein Herbst mit außerordentlich hohen Niederschlägen und ungünstigen ackerbaulichen Voraussetzungen für die Rapsbestellung vorangegangen war. Darüber hinaus erfolgte im Sommer 1981 ein starker Befall mit Rapskrebs (Weißstengeligkeit), dem nicht durch vorsorgliche Anwendung wirksamer Fungizide begegnet worden war. In Bezug auf die Pilzbekämpfung in Winterraps sind im letzten Jahr wesentliche neue Erkenntnisse gewonnen worden. So

scheint es zumindest heute möglich, die Weißstengeligkeit in Winterraps - wenn auch technisch schwierig - zu bekämpfen und gegenüber anderen Pilzkrankheiten durch Resistenzzüchtung Erfolge zu erreichen.

Dagegen dürfte der zweite Ursachenkomplex für die großen Schwankungen des Raps-ertrages auch in Zukunft wirksam bleiben: Bei allen Fortschritten im mechanisch-technischen und biologisch-chemischen Bereich ist auch in Zukunft mit großen Ertragsschwankungen bei Raps auf Grund von ungünstigen Witterungsbedingungen und Kulturzuständen des Bodens zu rechnen. Die Ursache hierfür liegt in den hohen ackerbaulichen Ansprüchen des Rapses, auf die in den folgenden Referaten näher eingegangen wird.

Übersicht 7 zeigt die Ertragsentwicklung von Winterraps im Vergleich zu Winterweizen in den letzten 10 Jahren im Bundesgebiet und in Schleswig-Holstein. Hieraus wird deutlich, daß der Winterraps sowohl im Bundesgebiet wie in Schleswig-Holstein gegenüber Winterweizen deutlich geringere Ertragssteigerungen aufweist. Zudem zeigt sich, daß nicht nur das Ertragsniveau, sondern auch die Steigerungsraten des Raps-ertrages in Schleswig-Holstein in den letzten 10 Jahren größer waren als im Durchschnitt des Bundesgebietes. Sofern eine wirksame Bekämpfung der Pilzkrankheiten bei Raps gelingt, ist wohl zu erwarten, daß die Steigerungsraten des Raps-ertrages in den maritimen Küstenlagen Norddeutschlands auch in Zukunft stärker sein werden als im Binnenland des Bundesgebietes.

Die Konkurrenzsituation zwischen Raps und Mais hängt in Norddeutschland in starkem Maße von den Bodenqualität und den Verwertungsmöglichkeiten für Mais ab, die von Betrieb zu Betrieb erhebliche Unterschiede aufweisen. In bäuerlichen Familienbetrieben mit günstigen Voraussetzungen für die Rindviehhaltung dürfte der Rapsanbau auch in Zukunft keine wirtschaftliche Alternative zum Maisanbau darstellen.

Übersicht 7:

Ertragsentwicklung in dt/ha

Jahr	Winterweizen		Winterraps	
	BRD	S.H.	BRD	S.H.
1970	32,2	46,0	21,8	21,9
1972	40,8	39,3	23,4	24,2
1974	48,3	55,1	27,3	30,8
1976	41,9	51,4	23,4	26,9
1978	51,3	67,3	27,3	29,6
1980	49,7	54,8	27,4	29,4
Wachstums- rate in %	2,9	3,5	2,1	2,8

Zu den Marktaussichten für Raps

Bei der Beurteilung der Entwicklungsmöglichkeiten für den Rapsanbau muß auch der Markt für Raps beachtet werden.

Die Rapsmarktordnung unterscheidet sich wesentlich von den anderen EG-Agrarmarktordnungen durch das System der Beihilfen. Während bei den meisten anderen Produkten Drittlandimporte durch Abschöpfungen auf das Preisniveau der Gemeinschaft angehoben werden, können Ölsaaten ohne jeden Zollschatz zu Weltmarktpreisen in die EG eingeführt werden. Zur Sicherung der Erzeugerlöhne werden jährlich Richtpreise für Raps gesetzt, die einheitlich für die Gemeinschaft gelten. Der Unterschied zwischen diesem Richtpreis und dem Weltmarktpreis wird durch eine Beihilfe der Gemeinschaft ausgeglichen. Sie wird den Ölmöhlen auf den verarbeiteten inländischen Raps gewährt.

Durch diese Preisgarantie ist der Rapsanbau insbesondere in den letzten Jahren in der Bundesrepublik und in der Gemeinschaft stark ausgedehnt

worden. Wegen des hohen Einfuhrbedarfes bei pflanzlichen Ölen hat jedoch diese Steigerung der eigenen Rapsproduktion den Selbstversorgungsgrad bei pflanzlichen Fetten ohne Olivenöl nicht wesentlich erhöht. Er liegt heute bei nur etwa 20 v.H. . Von daher gesehen stellt sich die Marktsituation für den Raps auf den ersten Blick relativ günstig dar.

Eine realistische Einschätzung der künftigen Absatzbedingungen muß jedoch die Weltmarktverhältnisse und insbesondere die Kosten des Schutzes des inländischen Rapspreises beachten. Das Ausmaß der Abkoppelung der Inlandspreise vom Weltmarkt wird in aller Regel in Protektionsraten gemessen: Die Protektionsrate ist gleich dem Prozentsatz, um den der Inlandspreis über dem Weltmarktpreisniveau liegt.

Die Protektionsraten der EG von Raps und beispielsweise Weizen haben sich in den letzten Jahren sehr unterschiedlich entwickelt: Während sie bei Raps kontinuierlich gestiegen sind, ergibt sich für Weizen seit 1977 eine abnehmende Protektionsrate. Auf dem Weltgetreidemarkt erwartet man eine sich weiterhin stark ausdehnende Nachfrage und in der Folge eine relativ starke Erhöhung der Getreidepreise gegenüber den Rapspreisen. Die Folge wäre eine gegenüber Getreide weiterhin steigende Protektionsrate bei Raps und damit eine Verteuerung der europäischen Rapsmarktordnung.

Für eine höhere Protektionsrate bei Raps wären aus der Sicht der Gesamtwirtschaft allerdings auch einige gute Argumente anzuführen: Neben dem geringen Selbstversorgungsgrad der EG mit pflanzlichen Ölen und Fetten wäre besonders auf die innerbetriebliche Bedeutung hinzuweisen, die der Raps an vielen Getreidebaustandorten der Europäischen Gemeinschaft als nahezu einzige Blattfrucht zur Erhaltung der Produktivität der Bodenerzeugung hat.

Die vorgetragenen Überlegungen begründen m. E. weder allzu optimistische noch allzu pessimistische Erwartungen über die Entwicklung der zukünftigen inländischen Rapspreise.

Besonderes Interesse könnte in Zukunft die Frage gewinnen, welche Verwertungsmöglichkeiten sich für Raps bei der Qualitätsverbesserung durch Beseitigung der Glukosinolate im Raps ergeben würden. In diesem Fall wäre Raps als energiereiches Mastfutter auch in der Nutztviehhaltung einsetzbar. Die dabei zu erzielenden Verwertungspreise für Raps hängen einerseits vom Preisniveau der Substitute, und andererseits von der geforderten Energiekonzentrationen des Futters ab. Seine beste Verwertung erreicht Raps naturgemäß in Futtermischungen mit relativ hohem Energiegehalt (EZ 68), weil er dort an die Stelle relativ teurer energiereicher Futtermittel wie Mais und Getreide treten kann.

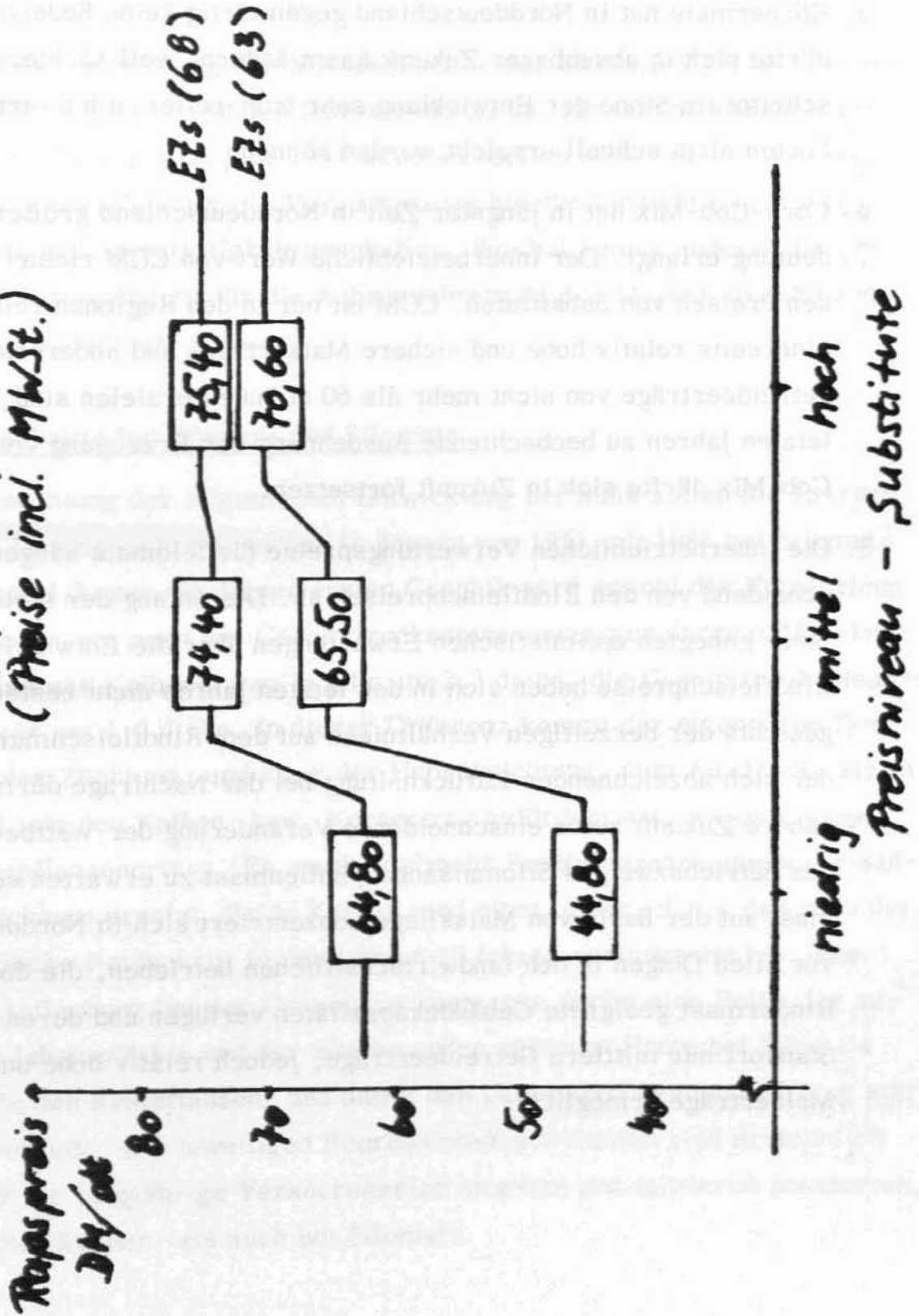
Übersicht 8 informiert über die Verwertungspreise, die Raps in Schweinemastfutter gegenwärtig bei unterschiedlichem Preisniveau für Substitute und bei unterschiedlichen Energiezahlen des Futters erreichen kann. Die bestmögliche Verwertung des Rapses in der Schweinemast liegt bei etwa 75 DM/dt. Bei möglicherweise stärkerem Auseinanderklaffen des Verhältnisses von Rapspreis zu Weizenpreis auf dem Weltmarkt könnte eine inländische Verfütterung von Raps zugunsten eines stärkeren Exportes von Weizen wirtschaftlich sinnvoll sein.

Zusammenfassung

1. Die Konkurrenzverhältnisse zwischen Mais und Raps einerseits und den konkurrierenden Kulturen andererseits haben sich in Norddeutschland in der Vergangenheit durch die Entwicklung der Erträge und der Preis-Kosten-Verhältnisse z. T. erheblich verschoben.

Übersicht 8:

Grenzeverwertungspreise für Raps in Schweinemastfutter (Preise incl. MwSt.)



2. Raps ist in norddeutschen Ackerbaubetrieben eine unentbehrliche Blattfrucht geworden, deren Anbauumfang z.T. 30 v.H. der Ackerfläche erreicht.
3. Körnermais hat in Norddeutschland gegenwärtig keine Bedeutung. Dies dürfte sich in absehbarer Zukunft kaum ändern, weil züchterische Fortschritte im Sinne der Entwicklung sehr früh-reifer und ertragreicher Sorten nicht schnell erreicht werden können.
4. Corn-Cob-Mix hat in jüngster Zeit in Norddeutschland größere Bedeutung erlangt. Der innerbetriebliche Wert von CCM richtet sich nach den Preisen von Substituten. CCM ist nur in den Regionen rentabel, wo einerseits relativ hohe und sichere Maiserträge und andererseits Futtergetreideerträge von nicht mehr als 60 dt/ha zu erzielen sind. Die in den letzten Jahren zu beobachtende Ausdehnung der Erzeugung von Corn-Cob-Mix dürfte sich in Zukunft fortsetzen.
5. Die innerbetrieblichen Verwertungspreise für Silomais hängen entscheidend von den Rindfleischpreisen ab. Die Anfang der siebziger Jahre gehegten optimistischen Erwartungen über die Entwicklung der Rindfleischpreise haben sich in den letzten Jahren nicht bestätigt. Angesichts der derzeitigen Verhältnisse auf dem Rindfleischmarkt und der sich abzeichnenden Zurückhaltung bei der Nachfrage dürfte für die nähere Zukunft keine einschneidende Veränderung der Wettbewerbskraft des Betriebszweiges Silomaisanbau/Bullenmast zu erwarten sein: Bullenmast auf der Basis von Maissilage konzentriert sich in Norddeutschland vor allen Dingen in den landwirtschaftlichen Betrieben, die über für die Rindermast geeignete Gebäudekapazitäten verfügen und deren natürlicher Standort nur mittlere Getreideerträge, jedoch relativ hohe und sichere Maiserträge ermöglicht.

Fortschritte der Züchtung und neue Sorten bei Mais

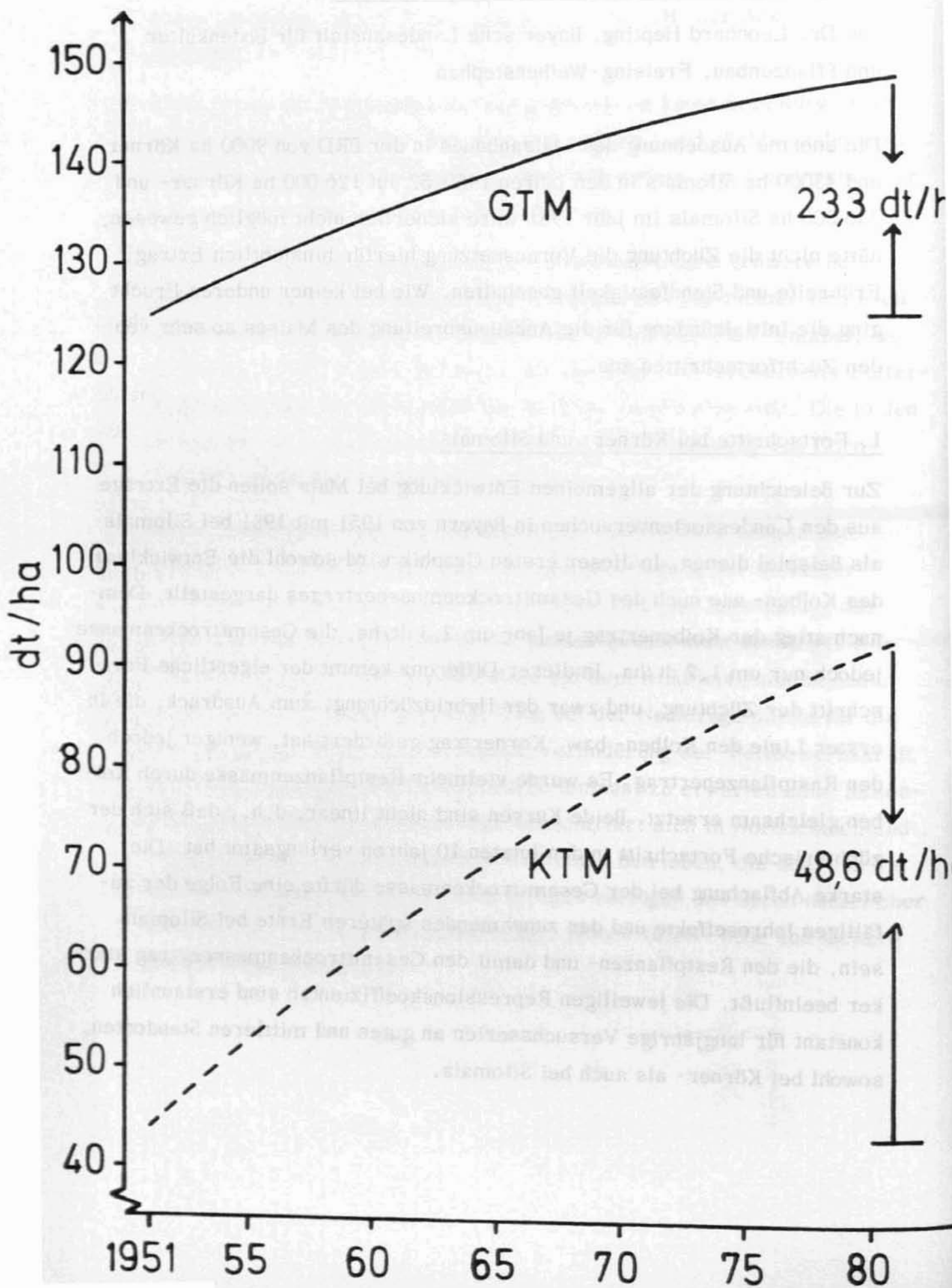
von Dr. Leonhard Hepting, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan

Die enorme Ausdehnung des Maisanbaues in der BRD von 9000 ha Körner- und 43000 ha Silomais in den Jahren 1950/52 auf 126 000 ha Körner- und 736 000 ha Silomais im Jahr 1981 wäre sicherlich nicht möglich gewesen, hätte nicht die Züchtung die Voraussetzung hierfür hinsichtlich Ertrag, Frühreife und Standfestigkeit geschaffen. Wie bei keiner anderen Frucht ging die Initialzündung für die Anbauausbreitung des Maises so sehr von den Zuchtfortschritten aus.

1. Fortschritte bei Körner- und Silomais

Zur Beleuchtung der allgemeinen Entwicklung bei Mais sollen die Erträge aus den Landessortenversuchen in Bayern von 1951 mit 1981 bei Silomais als Beispiel dienen. In dieser ersten Graphik wird sowohl die Entwicklung des Kolben- wie auch des Gesamttrockenmasseertrages dargestellt. Demnach stieg der Kolben-ertrag je Jahr um 2,3 dt/ha, die Gesamttrockenmasse jedoch nur um 1,2 dt/ha. In dieser Differenz kommt der eigentliche Fortschritt der Züchtung, und zwar der Hybridzüchtung, zum Ausdruck, die in erster Linie den Kolben- bzw. Korn-ertrag gefördert hat, weniger jedoch den Restpflanzenertrag. Es wurde vielmehr Restpflanzenmasse durch Kolben gleichsam ersetzt. Beide Kurven sind nicht linear, d. h., daß sich der züchterische Fortschritt in den letzten 10 Jahren verlangsamt hat. Die starke Abflachung bei der Gesamttrockenmasse dürfte eine Folge der zufälligen Jahreseffekte und der zunehmenden späteren Ernte bei Silomais sein, die den Restpflanzen- und damit den Gesamttrockenmasseertrag stärker beeinflußt. Die jeweiligen Regressionskoeffizienten sind erstaunlich konstant für langjährige Versuchsserien an guten und mittleren Standorten, sowohl bei Körner- als auch bei Silomais.

Abb. 1 Ertragsentwicklung bei Silomais



Bei einer Umrechnung des Gesamttrockenmasseertrages über den prozentualen Kolbenanteil nach v. Rosenstiel läßt sich ein mittlerer jährlicher Ertragsanstieg von 124 kStE/ha errechnen. Diese Nährstoffe werden in der Bullenmast für die Produktion von 0,5 dt Gewichtszunahme aus Maissilage benötigt.

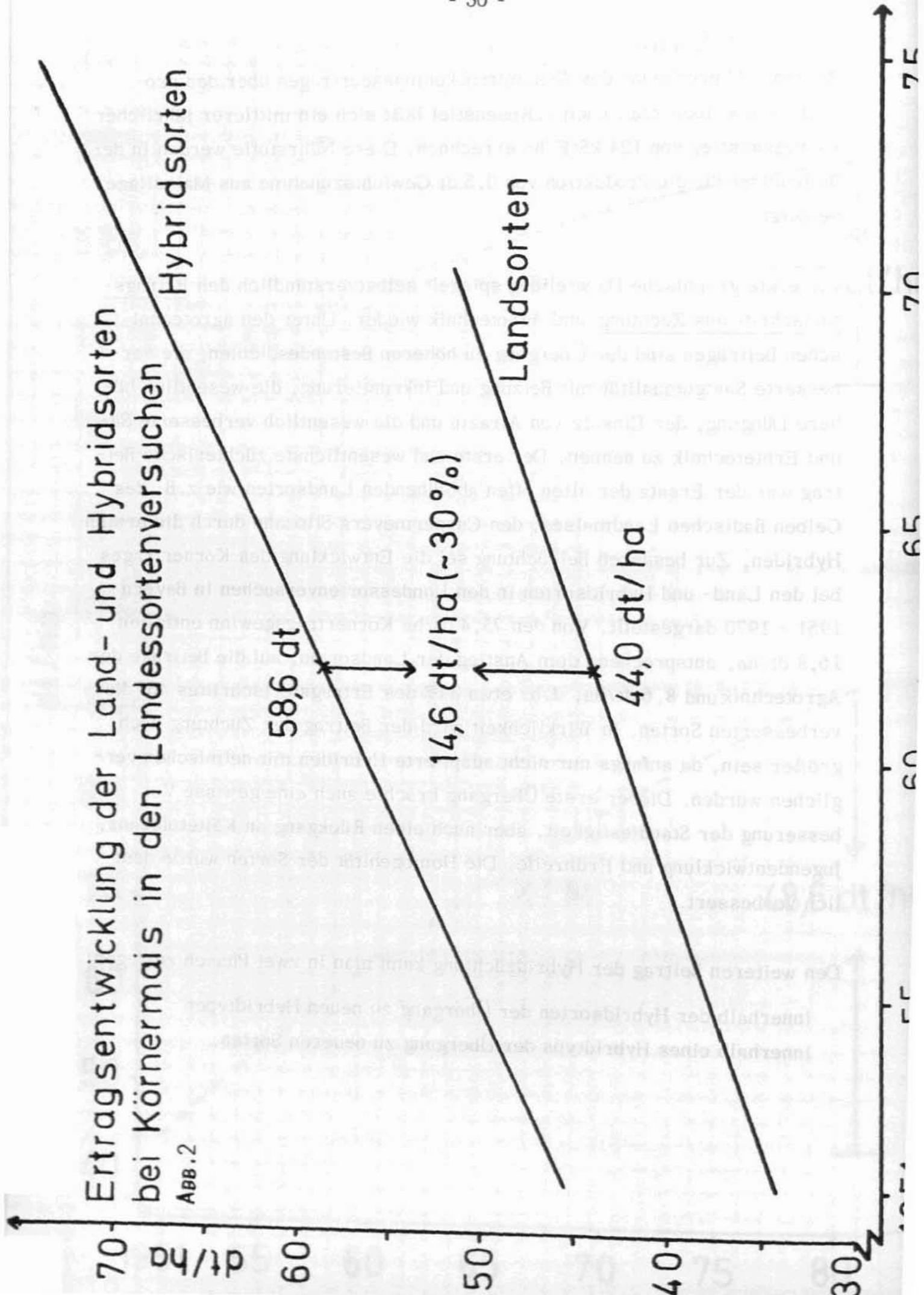
Die erste graphische Darstellung spiegelt selbstverständlich den Ertragsfortschritt aus Züchtung und Agrotechnik wieder. Unter den agrotechnischen Beiträgen sind der Übergang zu höheren Bestandesdichten, die verbesserte Saatgutqualität mit Beizung und Inkrustierung, die wesentlich höhere Düngung, der Einsatz von Atrazin und die wesentlich verbesserte Sä- und Erntetechnik zu nennen. Der erste und wesentlichste züchterische Beitrag war der Ersatz der alten offen abblühenden Landsorten wie z.B. des Gelben Badischen Landmaises, des Caspermeyers Silozahn durch die ersten Hybriden. Zur besseren Beleuchtung sei die Entwicklung des Kornertrages bei den Land- und Hybridsorten in den Landessortenversuchen in Bayern 1951 - 1970 dargestellt. Von den 25,4 dt/ha Kornertragsgewinn entfallen 16,8 dt/ha, entsprechend dem Anstieg der Landsorten, auf die Beiträge der Agrotechnik und 8,6 dt/ha, d.h. etwa 34% des Ertragsfortschrittes auf die verbesserten Sorten. In Wirklichkeit wird der Beitrag der Züchtung noch größer sein, da anfangs nur nicht adaptierte Hybriden mit heimischen verglichen wurden. Dieser erste Übergang brachte auch eine gewisse Verbesserung der Standfestigkeit, aber auch einen Rückgang an Kältetoleranz, Jugendentwicklung und Frühreife. Die Homogenität der Sorten wurde deutlich verbessert.

Den weiteren Beitrag der Hybridzüchtung kann man in zwei Phasen zerlegen:

- innerhalb der Hybridsorten der Übergang zu neuen Hybridtypen
- innerhalb eines Hybridtyps der Übergang zu neueren Sorten.

Ertragsentwicklung der Land- und Hybridsorten bei Körnermais in den Landessortenversuchen

Abb. 2



Die ersten Hybridtypen waren Kreuzungen der Landsorten mit amerikanischen Zahnmaiseinfachkreuzungen (Topcrosshybriden). Ihnen folgten die Doppel- (Kreuzungen aus 4 Inzuchtlinien), Dreiweg- (3 Inzuchtlinien) und die Einfachhybriden (2 Inzuchtlinien). Diese Hybridtypen unterscheiden sich in ihrem morphologischen Aussehen durch eine zunehmende Uniformität von der Topcross- über die Doppel- und Dreiweg- hin zur Einfachhybride. Die Ertragsschwankungen bei Körner- und Silomaisnutzung nehmen allerdings zu wie die Homogenität innerhalb des Hybridtyps abnimmt. Homogenität innerhalb einer Sorte ist von Bedeutung, insbesondere bei Körnernutzung wie z.B. bei den Merkmalen Kolbenhöhe, Kolbenstiellänge, Kolbenstellung und gleichmäßige Abreife innerhalb eines Bestandes. Bei Silomaisnutzung treten diese Vorzüge wesentlich stärker in den Hintergrund. Ertragsstabilität bei dem Grenzlagencharakter des Maisanbaues in der BRD ist aber ein wesentliches Kriterium für die Auswahl des Hybridtyps.

Der prozentuale Anteil der vier Hybridtypen und der Landsorten zur Summe aus den jeweils zugelassenen mittelfrühen und mittelspäten Sorten, kann aus Tabelle 1 ersehen werden (für die Jahre 1964 bis 1981). Die Landsorten und Topcrosshybriden sind heute de facto verschwunden. Die Doppelhybriden stellten 1964 zunächst ein Viertel aller Hybriden. Ihr Anteil stieg auf zwei Drittel in den Jahren 1971 - 1975 an und fiel dann wieder auf etwa ein Viertel zurück. Die Dreiweghybriden können von 1970 an in einem kontinuierlichen Anstieg beinahe zwei Drittel aller eingetragenen Sorten einnehmen. Die Einfachhybriden dehnten sich ab 1973 kurzfristig auf ein Fünftel aus und fielen nun wiederum sehr stark zurück.

Die Ablösung der Topcrosshybriden durch die Doppelhybriden brachte einen Fortschritt an Ertrag, Standfestigkeit und Ausgeglichenheit, die bei jeder Nutzungsrichtung wünschenswert ist. Aus den Landessortenversuchen läßt sich für die mittelfrühen Sorten ein Ertragsfortschritt von 2,3 dt/ha

TAB. 1 ENTWICKLUNG DES HYBRIDTYPUS BEI MAIS

(IN % ALLER ZUGEL. MFR. U. MSP. SORTEN)

JAHR	OFFEN BE- STÄUBTE SORTEN	TOPCROSS- HYBRIDE	DOPPEL- HYBRIDE	DREIWEG- HYBRIDE	EINFACH- HYBRIDE	ANZAHL ZUGEL. SORTEN
1964	28.6	47.6	23.8			21
66	21.7	39.1	39.1			23
68	5.3	47.4	47.3			19
70	4.2	33.3	58.3	4.2		24
72	3.8	26.9	65.4	3.8		26
74	3.2	19.4	64.5	9.7	3.2	31
77	2.8	2.8	44.4	30.6	19.4	36
79	2.6	-	39.5	47.4	10.5	38
80	2.4	-	29.3	61.0	7.3	41
81	2.4	-	29.3	61.0	7.3	42

(1955 - 1971) und für die mittelspäten Sorten von 3,7 dt/ha (1960 - 1973) errechnen. Der Übergang zu den Dreiweghybriden kann wohl kaum als Fortschritt an Ertrag, Standfestigkeit und Frühreife nachgewiesen werden. Dieser Effekt des Hybridtypes ist stark vermengt mit den allgemeinen Sorteneffekten. Die zunehmende Homogenität hat sicherlich noch keine Depression der Ertragsstabilität zur Folge gehabt; sie war lediglich wünschenswert für den Körnermaisbau. Die Einfachhybriden, die im praktischen Anbau nie nennenswerten Eingang finden konnten, zeigen hohe Ertragsschwankungen. Die hohen Anforderungen an die Saatgutqualität, die in der BRD gestellt werden, können kaum mit langfristiger Sicherheit erfüllt werden, der Saatgutpreis und der unpassende Verkaufsmodus nach Gewicht sind ein weiteres Hindernis. Im mittelspäten Reifebereich ist dieser Hybridtyp eher denkbar, als im mittelfrühen oder gar im frühen Bereich.

Die Fortschritte in der Züchtung auf Frühreife sollen mit Tabelle 2 beleuchtet werden, in der die eingetragenen Sorten nach FAO-Zahl von 1964 bis 1981 aufgegliedert sind. Danach ist es der Züchtung nur sehr beschränkt gelungen, Sorten mit FAO 190 und 200 stärker bis zur Eintragung in die Sortenliste voranzubringen. Die Probleme der Standfestigkeit, Stengelfäuleanfälligkeit und des Ertragsniveaus verglichen mit den Sorten 210/220 sind sehr groß und konnten nicht befriedigend gelöst werden. Hingegen konnten die Sorten mit FAO 210/220 in den letzten 5 Jahren stärker ausgebaut werden und zu einem guten Ertragsniveau bei Körner- und insbesondere bei Silonutzung geführt werden. Allerdings mußte eine stärkere Anfälligkeit für Wurzellager toleriert werden. Sorten mit FAO 230/240 hatten einen hohen Anteil von 1964 an und konnten diesen fast ganz behaupten. Insgesamt konnten die mittelfrühen Sorten ihren prozentualen Anteil an allen zugelassenen Sorten halten, in den letzten 3 Jahren sogar ausbauen.

Von den mittelspäten Sorten hatten die FAO-Zahlen 250 mit 270 keine Be-

TAB. 2 EINGETRAGENE SORTEN NACH FAO-ZAHL UND JAHR

FAO-ZAHL	64	66	68	70	72	74	77	79	81
190	3	3	0	0	0	1	1	1	1
200	0	0	0	0	0	0	2	1	1
210	0	1	1	1	1	2	4	4	4
220	1	0	1	1	1	2	1	2	2
230	3	3	3	4	5	5	7	7	6
240	4	5	5	5	4	4	3	5	6
250	2	1	1	2	1	1	3	4	6
260	1	1	0	0	1	1	0	1	1
270	0	0	0	0	0	3	4	5	6
280	6	8	8	7	7	7	5	3	3
290	1	1	1	4	6	5	6	6	6
	21	23	20	24	26	29	36	39	42

deutung. Erst in den letzten 5 Jahren hat sich bei FAO 250 und 270 ein Schwerpunkt gebildet, der wohl mehr als zufällig zu werten ist. Die FAO-Zahlen 280 und 290 waren und sind derzeit noch ein wesentlicher Schwerpunkt.

Wichtiger und interessanter ist die Verbreitung im praktischen Anbau. Nach Tabelle 3 und Zscheischler (1979) ist der Anteil der mittelfrühen Sorten, gemessen am importierten Saatgut, von 21 % im Jahr 1965 auf 82,7 % im Mittel der Jahre 1979/80 und 1980/81 angestiegen. Der Anteil an der tatsächlichen Aussaat dürfte sich noch etwas erhöhen, da in Baden vorrangig mittelfrühe Sorten vermehrt werden. Kontinuierlich sind die mittelspäten Sorten von 41 % auf 11-14 % zurückgegangen (innerhalb von 10 Jahren), die späten Sorten sogar von 11 % auf 1 %. Innerhalb der mittelfrühen Sorten ist derzeit ein Trend zu erkennen zu den Sorten mit FAO 210/220. Diese enorme Verschiebung in der Anbaubedeutung der Sorten nach der Reife ist zweifelsohne die beste Dokumentation des züchterischen Erfolges bei den mittelfrühen Sorten.

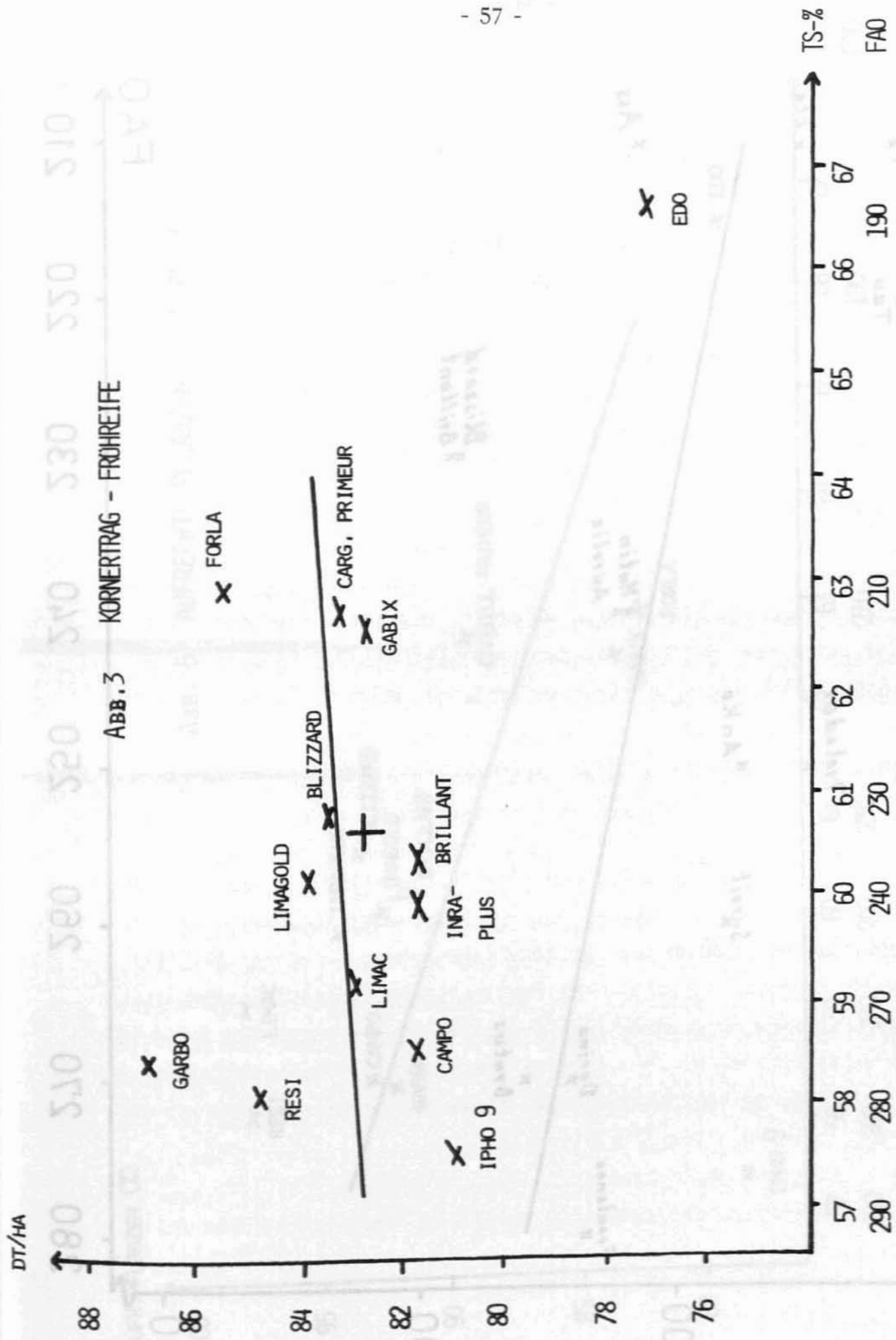
Der Fortschritt in der Standfestigkeit ist mit Zahlen anhand der Ergebnisse aus den Sortenversuchen kaum zu dokumentieren. Zweifelsohne bezeugt die Anbaubedeutung der mittelfrühen Sorten Fortschritte in Stengelfäuletoleranz und Stengelbruch. Es wurde aber auch etwa mit Wurzellager erkauft. Züchterisch wurde die Standfestigkeit der mittelfrühen Sorten sicherlich stark verbessert. Im breiten Praxisanbau kommt dies zu wenig zum Ausdruck, da zur Erhöhung des Ertragspotentials die Bestandesdichte um etwa 50 % erhöht wurde.

2. Derzeitiger Leistungsstand der Sorten

Den derzeitigen Leistungsstand bei Körner- und Silomais spiegeln die graphischen Darstellungen 3 bis 5 wieder. Dazu wurden die mehrjährigen

TAB. 3 IMPORTIERTER SAATMAIS IN ABHÄNGIGKEIT VON REIFEGRUPPE IN %

JAHR	REIFEGRUPPE			IMPORTIERTER SAATMAIS IN T
	MITTELFRÜH	MITTELSPÄT	SPÄT	
1971/72	48.7	40.5	10.8	19 979
1976/77	70.5	23.3	6.2	23 615
1977/78	78.0	16.6	5.4	26 705
1978/79	85.4	10.7	3.9	26 086
1979/80	84.8	13.7	1.2	24 581
1980/81	80.6	16.2	1.1	29 218



VERBODEN TOEGANG TOT DEZE AFBEELDING

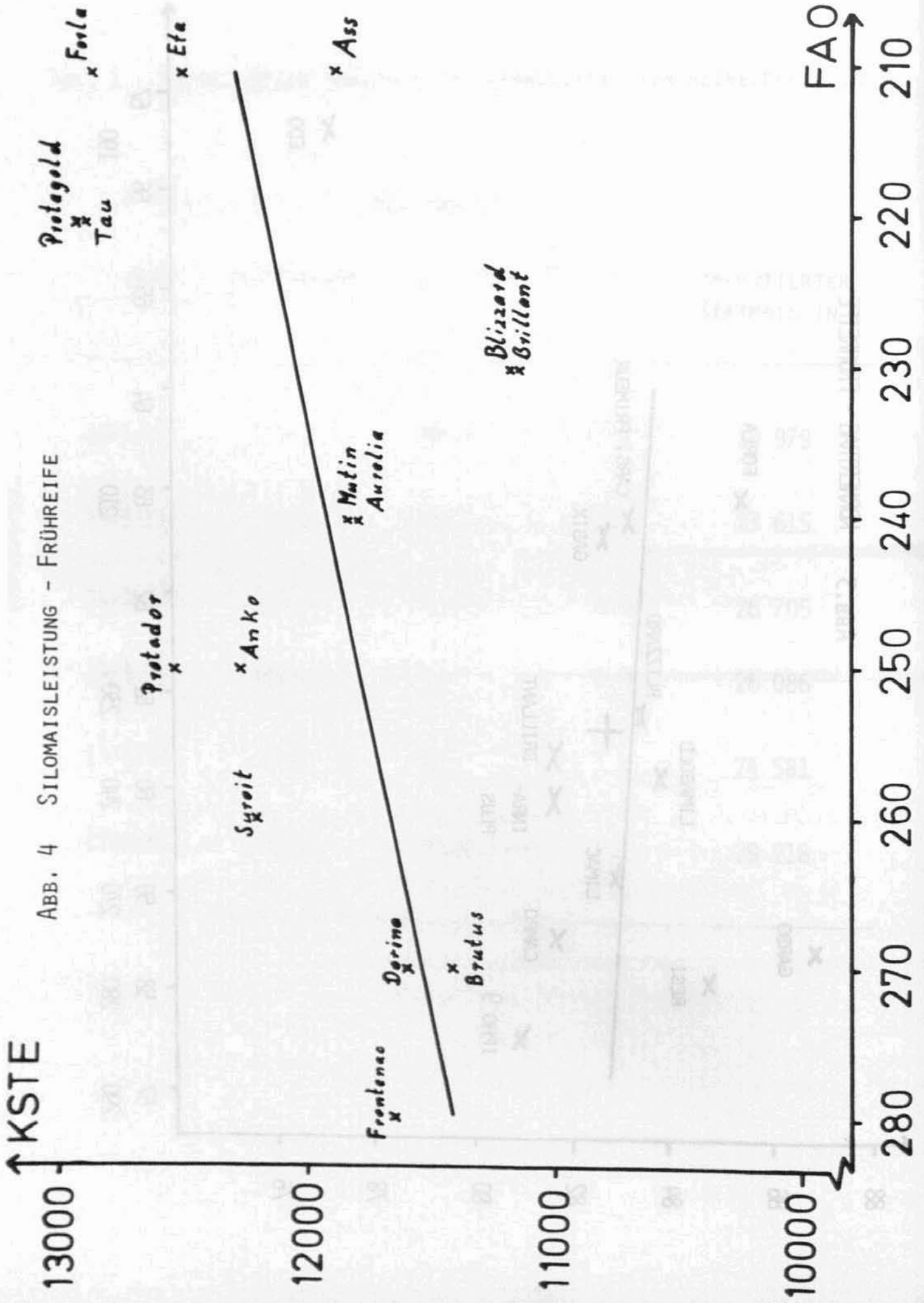
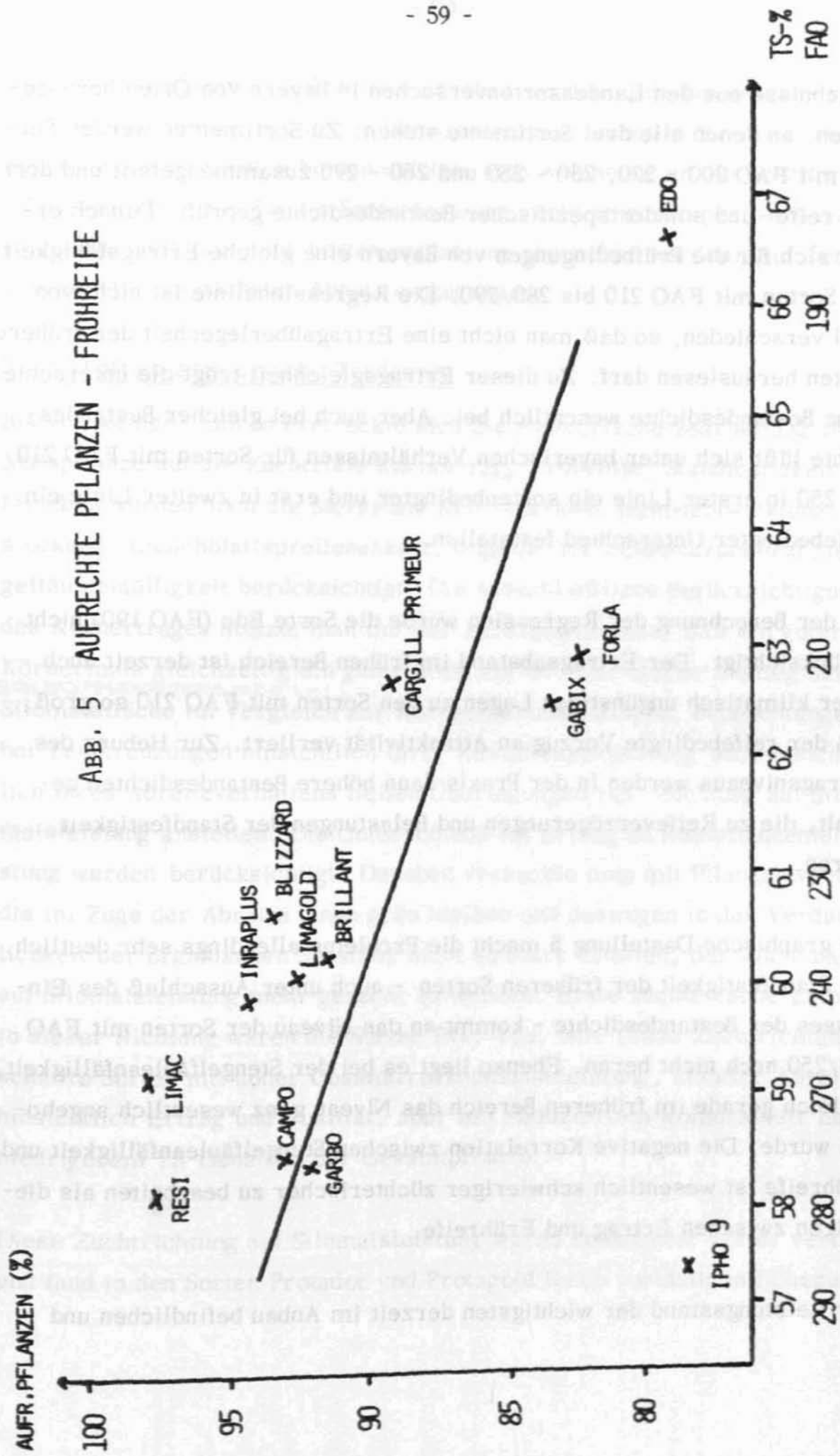


ABB. 4 SILOMAISLEISTUNG - FRÜHREIFE

ABB. 5 AUFRECHTE PFLANZEN - FROHREIFE



Ergebnisse aus den Landessortenversuchen in Bayern von Orten herangezogen, an denen alle drei Sortimenten stehen. Zu Sortimenten werden Sorten mit FAO 200 - 220, 230 - 250 und 260 - 290 zusammengefaßt und dort mit reife- und standortspezifischer Bestandesdichte geprüft. Danach ergibt sich für die Prüfbedingungen von Bayern eine gleiche Ertragsfähigkeit für Sorten mit FAO 210 bis 280/290. Die Regressionslinie ist nicht von Null verschieden, so daß man nicht eine Ertragsüberlegenheit der früheren Sorten herauslesen darf. Zu dieser Ertragsgleichheit trägt die unterschiedliche Bestandesdichte wesentlich bei. Aber auch bei gleicher Bestandesdichte läßt sich unter bayerischen Verhältnissen für Sorten mit FAO 210 bis 250 in erster Linie ein sortenbedingter und erst in zweiter Linie ein reifebedingter Unterschied feststellen.

Bei der Berechnung der Regression wurde die Sorte Edo (FAO 190) nicht berücksichtigt. Der Ertragsabstand im frühen Bereich ist derzeit auch unter klimatisch ungünstigen Lagen zu den Sorten mit FAO 210 so groß, daß der reifebedingte Vorzug an Attraktivität verliert. Zur Hebung des Ertragsniveaus werden in der Praxis dann höhere Bestandesdichten gewählt, die zu Reifeverzögerungen und Belastungen der Standfestigkeit führen.

Die graphische Darstellung 5 macht die Probleme allerdings sehr deutlich. Die Standfestigkeit der früheren Sorten - auch unter Ausschluß des Einflusses der Bestandesdichte - kommt an das Niveau der Sorten mit FAO 230/250 noch nicht heran. Ebenso liegt es bei der Stengelfäuleanfälligkeit, obgleich gerade im früheren Bereich das Niveau ganz wesentlich angehoben wurde. Die negative Korrelation zwischen Stengelfäuleanfälligkeit und Frühreife ist wesentlich schwieriger züchterischer zu bearbeiten als diejenigen zwischen Ertrag und Frühreife.

Der Leistungsstand der wichtigsten derzeit im Anbau befindlichen und

neueren Sorten kann aus Tabelle 4 ersehen werden. Für die Beschreibung wurden die Ergebnisse aus den Landessortenversuchen in Bayern herangezogen. Bei den neuesten Sorten erfolgte eine Anlehnung an die beschriebene Sortenliste 1981. Da die Sortenberatung recht standortspezifisch zu sehen ist, soll von einer Sortenempfehlung abgesehen werden. Auf Tendenzen wird im nächsten Absatz eingegangen.

3. Zukünftige züchterische Tendenzen

Bis vor wenigen Jahren erstreckte sich die züchterische Bearbeitung der Maispflanze auf die Zuchtziele Kornertrag, Frühreife, Standfestigkeit. Daneben wurden noch die Merkmale Kältetoleranz, Jugendentwicklung, Bestockung, Lieschblattspreitenansatz, allgemeiner Feldeindruck und Stengelfäuleanfälligkeit berücksichtigt. Die ausschließliche Berücksichtigung des Kornertrages stützte man mit der Arbeitshypothese, daß ein guter Körnermais gleichzeitig ein guter Silomais ist. Der starke Anstieg der Silomaisfläche im Vergleich zur Körnermaisanbaufläche, Beobachtungen bei Testkreuzungen hinsichtlich ihrer Restpflanzenleistung und hinsichtlich ihres Abreifeverhaltens ließen Überlegungen zur Züchtung auf Silomaisleistung anstellen. Die Unterschiede im Ertrag an Restpflanzenleistung wurden berücksichtigt. Daneben versuchte man mit Pflanzentypen, die im Zuge der Abreife lange grün bleiben und deswegen in der Verdaulichkeit der organischen Substanz nicht so stark abfallen, der Züchtung auf Silomaisleistung mehr gerecht zu werden. Erste züchterische Erfolge in dieser Richtung waren die Sorten Eta, Tau, Hit. Diese Zuchtrichtung schaffte Sorten mit hoher Gesamttrockenmasseleistung, stabiler Abreife hinsichtlich Ertrag und Qualität, aber mit reduziertem Kolbenanteil und niedrigerem TS-Gehalt in der Gesamtpflanze.

Diese Zuchtrichtung auf Silomaisleistung wurde konsequent weiter verfolgt und fand in den Sorten Protador und Protagold ihren vorläufigen Höhepunkt.

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau
Sachgebiet Mais (PZ 4.3)

TAB. 4 SORTENBESCHREIBUNG MAIS 1981

Sorte	FAO-Zahl	Hybridtyp	Silomaisleistung				Körnermaisleistung		Standfestigkeit	Kälteempfindlichkeit
			Gesamt-trockenmasse	KSTE	Trockenkolbenanteil	TS-Gehalt in Gesamtpflanze	Korn-ertrag	TS - % im Korn		
Hit	200	DW	-	-	+	+	-	+	0	
Ass ^x	210	DW	0	+	+	++	+	0	+	
Cargill Primeur	210	DW	--	--	+	++	-	-	0	
Eta	210	DW	0	0	-	+	--	0	0	
Forla	210	DW	+	++	++	+++	+	--	+	
Protagold ^x	220	DW	++	+	--	0	-	++	+	
Tau	220	DW	++	++	0	+	0	0	+	
(Keo) ^{xx}	220	DW	0	0	0	+	+	++	+	
Balda ^{xx} 1)	230	DW	+	+	-	0	0	0	0	
Blizzard	230	DW	-	-	0	-	-	0	0	
Brillant	230	D	--	--	+	+	0	-	0	
Aurelia	240	DW	0	0	-	-	-	0	-	
Epona	240	DW	--	--	0	0	0	+++	-	
Limagold	240	D	--	--	0	0	0	0	-	

Mutin ^x	240	DW	+	+	0	+	0	+	+	0	+	0	0
Anko ^x	250	DW	++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Inraplus	250	D	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	0
Passat ^{xx}	250	DW	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Protador	250	DW	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Buras LG5	240 ⁺	D	--	--	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Circe ^{xx}	260	D	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Suroit ^x	260	D	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Brutus ^x	270	DW	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Dorina ^x	270	DW	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Frontenac	280	DW	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fromioa	290	DW	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0
(Miris) ^{xx}		DW	---	--	++	++	++	++	++	++	++	++	0

xx) vorläufige Beurteilung, einjährig geprüft

x) vorläufige Beurteilung, zweijährig geprüft

+) nach Beschreibender Sortenliste 1981, S.111

1) in starker Anlehnung an Beschreibende Sortenliste 1981

DW Dreiweghybride

D Doppelhybride

+++ gut bis sehr gut

++ gut

+ mittel bis gut

0 mittel

- mittel bis schlecht

-- schlecht

--- schlecht bis sehr schlecht

Die enorme Restpflanzenleistung mit wesentlich erniedrigtem Kolbenanteil, mit geringerem Kornertragspotential und stärker erniedrigtem TS-Gehalt in der Gesamtpflanze lassen nun erste Zweifel an dieser Zucht-richtung aufkommen. Eine sortentypisch gerechte Bewertung der Restpflanze ist derzeit noch nicht möglich und erschwert damit die objektive Abwägung aller Kriterien. Zukünftig muß nach einer Antwort auf die Frage "um wieviel Prozent darf der Kolbenanteil bei einer lang grün bleibenden Restpflanze sinken?" gesucht werden. Derzeit ist sie noch nicht möglich.

Die zukünftige züchterische Tendenz dürfte dahin gehen, daß an der Zucht-richtung der lange grün bleibenden Restpflanze festgehalten wird, aber eine Abkehr von den massenwüchsigen Typen etwas mehr erfolgt. Zukünftig wird höchster Kornertrag wiederum angestrebt werden bei Körnern mit schneller Wasserabgabe. Allerdings wird dann der Gesamttrockenmasseertrag sicherlich weniger steigen als dies bisher der Fall war. Ein weiterer züchterischer Fortschritt wird erst eintreten, bei lang grün bleibender Restpflanze, höher Kornausreife (in Relation zur Restpflanze) und besserem Wissen um genotypische Unterschiede in der Restpflanze hinsichtlich Futterwert. In Sorten ausgedrückt bedeutet dies eine Kombination von Flora und Protagold.

Aus obigem geht hervor, daß die Züchtung auf Silo- und Kornertragsleistung recht parallel verlaufen wird. Mit der länger grün bleibenden Restpflanze geht nämlich gleichzeitig auch eine höhere Resistenz gegen Stengelfäule einher. Störend wirkt allerdings beim Drusch und Pflücken die grüne Pflanze. Es ist allerdings anzunehmen, daß der konventionelle und neuere Restpflanzentyp nebeneinander bestehen bleiben wird.

Eine spezielle Züchtung auf Corn-Cob-Mix-Eignung ist derzeit nicht in Sicht. Es ist auch schwer vorstellbar. Lediglich Typen mit schwachem

Spindelanteil werden vorzuziehen sein. Die Unterschiede im Rohfasergehalt der Spindel und eventuell des Kornes sind noch wenig untersucht. In den letzten Jahren sind Sorten mit höherem Rohproteingehalt auf den Markt gekommen. Diese züchterische Tendenz wird sich nach der derzeitigen Einschätzung der Lage fortsetzen. In der ersten Phase war es nur eine Erhöhung des Rohproteingehaltes im Kolben, nicht in der Gesamtpflanze. Letztere wird sicherlich auch erreicht werden, wenn obiger Sortentyp bei Silomais realisiert wird. Denn erst dann ist für die Silomaisanbauer ein Fortschritt erzielt.

Arbeiten an der Proteinqualität zur Erhöhung der limitierenden Aminosäuren Lysin und Tryptophan werden derzeit, wenn überhaupt, nur in bescheidenem Umfang durchgeführt.

Aktuelle Probleme zur Düngung und zum Pflanzenschutz im intensiven Maisanbau

von Dr. Stefan Maidl, Leiter der Landwirtschaftlichen Beratungsstelle München der BASF

I. Fragen der Düngung

1. Einleitung

In den maisanbauenden Betrieben wird, ausgenommen die Körnermaisbetriebe, die das Erntegut direkt verkaufen - und diese sind in der Minderzahl - Vieh gehalten. Somit fallen dort meist große Mengen an wirtschaftseigenem Dünger an, die ökonomisch sinnvoll genutzt werden sollen. Der Einsatz wirtschaftseigener Dünger schließt selbstverständlich nicht die Verwendung von Handelsdüngern aus. Beide Düngerarten sollen und können miteinander kombiniert werden.

Fragen und Probleme zum Einsatz von Gülle und Mineräldüngern sollen im folgenden behandelt werden.

2. Grundsätzliches zur Ausbringung der Gülle

So wertvoll die Nährstoffe in der Gülle anzusetzen sind, so schwierig gestaltet sich aber auch die Ausbringung dieses Düngers. Im einzelnen ergeben sich folgende Probleme:

2.1. Strukturschäden

Um die Ausbringung hoher Güllemengen schlagkräftig, d.h. mit niedrigem Arbeitsaufwand bewältigen zu können, wurde in den letzten Jahren das Fassungsvermögen der Güllefässer immer größer. Damit nimmt aber auch das Gesamtgewicht überproportional zu. Dieser Umstand führt bei der Ausbringung, speziell auf nassen Böden, unweigerlich zu einem hohen Bodendruck und damit zu kaum reparablen Strukturschäden.

In den zusammengepreßten Fahrspuren geht das Porenvolumen stark zurück (von 9% auf 2%). Es fehlt dann der Sauerstoff, die Niederschläge werden unzureichend abgeleitet und der Boden erwärmt sich nur langsam. Zudem sinkt der pH-Wert auf 3,5 bis 4,0 ab (Hege, 4, S. 62 ff.). Alles in allem betrachtet, wird die biologische Aktivität des Bodens und damit das Nährstoffnachlieferungsvermögen stark gehemmt. Mangelnde Wurzelentwicklung in Verbindung mit schlechter Nährstoffnachlieferung führen konsequenterweise zu Mindererträgen (Hege, 4, S. 62 ff.). Solche Schäden lassen sich auch durch überhöhte Nährstoffgaben nicht kompensieren. Besonders groß sind diese Probleme in Betrieben mit hohem Maisanteil (mehr als 50% der Ackerfläche) und gleichzeitig einem hohen GV-Besatz (über 3 GV je ha).

2.2. Ungleichmäßige Verteilung der Gülle

Bei Handelsdüngerstreuern wird eine mittlere Abweichung von $\pm 10\%$ bis $\pm 15\%$ toleriert. Größere Schwankungswerte führen zu erheblichen Mindererträgen. Da diese für Handelsdüngerstreuer geforderten Normen von den Güllefässern nur selten erfüllt werden, ist es praktisch unmöglich, bei alleiniger Nährstoffversorgung über die Gülle in den optimalen Ertragsbereich zu gelangen. Zusätzliche Handelsdüngergaben können diese Fehler zwar teilweise kompensieren, aber nicht voll ausgleichen. Wirkungsvoll wären technische Verbesserungen an Güllefässern, wie sie Hoffmann (5, S. 24-26) beschreibt. Hier wird die Gülle über Schleppschläuche verteilt. Die Abweichungen vom Mittelwert betragen hier nur noch $\pm 6\%$. Diese technische Einrichtung erreicht somit äußerst günstige Werte.

2.3. Zeitpunkt der Gülleausbringung

Der Ausnutzungsgrad des Nährstoffs Stickstoff in der Gülle hängt vorrangig vom Zeitpunkt der Ausbringung ab. Die Ausnutzung ist mit 10 bis 15% am geringsten im Winter und am besten mit 70 bis 80% unmittelbar vor der Saat. (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

Die Stickstoffausnutzung in der Gülle in Abhängigkeit vom Ausbringungstermin

Ausbringungstermin	Ausnutzung in Prozent
vor der Saat	70 - 80 %
Herbst	20 - 30 %
Winter	10 - 15 %

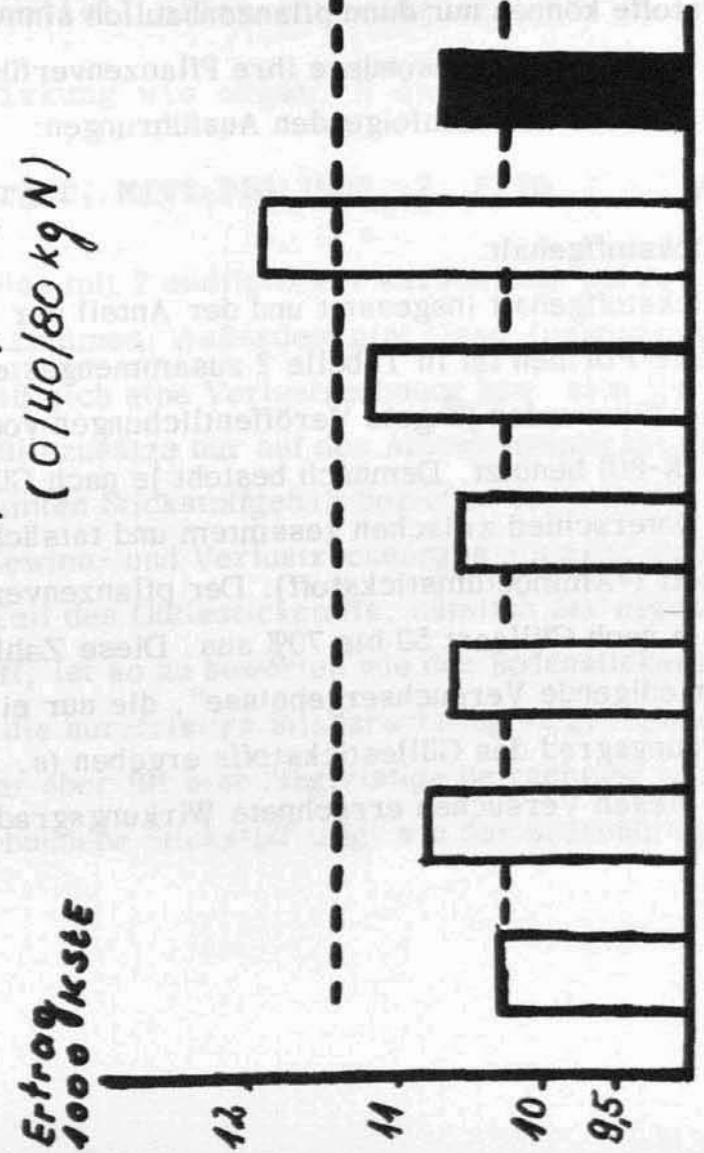
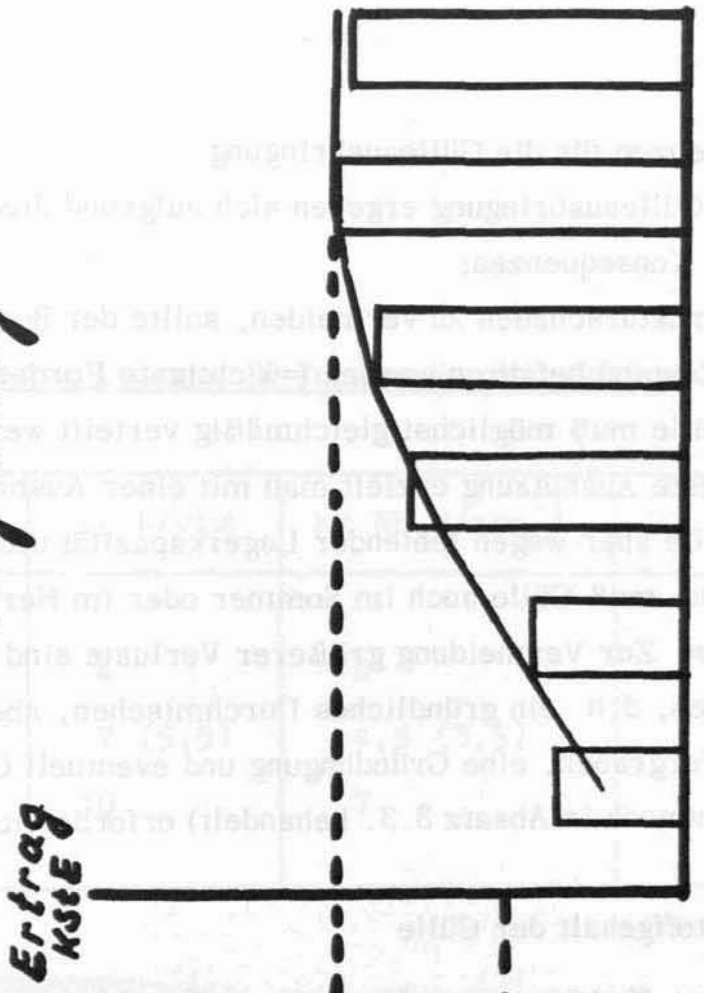
(nach Vetter)

Diese Angaben aus Tabelle 1 finden ihre Bestätigung in Abbildung 1. In dieser Abbildung sind dreijährige Versuchsergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau zusammengestellt (3, S. 43-46). Demnach wurde die beste Verwertung mit 53% erzielt, wenn die Gülle unmittelbar vor der Saat ausgebracht und eingearbeitet wurde. Der Termin nach der Saat fällt auf 10% zurück. Die Herbstdüngung erzielte eine Wirkung von 29%, während im Sommer der Wirkungsgrad zwischen 7 und 14% liegt. Am besten schneidet hier die sofortige Einarbeitung (=Verhinderung von Verdampfungsverlusten bei Ammoniumstickstoff) und am schlechtesten die verspätete Einarbeitung ab. Die relativ schwache Wirkung bei "Gründüngung + Strohdüngung" ist mit der organischen Bindung des Stickstoffes zu erklären. Auf alle Fälle sind hier die N-Verluste niedriger. Sie kommen nur langsamer und damit später (in den folgenden Vegetationsperioden) zur Wirkung.

Gülleversuch - Schmidhausen

Mittel der Jahre 79-81
N-Steigerung

Mittel der Jahre 79-81
" der N-Stufen N₁ - N₃
(0/40/80 kg N)



15 cbm ohne - Sommer - Herbst Frühj. nach
Gülle (Ø N₁ - N₃ + versp. Einarbtg.
mineral.) GD Strohdg.

Gülle-N	14	9	7	29	53	10
Wirkung %						

ANH.: UNTERLASSENE
KALDUNGUNG
LBP - München

2.4. Konsequenzen für die Gülleausbringung

Für die Gülleausbringung ergeben sich aufgrund dieser Erläuterungen folgende Konsequenzen:

- 2.4.1. Um Strukturschäden zu vermeiden, sollte der Boden nur in trockenem Zustand befahren werden (=wichtigste Forderung!).
- 2.4.2. Die Gülle muß möglichst gleichmäßig verteilt werden.
- 2.4.3. Die beste Ausnutzung erzielt man mit einer Ausbringung im Frühjahr. Da aber wegen fehlender Lagerkapazität diese oft nicht möglich ist, muß Gülle auch im Sommer oder im Herbst ausgefahren werden. Zur Vermeidung größerer Verluste sind ein rasches Einarbeiten, d. h. ein gründliches Durchmischen, aber auf alle Fälle kein Vergraben, eine Gründüngung und eventuell Güllezusätze (diese werden noch in Absatz 3.3. behandelt) erforderlich.

3. Der Nährstoffgehalt der Gülle

Die Gullenährstoffe können nur dann pflanzenbaulich sinnvoll eingesetzt werden, wenn ihr Anteil und insbesondere ihre Pflanzenverfügbarkeit richtig bewertet wird. Hierzu die nachfolgenden Ausführungen:

3.1. Stickstoff

3.1.1. Der Stickstoffgehalt

Der Stickstoffgehalt insgesamt und der Anteil der verschiedenen Stickstoff-Formen ist in Tabelle 2 zusammengestellt. Als Grundlage hierfür wurden jüngste Veröffentlichungen von Prof. Amberger (2, S. 78-80) benutzt. Demnach besteht je nach Gülleart ein erheblicher Unterschied zwischen gesamtem und tatsächlich verfügbarem Stickstoff (=Ammoniumstickstoff). Der pflanzenverfügbare Stickstoff macht je nach Gülleart 50 bis 70% aus. Diese Zahlen erklären viele "unbefriedigende Versuchsergebnisse", die nur einen sehr niedrigen Ausnutzungsgrad des Güllestickstoffs ergeben (s. auch Abbildung 1). Der in diesen Versuchen errechnete Wirkungsgrad muß also logi-

Tabelle 2

Der Anteil verschiedener N-Formen in der Gülle

Gülleart	kg N/cbm	kg NH_4N /cbm ¹⁾	kg org.N/cbm ²⁾
Rinder	4	2	2
Schweine	7 (5,5)	4,5 (3,5)	2,50 (2,0)
Hühner	10	7	3

1) $\text{NH}_4\text{-N}$: Potentiell pflanzenverfügbar

2) organ.N: Wirkung wie organ. N des Bodens

Quelle: Amberger, Mitt.DIG 1982, 2, S.78

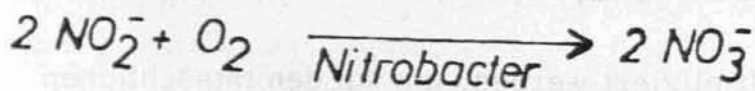
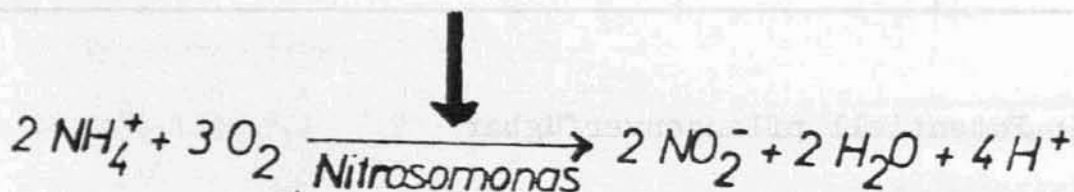
scherweise mit 2 multipliziert werden, um auf den tatsächlichen Wert zu kommen. Außerdem gibt diese Zusammenstellung den Hinweis, daß sich eine Verlustrechnung bzw. eine Verlustminderung durch Güllezusätze nur auf den Ammoniumstickstoff, nicht aber auf den gesamten Stickstoffgehalt beziehen darf. Damit erhalten derartige Gewinn- und Verlustrechnungen ein ganz anderes Bild. Der zweite Teil des Güllestickstoffs, nämlich der organisch gebundene Stickstoff, ist so zu bewerten wie der Bodenstickstoff. Er darf also nicht in die kurzfristige Bilanzrechnung aufgenommen werden. Wohl kommt er aber für eine langfristige Betrachtung infrage: der organisch gebundene Stickstoff trägt wie der bodenbürtige Stickstoff zur

Hebung der Bodenfruchtbarkeit bei. Dies zeigen Versuche auf Standorten mit langjähriger Gülledüngung, denn dort wird bereits in den ungedüngten Varianten ein überdurchschnittlich hohes Ertragsniveau erreicht.

3.1.2. Stickstoffverluste

Selbst wenn nur 30 bis 50% des gesamten Güllestickstoffs in die Verlustrechnung einbezogen werden können, so sind Überlegungen, ob derartige Verluste sich vermeiden lassen, sehr wohl angebracht. Dazu einige grundsätzliche Erläuterungen:

Der Ammoniumstickstoff in der Gülle wird je nach Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit mehr oder weniger rasch in Nitratstickstoff umgewandelt. Die Umwandlung läuft nach folgendem Schema ab:



Verluste können sowohl bei Ammoniumstickstoff (insbesondere durch Verdampfung) wie auch bei Nitratstickstoff (Einwaschung, Denitrifikation) auftreten. Diese Verluste lassen sich vermeiden durch:

sofortiges Einarbeiten

Stroh- + Gründüngung (=biologische Bindung des Stickstoffes)

Vermeidung von Strukturschäden (keine Denitrifikationsverluste)

Nitrifikationshemmer.

3.1.3. Nitrifikationshemmer

Als erster Nitrifikationshemmer ist derzeit Didin (= Dicyandiamid), ein Produkt der Süddeutschen Kalkstickstoffwerke, auf den Markt gekommen. Didin enthält 66% Stickstoff. Dieser Gehalt ist bei evtl. Bilanzrechnungen zu berücksichtigen.

Didin hemmt die Entwicklung und die Tätigkeit von Nitrosomonas (siehe 3.1.2.) und verzögert damit die Umwandlung des Ammoniumstickstoffs in Nitratstickstoff. Didin verhindert also Nitratauswaschungsverluste. Die Dauer der Hemmung hängt von der Bodentemperatur und den zugegebenen Mengen ab. Die Wirkungsdauer hält bei einer Bodentemperatur von 15 bis 20 °C ca. 4 Wochen und bei einer Bodentemperatur unter 10 °C ca. 6 - 8 Wochen an. Aufgrund der Wirkungsweise kommt ein Didin-Einsatz vorrangig im Spätherbst und im Frühjahr infrage. Dies bestätigten auch die Versuche der Bayerischen Landesanstalt (siehe Abbildung 2). Auch hier wurden nur im Herbst und Frühjahr Mehrerträge erzielt.

3.2. Phosphorsäure

Ähnlich wie bei Stickstoff ist auch bei der Phosphorsäure nur ein Teil pflanzenverfügbar und somit gleich anzusetzen wie eine voll aufgeschlossene Phosphorsäure in Handelsdüngemitteln (siehe Tabelle 3).

3.3. Kali

Kali wird in der Gülle (siehe Tabelle 4) als gleichwertig mit Düngerkali angesehen. Düngerexperten zweifeln aber, ob diese Unterstellung immer richtig ist, denn Kalizulagen zu Gülle erbringen des öfteren abzusichernde Mehrerträge.

3.4. Kalk

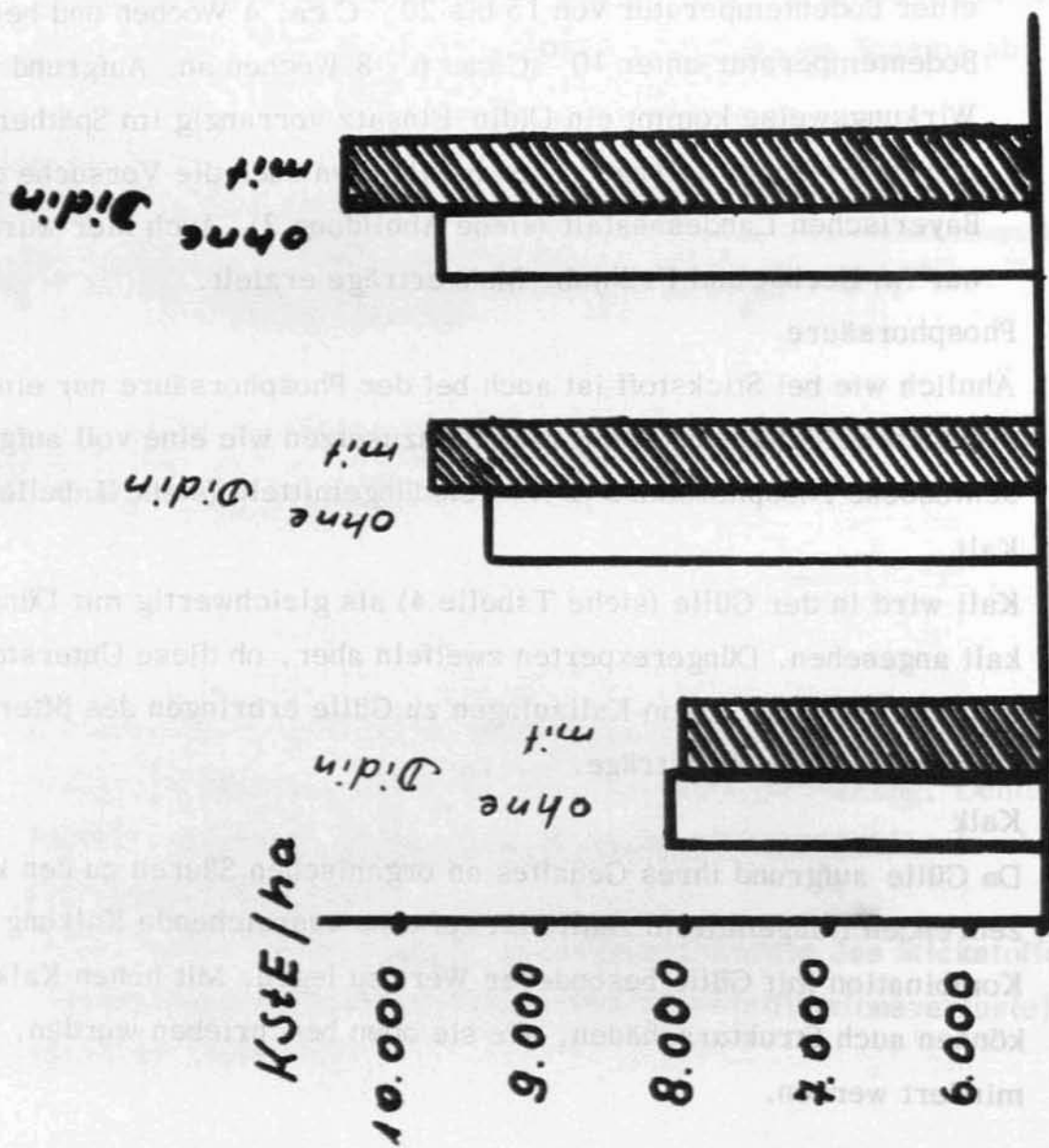
Da Gülle aufgrund ihres Gehaltes an organischen Säuren zu den kalkzehrenden Düngemitteln zählt, ist auf eine ausreichende Kalkung in Kombination mit Gülle besonderer Wert zu legen. Mit hohen Kalkgaben können auch Strukturschäden, wie sie oben beschrieben wurden, vermindert werden.

I

Gülleversuch mit Didin zu Mais

(Puch, Neuhof -

Mittelw. d. E. 1981)



Gülle.

Ausbringung: Sommer Herbst Frühjahr

I.R.D. Mittelw.

Tabelle 3

Der Anteil verschiedener P-Formen in der Gülle

Gülleart	kg P ₂ O ₅ /cbm	kg P ₂ O ₅ /cbm ¹⁾ anorganisch	kg P ₂ O ₅ /cbm organisch
Rinder	2	1,6	0,4
Schweine	5	4,0	1,0
Hühner	8	5,0	3,0

1) Wirkungsgrad = vollaufgeschl.Mineraldünger-Phosphat

Quelle: Amberger, Mitt.DIG 1982, 2, S.78 ff.

Tabelle 4

Der Kaligehalt in der Gülle

Gülleart	kg K ₂ O /cbm	% wasserlöslich	% CaCl ₂ -löslich
Rinder	6	89	98
Schweine	3	83	97
Hühner	5	81	94

Quelle: Amberger, Mitt.DIG 1982, 2, S.78 ff.

3.5. Mineralische Ergänzungsdüngung zur Gülle

Berücksichtigt man also die tatsächlich verfügbaren Pflanzennährstoffe in der Gülle, die von der Nährstoff-Form und bei Stickstoff zusätzlich noch vom Ausbringungstermin abhängig sind, so kann man die zur Gülle erforderliche Ergänzungsdüngung ermitteln. In Tabelle 5 sind in einer Beispielsrechnung die einzelnen Werte zusammengestellt. Demnach ist bei einer Gülleausbringung im Herbst (= 60% N-Verluste) eine mineralische Ergänzungsdüngung von 168 kg N, 96 kg P_2O_5 und 90 kg K_2O je ha erforderlich. Wird die Gülle im Frühjahr ausgebracht und sofort eingearbeitet, so müssen an mineralischen Nährstoffen 120 kg N, 96 kg P_2O_5 und 90 kg K_2O verabreicht werden.

In der Tabelle 6 sind einige Düngerbeispiele für die mineralische Ergänzungsdüngung zusammengestellt. Daraus geht hervor, daß auch mit NPK- und NP-Düngern + Kali-Einzeldünger dem Nährstoffbedarf des Maises angepasste Mengen zugeführt werden können.

4. Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

1. Die Gülle enthält hohe Mengen an den Pflanzennährstoffen Stickstoff, Phosphat und Kali.
2. Durch sinnvollen Einsatz kommen die pflanzenverfügbaren Anteile dieser Nährstoffe voll zur Wirkung.
3. Wichtig ist allerdings die Pflanzenverfügbarkeit exakt zu beurteilen. Neuere Untersuchungen von AMBERGER zeigen, daß nur ein Teil des Stickstoffs und der Phosphorsäure in der Gülle als voll wirksam eingesetzt werden können.
4. Über Güllezusätze lassen sich Stickstoffverluste vermeiden.
5. Zur optimalen Nährstoffversorgung des Maises reicht die Gülledüngung oftmals nicht aus. Erst eine mineralische Ergänzungsdüngung mit Handelsdüngern erlaubt das Ertragspotential des Maises voll auszuschöpfen.

Tabelle 5 Düngungsbeispiel für Silomais - Ermittlung der Reinnährstoffmengen
 (Rindergülle + Mineraldüngung)

Annahmen	kg/ha Reinnährstoffe		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Entzug	220	100	280
2. Nachlieferung aus dem Boden	60	-	-
3. Theoretischer Bedarf	160	100	280
4. Ausnutzungsgrad	80%	60%	80%
5. Tatsächlicher Bedarf	200	160	350
40 cbm/ha Gülle im Herbst (60% N-Verluste)	32	64	240
erforderliche Mineraldüngung	168	96	90
40 cbm/ha Gülle im Frühjahr	80	64	240
erforderliche Mineraldüngung	120	96	90

Tabelle 6

Düngungsbeispiel für Silomais - Vorschläge für Düngungssysteme

<u>Gülleausbringung im Herbst</u>				
mineralische Ergänzungsdüngung		96	96	90
<u>Zufuhr</u>		168		
6,4 dt/ha NPK 15+15+15	96	96	96	96
2,8 dt/ha KAS	72			
oder				
4,8 dt/ha NP 20+20+0	96	96	96	0
2,8 dt/ha KAS	72	0	0	0
2,5 dt/ha Kali 40%	0	0	0	90
<u>Gülleausbringung im Frühjahr</u>				
mineralische Ergänzungsdüngung		120	96	90
<u>Zufuhr</u>		120	120	120
8,0 dt/ha NPK 15+15+15	120	120	120	120
oder				
6,0 dt/ha NP 20+20+0	120	120	120	0
2,5 dt/ha Kali 40%	0	0	0	90

Literatur DÜNGUNG

1. Amberger, A.: Möglichkeiten des Einsatzes von Dicyandiamid als Nitrifikationshemmstoff in der Pflanzenproduktion. AID-Informationen, 30. Jahrgang, Nr. 26 18.12.81
2. Amberger, A.: Gülle - ein schlecht genutzter Dünger. Mitteilungen der DLG, H.2, 1982, S. 78 - 80
3. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-München: Versuchsergebnisse 1981 - Gülle-Siedlungsabfälle - Agrotherm - Bodenerosion
4. Hege, U.: Macht der Mais unsere Böden kaputt? top agrar, H. 3 1982, S. 62 - 65
5. Hoffmann, H.: Mais, ein guter und umweltfreundlicher Güllerverwerter. Mais-Zeitschrift über Forschung, Produktionstechnik und Ökonomik, H. 2, 1982, S.24 - 26
6. Ruhrstickstoff Aktiengesellschaft Bochum. Faustzahlen für die Landwirtschaft 9. Auflage 1980, S 207 - 227

II. Unkraut- und Ungrasbekämpfung in Mais

1. Einleitung

Der Mais verdankt seine große Flächenausdehnung nicht zuletzt der relativ problemlosen Unkrautbekämpfung mit Gesaprim (Atrazin), denn dieses Produkt ist bereits seit 20 Jahren, also schon von Beginn des "Maisbooms" an, auf dem Markt. Auch heute zählt Gesaprim noch zum Standard in der Unkrautbekämpfung, sei es als Einzelprodukt oder als Mischpartner mit anderen Wirkstoffen. Daß es natürlich bei alleiniger Anwendung eines einzogen Wirkstoffes über mehrere Rotationen in der Fruchtfolge hinweg zu Problemen kommen muß, ist verständlich, wenn noch dazu die behandelte Frucht, in unserem Falle der Mais, einen hohen Flächenanteil einnimmt. Diese Probleme können sich ergeben in der Selektion von Unkräutern oder Ungräsern, die der eingesetzte Wirkstoff nur unvollständig oder gar nicht erfaßt oder aber in der Auslese widerstandsfähiger Biotypen.

Deshalb soll nachfolgend neben den allgemeinen Fragen den "Problemen" der Unkraut- und Ungrasbekämpfung ein breiterer Platz eingeräumt werden.

2. Die Bekämpfung der Samenunkräuter

2.1. Der Einsatz von Gesaprim - Atrazin

Gesaprim ist, wie erwähnt, auch heute noch das Standardprodukt in der Unkrautbekämpfung in Mais. Nähere Einzelheiten über dieses Präparat können aus Tabelle 1 entnommen werden.

2.2. Kombinationsprodukte aus Atrazin + Ätzmittel (siehe Tabelle 2).

Diese Mittelgruppe kommt ausschließlich für die Nachauflaufanwendung infrage. Aufgrund des niedrigen Wirkstoffgehaltes an Atrazin treten keine Nachbauprobleme auf. Hinsichtlich der Pflanzenverträglichkeit bestehen jedoch graduelle Unterschiede: als besonders verträglich haben sich Laddok und die Kombination aus Lentagran + Atrazin erwiesen. Allen Produkten ist eigen, daß sie auch Atrazin-resistente Bio-

Tabelle 1

Unkraut- und Ungrasbekämpfung in Mais mit Gesaprim - Atrazin

<u>Unkraut Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
Samenunkräuter und Flughäfer	Gesaprim (Atrazin 50%)	2,0 l	VSE	bei Frühjahrstrockenheit speziell auch gegen Flughäfer und Klettenlabkraut - nicht bei Humus- gehalt über 3,5% feuchter, feinkrümeliger Boden
	" "	1,5 l 2,0 l	VA NA	

Tabelle 2

Unkrautbekämpfung in Mais im Nachauflauf mit Kombinationsprodukten

<u>Unkraut Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
Samenunkräuter	Fanoprim	3,5 l	NA	insbesondere in Trockengebieten, keine Nachbaubeschränkung; auch gegen Klettenlabkraut, Melde, Amaranth, Schwarzer Nacht- schatten, einschl. atrazinre- sistente Biotypen
	Mais-Certrol	1,5 kg	NA	
	Laddok	4,0 l	NA	
	Lentagran + Atrazin	1,5 kg 1,5 l)	NA	

typen von Melde, Nachtschatten, Amarant und Franzosenkraut erfassen.

KEES hat über diesen Problembereich in einigen Publikationen aus jüngster Zeit ausführlich berichtet. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengestellt. (3, S. 657 - 668)

Abschließend noch ein Wort zu den Resistenzerscheinungen: insgesamt sind sie bisher nur relativ selten zu beobachten, so daß kein Anlaß zur Dramatisierung besteht.

2.3. Bekämpfung von Hirsen und Samenunkräutern

Je nach Produkt kommen als Anwendungstermin die Vorsaateinarbeitung, die Vorauf- oder die Nachaufanwendung infrage.

Details zu den jeweiligen Verfahren finden Sie in Tabelle 4.

2.4. Die Bekämpfung von Hühnerhirse und Samenunkräutern

Während bei den eben beschriebenen Verfahren alle Hirsearten erfaßt werden, reicht bei alleinigem Auftreten von Hühnerhirse die Tankmischung bzw. das Fertigprodukt aus Atrazin + Paraffinöl (siehe Tabelle 5).

2.5. Hirsen

Bei starkem Auftreten von Hirsen reicht aufgrund des Keimverhaltens dieses Ungrases oft eine einmalige Behandlung mit wirksamen Mitteln nicht aus. Dies gilt insbesondere für humusreiche Böden. In solchen Fällen empfiehlt sich dann eine Unterblattspritzung ab 40 cm Wuchshöhe des Maises mit Igran-Terbutryn in einer Aufwandmenge von 3-4 l/ha (siehe Tabelle 6).

2.6. Quecken

Die möglichen Verfahren der Queckenbekämpfung sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Hierzu noch einige Erläuterungen: Bei Atrazin-Anwendung im Herbst ist auf alle Fälle die empfohlene Aufwandmenge genau einzuhalten. Besonders kritisch wäre eine zusätzliche Atrazin-

Tabelle 3

Resistenzerscheinungen gegen Atrazin bei Samenunkräutern in Mais (Bayern 1975 - 1981)

<u>Unkraut</u>	<u>Ort</u>	<u>Bodenart</u>	<u>Fruchtfolge</u>	<u>Resistenz</u>		<u>Herbizide</u>	
				<u>seit</u>	<u>unwirksam</u>	<u>wirksam</u>	<u>wirksam</u>
Schwarzer Nachtschatten (<i>Solanum nigrum</i>)	Stauffendorf (Deggendorf)	humoser, sandiger Lehm	bis 1963 Grün- land, ab 1963 je- des 3. Jahr Mais	1975	Atrazin Aquinol Primextra	Faneron Aretit Reglone Igran 500 fl	
Vogelmiere (<i>Stellaria media</i>)	Diemannskirchen (Landshut)	sandiger Lehm	seit 1969 Daueran- bau von Mais	1975	Atrazin	Faneron Aquinol Tribunil	
Weisser Gänsefuß (<i>Chenopodium album</i>)	Nettershausen (Krumbach) Schwarzenau (Kitzingen) Schlüterhof (Freising)	humoser, lehmgiger Sand schwach lehmi- ger Sand schwach humoser, sandiger Lehm	bis 1971 Grünland, dann Mais u. Getreide im jährl. Wechsel seit 1969 Daueran- bau von Mais seit 1972 Daueran- bau von Mais	1976/78 1977/79 1977/78	Atrazin Atrazin Atrazin	2, 4 D Fanoprim Lentagran Fanoprim Mais-Certrol Primextra	
Spreizende Melde (<i>Atriplex patula</i>)	Schlüterhof (Freising)	schwach humoser, sandiger Lehm	seit 1972 Daueran- bau von Mais	1977/78	Atrazin	Fanoprim Mais-Certrol Primextra	
Feigenblättriger Gänse- fuß (<i>Chenopodium ficifolium</i>)	Schlüterhof (Freising)	schwach humoser, sandiger Lehm	seit 1972 Daueran- bau von Mais	1977/78	Atrazin	Fanoprim Mais-Certrol Primextra	
Franzosenkraut (<i>Galinsoga ciliata</i>)	Eichenried (Erding)	Moorboden	seit 1975 Daueran- bau von Mais	1979/80	Atrazin Igran 500 fl	Faneron Lentagran Basagran Aretit	

Tabelle 4

Die Bekämpfung von Hirsen und Samenunkräutern

<u>Unkraut Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
Hirsen und Samenunkräuter	Eradicane + Atrazin	5,0 l + 1,5-2,0 l	VSE (NA)	unmittelbar nach der Spritzung 5-8 cm tief einarbeiten; auf humusreichen Böden Atrazin im NA
	Sutan + Atrazin	5,0 l + 1,0 l	VSE (NA)	
	Primextra	5,0-6,0 l	VA/NA	kurz vor bis nach dem Auflaufen des Maises - bei feuchtem Wetter: bis 1/2-Blattstadium der Hirse
	Aquinol 80	3,0-4,0 l	VA/NA	kurz vor dem Auflaufen bis zum Spitzen des Maises - NA: Vorsicht bei niedrigen Temperaturen und ge- schwächten Beständen!
	Stomp + Atrazin	5,0 l 2,0 l	VA	bis 10 Tage nach der Saat - auch gegen Klettenlabkraut und atrazinresistente Melden

Tabelle 5

Die Bekämpfung von Hühnerhirsen und Samenunkräutern

<u>Unkraut Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
Hühnerhirse und Samenunkräuter	Oleo-Gesaprim Atrazin + Oleo 11 E	6,0-8,0 l 2,0-3,0 l 5,0-6,0 l	NA: "2-4- Blatt- stadium der Hirse"	H ₂ O: 250 - 300 l - Moorböden höhere Menge - Nebenwirkung gegen Quecke - Vorsicht bei hohem Tempera- turen - sicher gegen: Flughafer und Klettenlabkraut

Tabelle 6

Die Bekämpfung von Hirsen

<u>Unkraut</u> <u>Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
Hirsen	Igran 500 flüssig Terbutryn 500 flüssig	3,0-4,0 l 3,0-4,0 l	NA	ab 40 cm Maishöhe; Unterblattspritzung nach vorhergehender allgemeiner Unkrautbekämpfung

Tabelle 7

Die Bekämpfung von Quecken

<u>Unkraut Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
<u>Quecke</u>	Gesaprim + Atrazin	8,0 l	Herbst	bis Ende Oktober auf Herbst- tieffurche - auch gegen: Klet- tenlabkraut und Flughäfer; Nachbau: W.-Weizen, S.-Weizen, S.-Gerste, Ackerbohnen, Kartoffeln
	Gesaprim + Atrazin	8,0 l (2x 4,0 l) (Plus Öl)	NA	10 - 15 cm Höhe der Quecken; nur Maisnachbau (Nordeutschland: nicht befriedigend)
	Eradicane	8,0 l	VSE	Rhizome zerkleinern
	Roundup	5,0 l	Frühjahr	2-3 Wochen vor der Saat

Spritzung im folgenden Frühjahr nach der Saat. In der Folgefrucht Winterweizen könnte es dann bei ungünstiger Witterungskonstellation, wie sie beispielsweise im Frühjahr 1981 auftrat (lange Trockenperiode plus erst höhere Temperaturen und anschließend Nachtfröste), zu erheblichen Pflanzenschäden kommen, die u.U. einen Umbruch erforderlich machen.

Atrazin, gespritzt im Frühjahr im Nachauflauf bei einer Wuchshöhe der Quecken zwischen 10 und 15 cm, erbringt in Süddeutschland bessere Ergebnisse als in Norddeutschland (4, S. 12 - 14; 5, S. 66-68). Dies läßt sich mit dem unterschiedlichen Wachstumsverlauf zwischen Nord- und Süddeutschland erklären: starke Wachstumsschübe, wie sie im Süden immer wieder zu beobachten sind, ermöglichen ein schnelleres Eindringen des Wirkstoffes und damit eine bessere Vernichtung des Maises.

Im Gegensatz zu Atrazin erzielen Eradicane und Roundup auch in Norddeutschland eine sichere Wirkung gegen die Quecke. Bei Roundup kann es wegen der nötigen Wartezeit zu einer Verschiebung des Saattermines um ein bis zwei Wochen kommen.

2.7. Wurzelunkräuter (siehe Tabelle 8)

2.7.1. Disteln, Ackerwinde: bei einer Wuchshöhe von 10 - 15 cm ist der Mais gegenüber 2,4 D- Mitteln relativ tolerant. Man könnte also in diesem Stadium u.U. gegen Disteln und Ackerwinde eine Bekämpfung durchführen. Es sprechen aber zwei Gründe dagegen:

- a) es befindet sich bis dahin nur ein Teil der Wurzelunkräuter im "empfindlichen" Stadium,
- b) ist man gerne geneigt, die Wuchshöhe des Maises zu unterschätzen, so daß beim eigentlichen Spritztermin sich der Mais schon im empfindlichen Stadium befindet.

Ein weiteres Bekämpfungsverfahren wäre die Unterblattspritzung ab einer Wuchshöhe des Maises von 40 cm. Zu beachten sind aber mög-

Tabelle 8

Die Bekämpfung von Wurzelunkräutern

<u>Unkraut Ungras</u>	<u>Produkt</u>	<u>Menge</u>	<u>Termin</u>	<u>Bemerkungen</u>
Disteln Ackerwinde	D-Fluid	1,5 l	NA	ab 40 cm Maishöhe Unterblatt- spritzung (Bekämpfung im Getreide!)
	D-Fluid	1,5 l	NA	
Ackerschachtelhalm	MCPA	1,5 l	NA	Schadschwelle: 40 Wedel/qm; ab 40 cm Maishöhe Unterblatt- spritzung (generell für Wuchsstoffe: nicht bei Temperaturen über 25° C und hoher Luftfeuchtigkeit Nebenwirkung - hacken!
Ampfer	Eradicane	5,0 l	VSE	
	CMPP	8,0 (6,0 l)	Herbst	vor Grünlandumbruch
	Roundup	4,0 l	Herbst	vor Grünlandumbruch
	Aquinol 80	3,0-4,0 kg	Frühjahr VA (NA)	2-3 Wochen vor der Aussaat Teilwirkung

liche Schäden, die durch Dampfdruck entstehen können. Am sichersten und mit der geringsten Ertragseinbuße lassen sich Disteln und Ackerwinde immer noch mit einer relativ späten Wuchsstoffspritzung im Getreide erfassen, eventuell nach einer vorausgegangenen Ätzmittelanwendung.

2.7.2. Ackerschachtelhalm

Die eben gemachten Ausführungen gelten im Prinzip auch für den Ackerschachtelhalm, dessen Schadwirkung oftmals überschätzt wird. Nach KEES liegt die Schadschwelle erst bei 40 Wedel/qm. Gegen Ackerschachtelhalm hat sich auch eine mechanische Hacke als recht wirksam erwiesen.

2.7.3. Ampfer

Die Ampferverseuchung stellt ein spezifisches Problem in Süddeutschland dar. Sie ist vor allem nach Grünlandumbruch zu beobachten. Am besten wird Ampfer erfaßt, wenn vor einem Umbruch 8 l/ha eines CMPP-Präparates oder 4 l/ha Roundup eingesetzt werden. Eine Roundup-Spritzung ist auch, ähnlich wie bei der Queckenbekämpfung, im Frühjahr möglich. - Mit Aquinol 80 erzielt man gegen den Ampfer eine Teilwirkung.

3. Zusammenfassung

Mit zunehmendem Anbau steigen auch die Probleme in der Unkraut- und Ungrasbekämpfung bei Mais. Durch gezielte Mittelauswahl, fachgerechten Einsatz dieser Präparate, durch eine Kombination mit mechanischer Unkrautbekämpfung und nicht zuletzt durch Beachtung der einfachsten Fruchtfolgen lassen sich die Unkräuter und Ungräser sicher und ohne Schäden für die Kulturpflanze Mais beseitigen.

Literatur PFLANZENSCHUTZ

1. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Abt. Pflanzenschutz, Merkblatt Nr. 18; 1981/82
2. Hien, L.: Ergebnisse der Pflanzenbauversuche 1976 -
 Höhere Landbauschule Rothalmünster 1977,
 S. 49 - 51
3. Kees, H.: Zum Auftreten atrazinresistenter Samenunkräuter
 in Bayern, Bayer. Landw. Jahrbuch, H. 6, 1981,
 S. 657 - 668
4. Wiesner, H., Quecken auf humosem Sand, Mais-Zeitschrift
 Omers, K.: über Forschung, Produktionstechnik, Verwertung
 und Ökonomik, H. 3, 1981, S. 12 - 14
5. Wiesner, H., top agrar, H. 3, 1982, S. 66 - 68
 Omers, K.:
6. Pflanzenschutzdienst Baden-Württemberg, Pflanzenschutzhinweise für
 den Mais, März 1981

Sorten, Düngung und Pflanzenschutz bei Raps

von Dipl. agr. Ing. Konrad Paetow, landwirtschaftlicher Berater Tralauerholz

Zu diesem Thema kann nur in Verbindung mit einer genauen Standortdarstellung bezüglich Boden und Klima und einer sich daraus entwickelnden Anbautechnik gesprochen werden.

Dazu möchte ich einige Grundlagen nennen; die mir aus der Kenntnis der holsteinischen Verhältnisse besonders wichtig erscheinen. Sie werden wissen, daß es sich dabei um mehr oder weniger wechselnde, mittlere bis schwere Braunerde handelt, entlang der Ostseeküste also in einem luftfeuchten, sommerkühlen Klima, dessen höchste Jahresniederschläge in der Regel im August fallen.

Raps beansprucht tiefgelockerte, tiefgründige, gut wasserführende Böden, um seine besonders gegen Bodenwiderstände empfindliche Pfahlwurzel ausbilden zu können.

Ein Höchstertrag ist in allererster Linie von dem Umfang des im Vorwinter durchwurzelten Bodens abhängig. Diese große Bewurzelung ist notwendig, um eine ausreichende Wasser- und Nährstoffversorgung im Frühjahr und Vorsommer zu gewährleisten. Alte Berichte von Lembcke und neuere von Rackow besagen, daß im Frühjahr keine Wurzelvertiefung mehr vorgenommen wird. Die höchste Wurzeltiefe ist bei Eintritt der Vegetationsruhe vor Winter erreicht, d. h. daß im Frühjahr lediglich eine Wurzelenerneuerung und Verbreiterung stattfindet, aber kein zusätzlicher Aufschluß tieferer Bodenschichten.

Daher sind alle die Standorte gute Rapsstandorte, wo vom Klima und der Bodenqualität her in der Regel eine Bodenvorbereitung zur Saat möglich ist,

die diesen Anforderungen genügt und wo vom Frühjahrsbeginn bis zur Abreife Niederschlagsmenge, Luftfeuchtigkeit und Wasserhaltekraft des Bodens ausreichen, um den außerordentlich hohen Wasser- und Nährstoffanspruch des Rapses zu erfüllen.

Viele nicht rübenfähige Böden - weil sie zur Staunässe neigen oder leicht verdichten bei der Bearbeitung vor der Saat - sind daher auch in der Regel keine guten Rapsstandorte.

Aus dem eben Geschilderten wird deutlich, daß es ganz wesentlich darauf ankommt, ein vorzügliches Saatbett für die Feinsaat Raps zu erstellen, das ist in aller Regel auf mittleren und schweren Böden in der fraglichen Zeit von Anfang bis Mitte August in der gesamten Bundesrepublik sehr abhängig von den häufig sehr hohen Sommerniederschlägen. Diese können derart bodenschädigende Auswirkungen haben, daß es besser unterbleibt, überhaupt Raps zu bestellen - wie es an der Westküste Holsteins sehr häufig vorkommt und was im Osten Schleswig-Holsteins im Jahre 1980 die Mißernte 1981 verhindert hätte.

Schwierige Saatbettvorbereitungen sind in jüngster Zeit durch den Einsatz schwerer Kreiseleggen wesentlich erleichtert worden. Zu einer guten Entwicklung bedarf der Raps im Aufgang Tagesmitteltemperaturen von mindestens 15 °. Dieser hohe Temperaturbedarf ist wichtiger für die Anfangsentwicklung als die Feuchtigkeit. Deshalb ist die Herbstentwicklung immer in trockenen Jahren besser als in feuchten, weil eben eine feuchte Krume bedingt durch Verdunstungskälte leicht zu kalt wird.

Die Saatzeit ist daher, soweit es die Vorfrüchte erlauben, entsprechend früh- im norddeutschen Seeklima Ende Juli bis Mitte August - und nur unter günstigsten Verhältnissen auf Ende August anzusetzen. Nach Brache und Klee wurde früher in Mecklenburg und Holstein immer Ende Juli bzw. in den er-

sten Augusttagen bestellt. Allein aus arbeitswirtschaftlichen Gründen vor Beginn der Wintergerstenernte.

Als diese Vorfrüchte fortfielen, mußte sich die Züchtung auf Spätsaatverträglichkeit ausrichten, um nach den seinerzeit späteren Wintergersten eine noch ausreichende Entwicklung des Rapses im Herbst zu bekommen. Sommerrapsähnliche Eigenschaften mußte der Raps haben - wir sprechen heute von neuen und alten Sortentypen.

Diese neuen Sortentypen, besonders die nach der Umstellung auf eruca-säurefreie Sorten, neigen bei sehr günstiger Herbstwitterung einen Stiel zu bilden, sich also aus dem Rosettenstadium zu entfernen, und sind somit sehr auswinterungsgefährdet. Daher ist es wichtig, dieses "Sich-Überwachsen" zu vermeiden. Das ist in erster Linie durch eine entsprechend weite Saatstellung zu erreichen. Ablageabstände von mindestens 4 cm, bei sehr gutem Saatbett und noch früherer Aussaat besser 5 oder 6 cm, sind eine gute Garantie dafür, daß der Raps vor Winter im Rosettenstadium bleibt. Diese weiten Ablageentfernungen sind auch wichtig für die Ausbildung der gewünschten dicken Pfahlwurzel.

Das bedeutet bei 25 - 30 cm Reihenabstand 60 - 90 Pflanzen je qm, was einer Aussaatmenge von 3 - 5 kg je ha bei einem TKG von 5 g entspricht.

Meistens ist es auf schweren, kalten Standorten, auf denen also besonders früh gesät werden sollte, um im Normaljahr eine genügend gute Herbstentwicklung zu haben, problematisch, ein gutes Saatbett zu erstellen, um eine genügend dünne Aussaat zu riskieren. Besonders in diesen Fällen kann die Einzelkornablage für eine ausreichend dünne Aussaat und eine gute Einbettung geeignet sein.

Tabelle Nr. 6.2.

Reihenentfernung und relative Erträge

Versuchsdurchschnitt 1972 - 1977

Reihenentfernung	relativer Ertrag
12 cm	102
24 cm	101
48 cm	100

Quelle:

Schwedische und norddeutsche Versuche

Ltd. Landw. Dir. Teuteberg, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Табелле Nr. 6.5

Aussaatsmenge, Keimpflanzen je qm und Pflanzenabstand in der Reihe (errechnete Beispiele)

	4	5	6	8
Aussaatsstärke, kg/ha				
Körner/qm, TKG 5 g	80	100	120	160
Keimpflanzen/qm, 85 % Felddaugang	68	85	102	136
Keimpflanzen/qm, 75 % Felddaugang	60	75	90	120
Durchschn. Pflanzenabstand in cm				
In der Reihe, 85 % Felddaugang				
Reihenabstand 40 cm	3,7	2,9	2,5	1,8
" 25 cm	5,9	4,7	3,9	2,9
" 12,5 cm	11,8	9,4	7,8	5,9

Tabelle Nr. 6.8.

Raps - Standweitenversuch 1980

Versuchsanlage:

Vorfrucht: Wintergerste

Sorte: QUINTA

Aussaart: 21.8.

N-Düngung: 100 + 80 kg/ha N

im Herbst verhackt auf 30 - 60 - 120 Pflanzen/m²

Pflanzen/m ² im Herbst	zur Ernte	Pflanzenverl. in %	Ertrag dt/ha rel.	Öl %	TKG g	Stand- festigkeit	Phoma
30	27	10,0	38,5 102	37,3	4,7	2,0	5,2
60	35	41,7	37,6 100	36,0	5,1	2,8	5,3
120	46	61,7	37,1 98	35,6	5,1	3,0	5,8
Ø			37,7 100				

Quelle:

LD Schultz, Futterkamp

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Im schwedischen Schonen und in Schleswig-Holstein wurden hiermit sehr gute Erfolge erzielt. Dabei finden normale Rübeneinzelkornsäugeräte - in diesem Falle Fabrikat Fähse - Verwendung, und zwar mit einem Zellenrad vom Typ C 200. Das Gerät erlaubt einen Reihenabstand von 30 cm - in der Schlepperspur 50 cm.

Wie Stoy, Kiel, nachweisen konnte, ist die Konkurrenz der Pflanzen im Herbst von großer Bedeutung auf den Ertrag. Das bedeutet, daß die These, daß sich bei dicker Aussaat eine Winterausdünnung von alleine ergäbe und man deshalb eine für den Aufgang risikolosere dicke Aussaat ruhig machen könne, falsch ist. Das muß auch so sein, weil - wie oben ausgeführt - das Wurzelwachstum vor Winter eben nicht beeinträchtigt werden darf. Bei 60 bis 80 Keimpflanzen sind Ertragsunterschiede bei Reihenabständen von weniger als 30 cm nicht mehr von Bedeutung. Die Pflanzen sind in der Lage, bei entsprechender Einzelstellung in der Reihe und entsprechender Wurzel Ausbildung einen Ausgleich über die Verzweigung zu schaffen. Das mag als Einführung genügen, nun zu den drei vorgegebenen Teilgebieten des Themas.

1. Sorten

Wir unterscheiden heute zunächst einmal zwei Typen von Winterraps:

- a) die Sorten mit sehr starker, vegetativer Entwicklung - starke Einzelpflanzen, dicke Pfahlwurzel etc. Dazu gehören die alten Lembcke-Sorten und heute der "Doral".
- b) die modernen Sorten wie "Jet neuf" und die Semundo-Sorten wie "Korina", "Belinda" und "Elvira" mit etwas geringerer vegetativer Entwicklung. Diese Sorten brauchen wohl eine etwas höhere Pflanzenzahl für den Höchstertrag und sind durch die Neigung, das Rosettenstadium schnell zu verlassen, auch etwas auswinterungsanfälliger.

Tabelle Nr. 6.7.

Raps - Standweitenversuch

Versuchsanlage:

Sorte: QUINTA
 N-Düngung: Ø 180 kg/ha N
 im Herbst verhackt auf 30 - 60 Pflanzen/m²

Jahr	Pflanzen/m ² im Herbst	zur Ernte	Pflanzenverlust in %	Ertrag dt/ha rel.	Standfestigkeit
1978	30	22	26,6	36,2	-
1979	30	29	3,3	42,7	3,0
1980	30	27	10,0	38,5	2,0
Ø	30	26	13,3	39,1	100
1978	60	34	43,3	37,6	3,5
1979	60	40	33,3	39,6	2,8
1980	60	35	41,6	37,6	-
Ø	60	33	45,5	38,3	98

Quelle:
 LD Schultze, Futterkamp
 Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Landessortenversuch Schleswig-Holstein
Ergebnisse Winterraps 1981 (Basis 9 % H₂O)

Tabelle 2.1.2.

Lfd. nr.	Sorten Stämme	Wulfshagen	Futterkamp	Seegalendorf/Lensahn	Rosenhof/Lensahn	Bälau/Mölln	Eesch/St. Michaelisdonn	S.-N. Koog/Bredstedt	Ø aller Versuchsorte 1981	1980
	dt/ha = 100	39,2	28,3	29,9	30,6	33,7	36,0	27,6	32,2	37,9
1.	* QUINTA	105	95	102	94	94	101	105	100	98
2.	* ELVIRA	88	97	94	96	104	95	96	95	102
3.	* GARANT	107	108	104	110	102	104	99	105	102
4.	LIGORA	82	94	98	104	91	88	125	96	-
5.	JETNEUF	103	129	115	111	116	97	143	115	110
6.	KORINA	109	126	119	108	108	108	139	116	110
7.	DORAL	94	126	96	112	97	102	130	107	-
8.	BELINDA	107	134	120	123	118	110	151	122	-
9.	St. 6923/76 (LESTER)	106	109	100	100	94	106	78	100	-
10.	St. 7450/76 (NORLI)	100	123	100	105	98	109	98	105	-
11.	LIRAMA	98	120	107	118	94	101	137	110	-
12.	St. 3804 (PERLE)	92	106	85	114	91	91	112	98	-
Versuchs-Ø: dt/ha rel.		38,9 99	32,4 114	30,9 103	33,2 108	34,0 100	36,3 101	32,5 118	34,0 106	

* = Verrechnungssorten Ø = 100 (1980 Lfd. Nr. 1 + 2)

Quelle: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Kiel

Meiner Meinung nach wird der alte Sortentyp wieder an Bedeutung gewinnen in der Bundesrepublik, weil die Wurzeleigenschaften zu unserem Klima besser passen, während die modernen Typen für die wärmeren Winterklimate diesseits und jenseits des Ärmelkanals geeigneter sind. Dabei müssen wir die Forderung stellen, daß für den hohen Rapsanteil in der Fruchtfolge (33%) es unbedingt nötig ist, auch für besonders frühe Aussaat geeignete Sorten zu haben, damit eine möglichst große Zahl von guten Feldarbeitstagen für die Bestellung genutzt werden kann.

Wir müssen hoffen, daß solche Zuchtkriterien für die Züchter relevant sind, wo doch zur Zeit Eigenschaften der Öle und der Schrote das Hauptinteresse der Zuchtarbeit in Anspruch nehmen.

An dieser Stelle darf nicht das akute Thema in den Zucht- und Sortenfragen unerwähnt bleiben, nämlich das der Liniensorten einerseits und der zusammengesetzten Sorten andererseits - eine Frage, die zur Zeit allerdings nur in der Bundesrepublik eine Rolle spielt, weil die ausländischen Züchter nur mit reinen Liniensorten arbeiten. Ich will das Problem kurz erläutern:

Raps ist partiell allogam, d.h. zum Teil Fremdbefruchter, zum Teil Selbstbefruchter. Diese Tatsache ermöglicht, züchterisch einen gewissen Heterosiseffekt zu nutzen. Dieser Heterosiseffekt wird folgendermaßen erreicht:

Es werden zwei leistungsstarke, möglichst nicht verwandte Einzelpflanzen ein- bis mehrmals geselbstet. Das auf diese Weise entstandene Saatgut zweier Einzelpflanzenabkömmlinge wird im Verhältnis 1 : 1 gemischt und angebaut, und zwar unter solchen Bedingungen, daß eine möglichst hohe Fremdbefruchtungsrates erreicht wird. Das kann man durch eine intensive Bestäubung durch Bienen erreichen. Das dann so entstandene, mit einem gewissen Heterosiseffekt versehene Saatgut ist die neue Sorte.

Mit jeder weiteren Vermehrung dieses Saatgutes unter normalen Bedingungen, d.h. mit der wieder normalen Selbst- und Fremdbefruchtungsrate nimmt der Heterosiseffekt laufend ab. So sind diese Sorten in ihrer in der Wertprüfung geprüften Leistung nicht stabil, was in der Praxis auch hinreichend bekannt ist.

Daher sollte man zusammengesetzte Sorten nicht zu lange anbauen. Auch ist es zweckmäßig, diese zusammengesetzten Sorten sofort nach ihrer Zulassung anzubauen, und nicht - wie sonst üblich - die neuen Sorten erst einmal zu beobachten.

Bei der Vorzüglichkeit der Sorten spielt neben der absoluten Ertragshöhe die Feldresistenz gegen wichtige Pilzkrankheiten wie z.B. Phoma lingam eine bedeutende Rolle. Die derzeitigen Resistenzverhältnisse der einzelnen Sorten werde ich später noch einmal anführen.

2. Düngung

Der bekannt hohe Kalibedarf des Rapses hat nichts mit einem besonders hohen Entzug zu tun ($60 \text{ kg K}_2\text{O}$ in 35 dz Ölsaar), sondern vielmehr scheint es so zu sein, daß Kali eine besonders große katalytische Funktion hat. So sollten mindesten $300 \text{ kg K}_2\text{O}$ bei einem Ertragsniveau von 30 bis 35 dz gedüngt werden, wenn die Versorgungsklasse des Bodens bei "C" liegt. Bei leichten Böden empfiehlt sich eine Aufteilung in eine Herbst- und eine Frühjahrsgabe.

Zur Phosphatdüngung ist nichts Besonderes zu vermerken.

Die Kalkversorgung dagegen ist von großer Bedeutung, und zwar aus 2 Gründen:

Tabelle Nr. 7.3.

Rapsdüngungsversuch Hohenlieth 1978/79

Bodenart: sL ca. 45 Pkt.
 Bodenuntersuchung: pH (CaCl₂) 6,2
 Phosphor 22
 K₂O 22

Sorte: QUINTA
 Aussaat: 6.8.1978

Erträge: (6 % K₂O)

	I 0	I 360 K ₂ O	II 560 K ₂ O	III 160 Herbst/200 Frühjahr
180 N	26,--	28,60	28,46	29,94
240 N	33,28	37,21	35,21	37,39

Schwefeldüngungsversuch

200 kg K₂O als KCl QUINTA 29,94 dt
 200 kg K₂O als K₂SO₄ " 29,28 dt

Magnesiumdüngungsversuch (QUINTA)

160 kg K₂O Herbst 50 er Kali
 180 kg N Frühj. KAS
 108 kg Mgo Frühj. Kieserit
 ohne Kieserit DM 26,--/dt.
 mit Kieserit DM 29,55/dt.

1. ist ein hoher PH-Wert Voraussetzung für alle oben angesprochenen ackerbaulichen Eigenschaften der Krume und deren guter Wasserführung,
2. ist ein PH-Wert über 7 bislang das einzige Mittel, um der Kohlhernie zu begegnen, denn bisher bekannte Pilzrassen der Hernie sind bei PH-Werten über 7 nicht lebensfähig.

So bietet sich insbesondere bei schweren tonhaltigen Böden eine Branntkalkgabe in das Saatbett als Lösung dieser beiden Forderungen an. Dabei entsteht ein kurzfristiger über einige Wochen anhaltender Anstieg des PH-Wertes im Wurzelbereich des jungen Rapses bis zu PH 8, der dann wieder auf das Normalniveau herabsinkt.

Die Stickstoffdüngung ist bei Raps eine problemlose Sache. Im Herbst sollte so viel und so wenig Stickstoff gegeben werden, daß eine normale Vorwinterentwicklung möglich ist. Das können bei früher Saat 20 kg N sein und bei später auch 80 kg N.

Raps nimmt im Herbst im allgemeinen so viel N auf, wie der Wurzelraum hergibt, es treibt also einen gewissen Luxuskonsum. Bis zu 150 kg Entzug wurden gemessen. Auf den Ertrag hat diese Herbstaufnahme nur so viel Einfluß, wie sie in der Lage ist, die Vorwinterentwicklung zu optimieren. Raps ist daher besonders geeignet für eine Gülledüngung im Herbst vor der Saat.

Im Frühjahr muß auf einen Sollwert von ca. 230 bis 270 kg N aufgedüngt werden. Das bedeutet ca. 260 bis 300 kg N aus der Düngung, die in ihrer Verteilung und im Zeitpunkt so gewählt werden müssen, daß der Stickstoff sich in der Krume dort befindet, wo in der Hauptstreckungszeit des Rapses Wurzeln und Wasser sind.

Wir düngen in Schleswig-Holstein bei gut entwickeltem Raps im Februar/März auf Frost in zwei kurz aufeinander folgenden Gaben ca. 100 + 80 kg. Eine sehr verspätete zweite Gabe, also erst kurz vor dem Strecken, hat das große Risiko, daß zu der Zeit auf Grund der Frühjahrstrockenheit eine zu späte Wirkung eintritt.

Spätgaben in Salzform haben bei Raps keine Wirkung, die Pflanze hat praktisch bis zur Vollblüte ihren ganzen Bedarf aufgenommen. Dagegen hat eine Harnstoff-Blattdüngung im Zusammenhang mit der Rapsglanzkäfer-Behandlung in der Höhe von 20 bis 30 kg N immer positiv gewirkt.

3. Pflanzenschutz

In der Herbizidanwendung haben sich heute zwei Varianten herausgebildet:

1. Bei vorhandenem, starkem Klettenlabkrautbesatz spritzt man 2 Liter "Elancolan" vor der Saat und 1,5 - 2 Liter "Teridox" bzw. 2 Liter "Elancolan" + 2 - 3 Liter "Lasso".
2. Bei geringem Klettenlabkrautbesatz spritzt man 3 - 4 Liter "Teridox".
Leichte Böden mit geringem Humusanteil vertragen nur 2 - 2,5 Liter "Teridox".

Unkraut- und Ungrasprobleme sind damit einigermaßen befriedigend zu lösen.

Das Problem bildet der Getreidedurchwuchs, besonders in der 3-Felder-Fruchtfolge, denn eine Beseitigung des Wintergersten-Durchwuchses ist der Fußkrankheiten wegen unbedingt erforderlich. Hier gibt es nur die teure Lösung mit 1 kg "Fervin" im Nachauflaufverfahren. Kosten = DM 100.--. Das allerdings ebenso teure, aber auch gegen Vogelmiere wirkende "Kerb W 50" scheidet wegen der Nachbauprobleme aus.

Tabelle Nr. 7.1.

NO₃-Entzug durch Raps nach Winter in verschiedenen Stadien der Bestandesentwicklung, ermittelt durch Bodenuntersuchungen aus 0 - 90 cm Tiefe.

Ø von 3 Standorten, Schleswig-Holstein 1978.

Datum	Entwicklungsstadium	Entzug kg N/ha
18. - 20.3.	Vegetationsbeginn	88
18. - 21.5.	Beginn der Blüte	98
25. - 27.5.	Ende der Blüte	30
28. - 29.6.	Schwadmähreife	3
		<hr/> 219

Düngung: 1.3. - 18.3. 95 kg/ha N

29.3. - 18.4. 75 kg/ha N

Landw. Kammer Schleswig-Holstein

Ltd. Landw. Dir. Teuteberg

in RFF-Qualitätsraps 80/81

Die tierischen Schädlinge erfordern in der Regel drei Behandlungen. Die Erdflohbekämpfung über die Inkrustierung allein reicht bei früherer Saat nicht aus. Hier muß die zweite Generation des Erdfloh-Zuflugs und deren Larven mit einer "Paration"-Behandlung im Oktober bekämpft werden. Auch bei kühleren Temperaturen werden die Larven zu 70 - 80% abgetötet. Beim Knospenschieben bis zum Beginn der Blüte wird eine Bekämpfung des Rapsglanzkäfers mit "Paration" oder "Decis" in der Regel erforderlich sein. Leider ist ein über längere Zeit wirkendes Mittel - bedingt durch den Pflanzenzuwachs - nicht in Sicht. Auch "Decis" wirkt höchstens 4 - 5 Tage.

Das Auftreten von Kohlschotenrüßlern und als dessen Folge das der Kohlschotenmücke nimmt in Schleswig-Holstein wieder zu, nachdem viele Jahre eine Bekämpfung nicht nötig war. So werden ab kommendem Jahr Spritzbehandlungen mit "Thorak" oder "Metoxychlor" meistens in der beginnenden Vollblüte erforderlich werden. Damit wird der Kohlschotenrüßler ausreichend erfaßt, so daß die Mücke keine Eiablageplätze findet. Gelingt diese Rüßlerbekämpfung nicht, muß die Kohlschotenmücke mit den gleichen Mitteln per Hubschrauber bekämpft werden.

Akuter und problematischer ist der Bereich der Pilzkrankheiten. Sie haben - bedingt durch die hohe Anbaudichte - in den letzten Jahren erschreckend zugenommen.

"Phoma lingam" und Rapskrebs (Weißstengeligkeit) sind von größter wirtschaftlicher Bedeutung. "Botrytis" und "Alternaria" folgen danach in ihrer Bedeutung.

Ich möchte besonders auf die ersten beiden eingehen. Der Phoma-Pilz ist praktisch zu jeder Zeit der Rapsvegetation wegen seiner Verbreitung

Tab. Nr. 9.2.

Befallswerte für Phoma und Rapskrebs und Kornerträge von Rapsorten

Versuchsort: Krummesse, Hansestadt Lübeck - 1981

Bewertungen	QUINTA	DORAL	JET NEUF	ELVIRA
<u>Phoma Lingam</u>				
<u>Befallswerte</u>				
1. Wurzelhals und Stengel (13.5.)	3,1	2,2	1,9	2,5
2. Wurzelhals und Schwarzfärbung Wurzel (30.7.)	6,8	4,1	4,1	5,6
<u>Rapskrebs</u>				
% befallene Pflanzen (14.7.)	49	23	55	40
Ertrag dt/ha	33,4	39,0	39,3	31,1

nach: Dr. H. Hornig, ALW Lübeck

Tabelle Nr. 9.3.

Rapskrebekämpfung / Grossflächenversuche 1979 und 1980

<u>1979</u>		<u>1980</u>	
Versuchsort:	Chr.-Albrecht-Koog, Kr. NF	Versuchsort:	Klanxbüll, Kr. NF
Behandlungstermin:	2.6.1979 (Vollblüte)	Behandlungstermin:	6.6.1980 (Vollblüte)
Sorte:	QUINTA	Sorte:	QUINTA
Aufwandmenge:	1,5 kg/ha	Aufwandmenge:	1,5 kg/ha
Versuchsglied	Rapskrebs in Ertrag + dt/ha % der Pflanzen rel. am 11.7.79	Versuchsglied	Rapskrebs in Ertrag + dt/ha % der Pflanzen rel. am 24.7.80
Kontrolle	17,3 (32,9 dt) 100	Kontrolle	10 (36,2 dt) 100
RONILAN - ohne Fahrspuren	0,3 120 + 6,4	ROVRAL - ohne Fahrspuren	0,6 108 + 2,8
RONILAN - mit Fahrspuren	0,3 111 + 3,7	ROVRAL - mit Fahrspuren	0,6 107 + 2,6
- nicht zugelassen		- nicht zugelassen	

Gerät: Schmotzer Feldspritze - 2,5 m breit, 10 m Arbeitsbreite, Bodenfreiheit: 0,40 m
 Gerät: Unimog Feldspritze - 1,95 m breit, 24 m Arbeitsbreite, Bodenfreiheit: 0,5 m

Quelle:

Dr. Meyer, ALW Heide und Husum, Abteilung Pflanzenschutz

durch den Wind überall gegenwärtig. Bekämpfungsmaßnahmen mit Fungiziden, wie z.B. "Drawitek" haben gewisse Erfolge, sind aber wegen der notwendigen wiederholten Anwendung völlig unwirtschaftlich. Deshalb ist der einzige Ausweg in der Resistenz der Sorten zu suchen.

Die Züchtungen aus dem westlichen Europa, besonders aus Frankreich, sind in dieser Resistenzfrage fortgeschrittener, weil aus klimatischen Gründen der Pilz dort schon immer eine große Bedeutung hat. So ist die Sorte "Jet-Neuf" weitgehendst feldresistent gegen Phoma, eine gute Resistenz haben die Sorten "Corina" und "Doral".

Besonders anfällig sind dagegen "Elvira" und "Quinta", während "Garant" und "Belinda" in der Mitte stehen.

Ganz anders verhält es sich dagegen mit dem Krebs oder der Weißstengeligkeit. Hier ist eine fungizide Behandlung möglich und wirtschaftlich, wenn auch technisch schwierig.

Mittel wie "Ronilan", "Rovral" oder "Sumisklex", in der angehenden Vollblüte gespritzt, sind in der Lage, die Sporen abzutöten, die um diese Zeit besonders in den Verzweigungsachsen angegangen sind. Die Kosten betragen ca. DM 100.--, und haben in starken Krebsjahren Mehrerträge von bis zu 50% und mehr zur Folge.

Nun ist das Auftreten des Krebses außerordentlich schwer vorherzusagen. Über das Auslegen von Sklerotien-Depots kann man zwar an den bestimmten Stellen über die Beobachtung der Apothetien-Bildung einiges sagen, jedoch sind die groß- und kleinklimatischen Bedingungen für diese Apothetien-Bildung gleichermaßen entscheidend, so daß ein Depot für einen Schlag nicht repräsentativ ist. Dennoch ist über die Kenntnis des Niederschlagsverlaufs

und über die Beobachtung vieler solcher Depots eine gewisse Vorhersage für die Notwendigkeit einer Bekämpfung und deren Zeitpunkt möglich.

Die sehr phomaresistente Sorte "Jet-Neuf", die heute in Schleswig-Holstein zumindestens zu 50% angebaut wird, ist besonders krebsanfällig. Heute wird in Schleswig-Holstein so verfahren, daß fast ausschließlich phomaresistente Sorten wie "Jet-Neuf", "Corina" und "Doral" angebaut werden, und für die beiden ersten Sorten eine Krebsbehandlung fest eingeplant wird. In weniger krebsgefährdeten Lagen, also im Inland, erscheint eine Krebsbehandlung des "Doral" nicht unbedingt erforderlich zu sein.

Die Spritzung in der angehenden Vollblüte macht einen gewissen Mehrertrag durch die Schäden der Fahrspuren wieder wett. Deshalb ist der Einsatz besonders breiter Spritzgestänge (24 m) unbedingt erforderlich.

Unsere Pflanzenschutzämter beobachteten in den letzten beiden Jahren eine Teilwirkung der Krebs-spritzung gegen einen späten Phoma- und Botritis-Befall, sodaß auch in schwachen Krebsbefalljahren abgesicherte Mehrerträge gemessen werden konnten in Phoma-anfälligen Sorten.

Zusammenfassung

Beim Raps haben ackerbauliche Gesichtspunkte einen höheren Einfluß auf den Ertrag als die pflanzenbaulichen. Gute ackerbauliche Voraussetzungen sind notwendig für die alles entscheidende Entwicklung von Wurzel und Sproß vor Winter.

Für optimale vorwinterliche Entwicklung muß die Sortenauswahl bezüglich der Früh- und Spätsaatverträglichkeit größer werden, damit gewährleistet ist, daß ein gutes Saatbett zu jeder Zeit - also auch ganz früh - genutzt werden kann.

Dabei ist ein weiter Pflanzenabstand anzustreben, wobei die Einzelkornsaat eine entscheidende Hilfe ist.

Bei der Saatbettvorbereitung hat der Einsatz der schweren Kreiselegge auf druckempfindlichen Böden einen großen Fortschritt gebracht.

Der Praktiker sollte bei der Sortenwahl bedenken, daß es Liniensorten und zusammengesetzte Sorten gibt.

Frühe Aussaat hat stärkeren Erdfloh- und Phoma-Befall zur Folge. Durch zusätzliche Bekämpfung und entsprechende Sortenwahl ist dem zu begegnen.

In allen Gebieten mit Phoma-Befall dürfen nur feldresistente Sorten angebaut werden.

In unmittelbaren Küstenlagen (feucht und kühl) ist eine Rapskrebsbekämpfung unbedingt notwendig.

Sorte	Ertrag	Phoma	Erdfloh
Strahl
...
...

Tabelle 1

Anbau und Erntetechnik bei Raps

von AOR Dr. Arno Strehler, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Freising-Weihenstephan

1. Allgemeines

Mit einer Ausdehnung des Rapsanbaues auf fast 150 000 ha und einer Schlagrapseigenerzeugung von 360 000 t/Jahr gewann Raps in den letzten Jahren wesentlich an Bedeutung. Die Umstellung auf erukasäurearme, mittlerweile auch ertragsreiche Sorten, brachte der Schlagrapserzeugung in den letzten Jahren eine erhebliche Steigerung und Bedeutung. Das Ertragsniveau von 25 - 35 dt/ha ermöglicht bei tragbaren Preisen einen respektablen Rohertrag, der standortabhängig nur von wenigen dreschbaren Marktfrüchten übertroffen werden kann. Die weiteren Marktchancen liegen in folgenden Ursachen begründet:

hohe Arbeitsproduktivität, lediglich Arbeitsspitze im August;

jährlicher Import von 600 000 t;

Rapsschrote erreichen fast den Wert von Sojaschrot;

durch Züchtung Erhöhung der biologischen Wertigkeit erreicht.

2. Der Anbau von Raps

2.1 Vorfrucht

Die Vorfrucht sollte früh das Feld räumen, um noch ausreichend Zeit für eine optimale Bodenbearbeitung zu gewährleisten. Spät räumende Vorfrüchte zwingen zur sofortigen Bodenbearbeitung, da andernfalls der optimale Saatzeitpunkt überschritten wird. Das kann in ungünstigen Fällen zur Bearbeitung feuchten Bodens mit entsprechenden Folgeschäden führen. Die günstigste Vorfrucht ist in der Wintergerste zu sehen.

2.2 Saatzeit

Der optimale Zeitpunkt liegt zwischen dem 20. und 30. August, nur in Ausnahmefällen und günstigen Lagen sind unter Mehraufwand an Stickstoffdüngung auch Saattermine bis Mitte September möglich, wobei aber das Risiko einer zu geringen Bestandesstärke mit Auswitterungsschäden zu beachten ist.

Das Ziel der Saat liegt darin, kräftiges Wurzelwerk im Herbst auszubilden. Die Wurzeln lagern Reservestoffe ein. Ein starkes Wurzelsystem bringt abgefrorene, abgefressene Pflanzen im Frühjahr schneller wieder hoch. Die Gefahr des Überwachsens besteht darin, daß die Pflanzen unter der Schneedecke ausfaulen. Diese Gefahr ist jedoch viel geringer als ein zu schwacher Bestand, der auswintert. Es wird empfohlen, bei früher Saat die Stickstoffdüngung zu teilen, um je nach Aufwuchsbedingungen mit der Düngung den Pflanzenwuchs gezielt steuern zu können, also bei kühler Herbstwitterung noch entsprechende Nachdüngung, bei zu üppigem Pflanzenwachstum Verzicht auf eine weitere N-Düngung im Herbst. Zwischen Saatzeit und Ertrag besteht eine geringe Relation, wie Tabelle 1 zeigt.

WIRKUNG DES SAATZEITPUNKTES AUF DEN ERTRAG


Sorte	Saattermin	Ertrag relativ in %	Quelle
Quinta	20.8.	100	} Teuteberg
Quinta	1.-10.9.	80	
Rapora	20.8.	100	} Holstein 1974-78
Rapora	1.-10.9.	65	
Bayern	20.8.	100	} Bayern Dr. Maidl
Bayern	5.9.	69	
Strehler		Rapsanbau	

Tabelle 1

2.3 Saatgut

Zur Sicherstellung der Erucasäurearmut im Erntegut ist der Neubezug von zertifiziertem Saatgut unumgänglich, solide Preise für Saatgut könnten die Befolgung dieser Forderung wesentlich erleichtern. Das Saatgut ist in der Regel gegen Erdfloh und Pilzbefall gebeizt. Auch die Reinheit von Sclerotien ist wichtig und sollte bei Z-Saatgut gewährleistet sein.

2.4 Saatstärke

Die Saatstärken sind bei Raps auf das Saatgutgewicht und auch auf die Pflanzenzahl bezogen relativ gering. Während bei Getreide ca. 500 Pflanzen/qm, bei Mais 8 - 15 Pflanzen/qm als optimal angesehen werden, strebt man bei Raps 60 Pflanzen/qm (Bestand nach dem Winter) an, wobei die Empfehlungen von 50 bis 80 Pflanzen/qm laufen. Allerdings beweisen Versuche, daß der Einfluß der Saatstärke auf den Ertrag in diesem Bereich nur unerheblich ist, soweit der Feldaufgang normal verläuft. Tabelle 2 zeigt einige Versuchsergebnisse.

PFLANZENZAHL - ERTRAG

Aussaat- menge kg/ha	Keim- pflanzen	Pflanzen		Überwin- terungs- rate %	Ertrag relativ	Quelle
		vor Winter	nach Winter			
2	40	29	19	65	100	Teuteberg schwed. Versuche
4	80	58	37	63	118	
6	120	80	46	57,5	117	
(2)		30	26	87	100	} nach Maidl
(4)		60	33	64	98	
(2)		30	27	80	100	} Bayern Landessorten- versuche
(4)		60	35	68	98	
(7)		120	46	38	96	

Deutsche Versuche: Pflanzenzahlen im Herbst durch Handhacke einreguliert


Strehler	Rapsanbau		820217
----------	-----------	---------------------------------------------------------------------------------------	--------

Tabelle 2

Wenn man auch sieht, daß geringe Saatstärken auch nur mit 2 kg/ha hohe Erträge bringen, so ist es doch riskant, auf diese geringen Aufwandmengen zu gehen, da extrem ungünstige Witterungsverläufe und starker Befall an Schädlingen und Krankheiten mit der Folge überdurchschnittlicher Ausfälle zu Mindererträgen führen können. Daher sollte man Saatstärken von 5,5 bis 6,5 kg/ha anstreben. 6,25 kg/ha ergeben bei einem Feldaufgang mit 80% 125 Körner/qm. Mit Winterverlusten von 50% errechnet sich daraus 62 Pflanzen/qm. Mit dieser Aussaatstärke hat man noch einige Reserven für den Fall überdurchschnittlicher Pflanzenausfälle.

2.5 Reihenabstand

Die Schaffung optimaler Pflanzenstandräume ist das wesentliche Ziel moderner Anbautechnik. Während früher die u.U. nötige Maschinenhacke und die Tatsache, daß bei Verwendung aller Säschare die Aussaatmenge nicht genügend reduziert werden konnte, zu Reihenabständen von 26 - 50 cm führten, erlauben heute die Fortschritte in der chemischen Unkrautbekämpfung und der besseren Abstufung der Aussaatmengen bei modernen Sämaschinen auch die Reduzierung auf Getreidereihenabstand, also 13 - 17 cm. Versuche bewiesen, daß keine Ertragsunterschiede zwischen normalen und doppelten Reihenabständen bei Raps auftraten. Auch die Ablage in der Reihe brachte keinen nennenswerten Ertragsunterschied, selbst bei starker Verringerung der Aussaatmenge, wie Tabelle 3 veranschaulicht. Zu empfehlen ist die Aussaat auf doppelten Getreidereihenabstand, also 26 - 34 cm. Versuche mit Einzelkornsäegeräten brachten geringfügige Ertragssteigerungen, die aber weniger auf die exakten Pflanzenabstände, sondern auf das Freiräumen von Gluten durch das Schar sowie auf den Druck der nachlaufenden Walzen in der Reihe (guten Bodenschluß) zurückgeführt werden.

STANDWEITEN - WINTERRAPS 1978/1980
Wulfshagen und Seegalendorf (Schleswig-Holstein)


Behandlung (Abstand bei 30 cm Reihenentfernung)	Ertrag Wulfshagen 1979		Ertrag Seegalendorf 1978 - 1980	
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.
1. Standweite 3 cm = 6,3 kg/ha	26,7	100	40,8	100
2. Standweite 6 cm = 3,9 kg/ha	27,3	102	41,0	100
3. Standweite 9 cm = 2,9 kg/ha	26,7	98	39,0	96
Strehler	Rapsanbau		 LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN 820216	

Tabelle 3

2.6 Saattiefe und Saatbettvorbereitung

Um ein gleichmäßiges rasches Auflaufen zu erzielen, muß der Boden gut abgesetzt und feinkrümelig sein. Es ist schwierig, dieses Ziel zu erreichen, da in der Regel nur wenig Zeit zwischen der Vorfruchternte und der Saat zur Verfügung steht. Muß von der Vorfrucht das Stroh eingearbeitet werden, so empfiehlt sich nach Ausbringung eines Teils der Grunddüngung und des zur Verrottung nötigen Stickstoffs das flache Einfräsen. Ist der Boden genügend abgetrocknet und ist gar noch einiges Unkraut aufgelaufen, was nur möglich ist, wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, dann er-

folgt die Pflugfurche. Die Saatbettvorbereitung erfolgt mit den üblichen Bodenbearbeitungsgeräten. Läuft man Gefahr, daß das Saatbett zu locker wird, dann empfiehlt sich der Einsatz von Untergrundpackern, insbesondere dann, wenn nicht genügend Zeit zum Absetzen des Saatbettes zur Verfügung steht. Der Boden ist möglichst fein zu zerkleinern, damit der nötige Bodenschluß und die exakte Einhaltung der Saattiefe (2 - 3 cm) erzielt werden können. Nach SCHELLER (3) ist es ideal, wenn die Ablage der Samen durch das Drillschar auf eine feste Sohle erfolgt, wo die Samen Anschluß an den kapillaren Wasseraufstieg finden. Die tiefe Bodenbearbeitung stellt sicher, daß die Pfahlwurzel der Rapspflanze möglichst schnell wachsen kann.

2.7 Düngung und Einarbeitung des Spritzmittels

Vor der Saat wird die Grunddüngung und ein Teil der ersten Stickstoffdüngung ausgebracht und eingearbeitet. Wenn es arbeitswirtschaftlich vertretbar ist, ist eine Zweiteilung der Grunddüngung optimal, ein Teil kommt auf die Stoppel der Vorfrucht und wird eingefräst, wie oben beschrieben, der andere Teil wird nach dem ersten Bodenbearbeitungsgang nach der Pflugfurche ausgebracht und eingearbeitet. Das Voraufspritzmittel läßt sich im gleichen Arbeitsgang einbringen. Dabei ist allerdings darauf zu achten, daß nicht zuviel Zeit zwischen Spritzen und Einarbeiten verstreicht, man sollte einen Abstand von max. 4 Stunden anstreben. Die beste Einarbeitung erfolgt mit der Fräse oder aber mit einer schnellfahrenden Saatbettkombination.

2.8 Säen

Auf gut abgetrocknetem Saatbett, das glutenfrei sein sollte, wird die Saat so ausgeführt, daß man die Saattiefe exakt einhalten kann. Zu hohe Sägeschwindigkeiten verhindern die exakte Einhaltung der Saattiefe,

empfehlenswert sind Geschwindigkeiten bis zu 6 km/h. Breite Sämaschinen verhindern, daß zu viele Spuren in den Acker gefahren werden. Es sollte unbedingt ein Lichtschacht für weitere Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen vorgesehen werden.

2.9 Walzen

Die Praxis lehrt, daß insbesondere dort, wo der Boden relativ locker ist und wo zwangsläufig Gluten erhalten blieben, ein zusätzlicher Arbeitsgang mit der glatten Wiesenwalze große Vorteile bringt. Die oft befürchtete Verschlemmung ist dann kein Problem, wenn der Kalkhaushalt im Boden stimmt.

3. Düngungsmaßnahmen zwischen Saat und Ernte

Je nach Entwicklung des Pflanzenbestandes kann im Herbst noch eine zweite Stickstoffdüngung ausgebracht werden. Man sollte grundsätzlich die erste Stickstoffdüngung so knapp bemessen, daß man mit der zweiten Düngungsmaßnahme Einfluß auf die Bestandesstärke für die Überwinterung nehmen kann. Exaktstreuer sind einfachen Schleuderstreuern vorzuziehen.

Stickstoffdüngung im Frühjahr:

Da im Frühjahr meist nur wenig verfügbarer Stickstoff vorhanden ist, kommt einer frühzeitigen Stickstoffgabe sehr große Bedeutung zu. In vielen Regionen läßt sich hierzu Frostwetter nutzen, um keine unnötige Belastung für den Boden zu bringen. Je nach Standort und Gesamtdüngerzustand ist eine Gabe von 90 - 100 kg empfehlenswert. Eine zweite Stickstoffgabe soll spätestens zur Streckungsphase verabreicht werden, man rechnet üblicherweise mit 100 kg N/ha. Die Spätdüngung von Raps nach Blühbeginn gibt in der Regel keinen Sinn, da der Pflanzenbedarf in dieser

Zeit relativ gering ist und eine Stickstoffmobilisierung im Boden ohne weiteres den Bedarf deckt.

Zu diesen Stickstoffmengen sollten je nach Ergebnis der Bodenuntersuchung bereits in der Grunddüngung im Herbst ca. 240 kg Kali und etwa 120 kg Phosphor pro ha verabreicht worden sein. Nach TEUTEBERG ist ein pH-Wert von über 6,4 anzustreben.

4. Pflanzenschutz

Die erste Pflanzenschutzmaßnahme erfolgt in der Regel als Voraufspritzung oder als Nachaufspritzung mit Herbiziden. Weitere Bekämpfungsmaßnahmen sind gegen verschiedene Schädlinge und Pilze notwendig. Je höher der Bestand, desto ungünstiger das Durchfahren mit der Feldspritze. Die Nachteile werden durch Verwendung von sehr breiten Spritzen (bis 25 m) und der Nutzung von Weitstrahldüsen am Ende des Gestänges gemildert. Der Einsatz von Hubschraubern wäre aus pflanzenbaulicher Sicht ideal, die Kosten dafür sind jedoch relativ hoch. Das Abspritzen der Bestände zur Ernte ist nur dann notwendig, wenn eine sehr ungleiche Ausreife vorliegt (lückige Bestände) oder wenn ein starker Unkrautdurchwuchs eine verlustarme Ernte verhindert. Über die einzelnen Maßnahmen des Pflanzenschutzes wurde in einem Parallelreferat berichtet.



Bild 1: Hubschraubereinsatz zur Reglonespritzung von Raps vor dem Drusch

5. Ernte

Heute bieten sich vier Ernteverfahren an:

5.1 Schwaddrusch mit pick-up

5.2 Schwaddrusch mit normalem Schneidwerk

5.3 Mähdrusch mit normalem Schneidwerk

5.4 Mähdrusch mit verlängertem Schneidwerk

5.1 Schwaddrusch mit pick-up

7 - 10 Tage vor der Standdruschreife wird der Raps mit Schwadleger geerntet und abgelegt. Dabei können die Pflanzen noch gleichmäßiger abreifen, auch das Unkraut stirbt ab, was den Drusch erleichtert. Die relativ leistungsschwachen Mähdrescher vor 10 - 20 Jahren waren nicht in der Lage, die damaligen Rapssorten ohne große Druschverluste aus dem Stand zu dreschen. Daher war es in früheren Zeiten sinnvoll mit dem Schwaddrusch zu arbeiten. Der Vorteil liegt in der gleichmäßigen Abreife, ein erheblicher Nachteil ist darin zu sehen, daß ein zweiter Arbeitsgang notwendig ist, und daß nach Einregnen des Schwads die Austrocknung wesentlich länger dauert, als wenn der Regen in den Bestand fällt. Die meisten Betriebe ziehen deshalb heute den Standdrusch (Stengeldrusch) vor.

5.2 Schwaddrusch mit normalem Schneidwerk

Gegenüber dem vorgenannten Verfahren wird beim Schwaddrusch mit normalem Schneidwerk auf die pick-up verzichtet, eingestellte Ährenheber, bzw. eine hohe Stoppel und Einsatz der Haspel ermöglichen den Verzicht auf ein spezielles Aufnahmegerät.

5.3 Mähdrusch mit normalem Schneidwerk

Der Stengeldrusch hat gegenüber dem Schwaddrusch auch den Vorteil, daß man den optimalen Erntezeitpunkt besser nutzen kann, da eine höhere Ernteleistung vorliegt. Der optimale Druschzeitpunkt richtet sich nach dem Feuchtegehalt des Gutes. Der Fortschritt in der Züchtung führte dazu, daß die Schoten nicht mehr so leicht aufplatzen, wie bei früheren Rapssorten. Dadurch ist es möglich, den Erntezeitpunkt etwas hinauszuschieben, um letztlich einen höheren Gesamtertrag zu erzielen. Wenn möglich sollte der Drusch im Feuchtegehaltsbereich zwischen 12 und 16% erfolgen.

Geringe Feuchtegehalte führen zu höheren Ausfallverlusten, höhere Feuchtegehalte zwingen zur stärkeren technischen Trocknung. Bei Feuchtegehalten über 25% treten erhebliche Verluste über Schüttler und Siebe auf.

Bild 2 zeigt den Zusammenhang des Erntezeitpunkts und des Ertrags (nach RAKOB und McGREGOR aus Rapsernteverfahren, RKL-Schrift von Hermann SASS (4)).

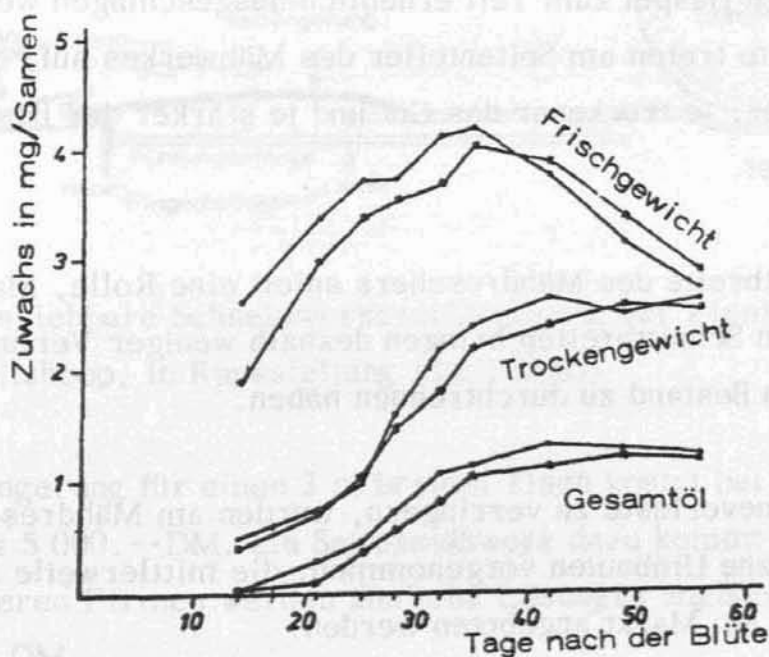
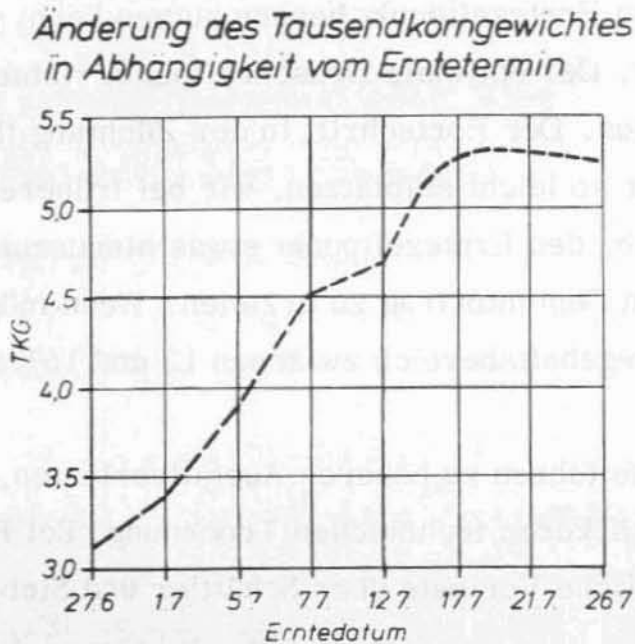


Bild 2: Ölzunahme, Trockengewichtsteigerung und Frischgewicht nach dem Erntezeitpunkt

Bild 3 zeigt die Abhängigkeit des Tausendkorngewichtes vom Erntetermin nach Untersuchungen von GIESINGER, Schweiz, zitiert nach SASS (4).



Beim Rapsdrusch sind die Aufnahmeverluste relativ hoch, da die Schoten entweder von der Aufnahmeschnecke im Mähdrescherschneidwerk oder aber bereits vom Haspel zum Teil erheblich ausgeschlagen werden. Noch größere Verluste treten am Seitenteiler des Mähwerkes auf, die Verluste sind um so höher, je trockener das Gut und je stärker der Bestand ineinander verfilzt ist.

Auch die Schnittbreite des Mähdreschers spielt eine Rolle, Maschinen mit sehr großen Schnittbreiten bringen deshalb weniger Verluste, weil sie seltener den Bestand zu durchtrennen haben.

Um die Aufnahmeverluste zu verringern, wurden am Mähdrescherschneidwerk verschiedene Umbauten vorgenommen, die mittlerweile schon von einigen Firmen am Markt angeboten werden.

5.4 Mähdrusch mit verlängertem Tisch und Seitenschneidwerk

Um die Verluste im Direktdrusch zu vermindern, bemühten sich viele Landwirte und auch Landmaschinenhersteller um technische Lösungen, die den Ausfall des Rapses beim Direktdrusch verringern sollten. Die Tischverlängerung um 40 bis 60 cm ist eine wesentliche Maßnahme, um den sonst vor dem Messer ausfallenden Raps noch bergen zu können. Sobald die Pflanze von der Einzugstrommel erfaßt wird, gerät sie in sehr starke Erschütterungen. Ist sie noch nicht abgeschnitten (Fahrt gegen die Lagerrichtung), dann kann sie einschließlich Wurzel ausgerissen werden, andere Pflanzen werden mitgerissen, durch die Erschütterung erfolgt ebenfalls ein gewisser Ausfall des Kornes. Nach SASS (4) bietet die Firma Fick eine Tischverlängerung, die aus- und einziehbar ist. Bild 4 zeigt diese Anordnung.

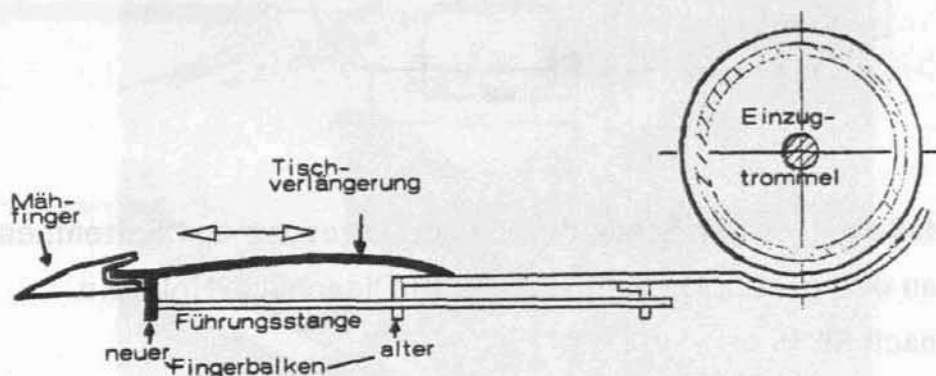


Bild 4: Ausziehbare Schneidwerksverlängerung der Firma H. Fick, Heilshoop, in Rapsstellung (nach SASS)

Die Verlängerung für einen 3 m breiten Tisch kostet bei oben angegebener Firma 5 000.--DM, ein Seitenmähwerk dazu kommt auf ca. 1000.--DM. Von mehreren Firmen werden ähnliche Lösungen angeboten, zum Teil über 10 000.-- DM.

Für das Seitenschneidwerk gibt es verschiedene Lösungen. Ein schräg-
gestelltes Doppelmesserschneidwerk wird in Bild 5 (nach SASS) demonstriert.

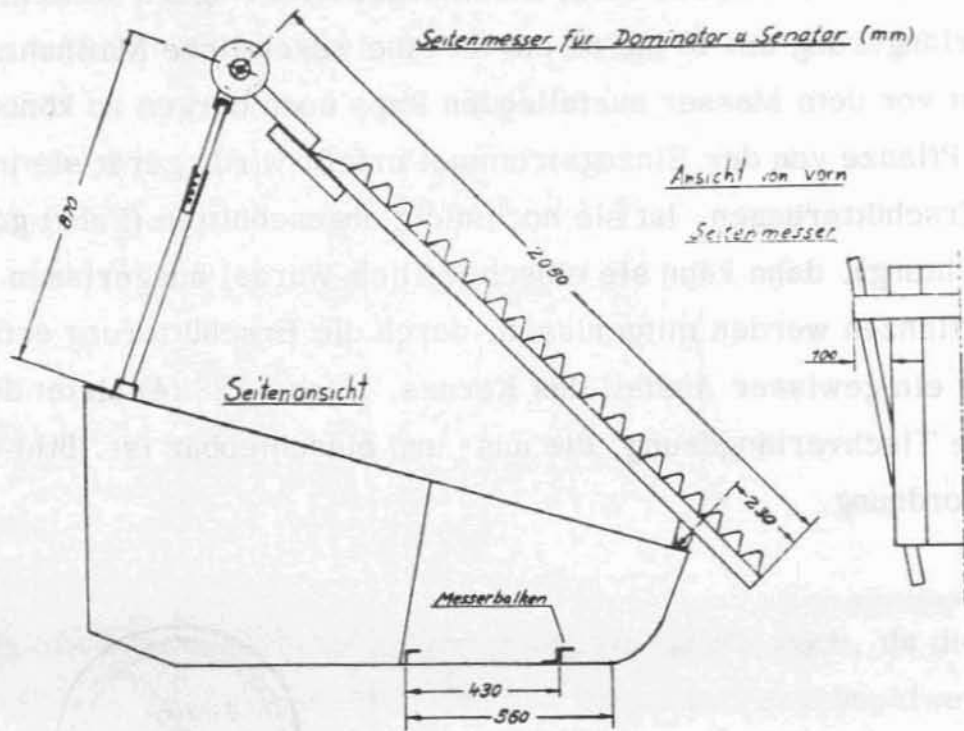


Bild 5: Maßangaben für Schneidwerksverlängerung und Seitenmesseranbau der Firma H. Schmahl, 2440 Oldenburg/Holstein (nach SASS (4))

Die meisten angebotenen Seitenschneidwerke überragen das Querschneidwerk nach vorne. Dadurch kommt es doch zu erheblichen Ausfallverlusten am Seitenschneidwerk. Um diesen Nachteil zu umgehen, wurden bereits 1969 im Auftrag der Firma Claas über Prof. BRENNER, Landtechnik Weihenstephan, an H. STREHLER, Honsolgen, Entwicklungen zur Tischverlängerung und Seitenschneidwerkskonstruktion in Auftrag gegeben. Die Tischverlängerung war durch Anbringung eines zweiten Messerbalkens und Überbrückung mit Blechen einschließlich Verlänge-

rung des Messerantriebs relativ einfach zu bewerkstelligen. Bei der ersten Ausführungslösung wurde auch ein Senkrechtmesser mit Messerbalken so angebracht, daß es auf der Höhe der ursprünglichen Position des Schneidwerks lag. Die Haspel konnte am Senkrechtschneidwerk seitlich vorbeigeführt werden. Bild 6 zeigt die Anordnung mit Tischverlängerung, Verlängerung des Mähwerkantriebes (Halmteiler wurde zur besseren Sicht abgenommen). Das Senkrechtmähwerk ist ebenfalls auf Bild 6 zu erkennen, über die Mähwerksfinger ist allerdings eine Schutzvorrichtung geklappt. Das Senkrechtmähwerk war so angeordnet, daß die ausfallenden Körner auf den Tisch zurückgefördert wurden. Das gelang durch entsprechende Blechverkleidung.

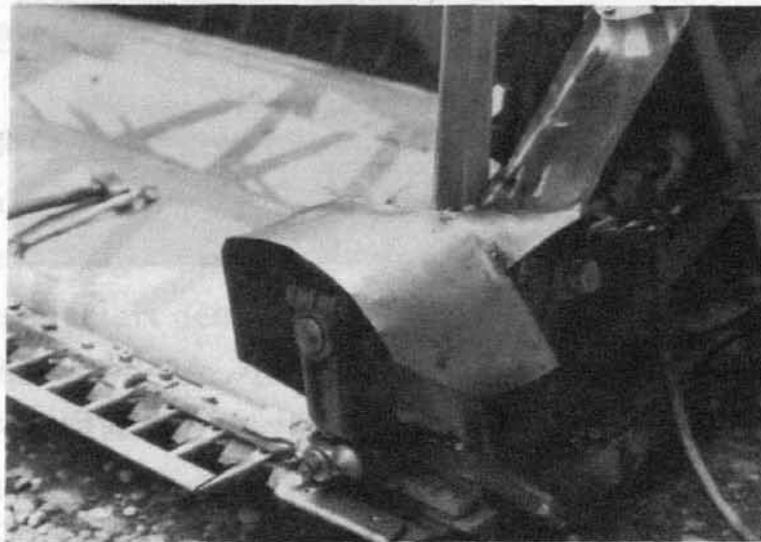


Bild 6: Tischverlängerung, Antriebsverlängerung für das Mähwerk, Senkrechtschneidwerk zurückgezogen mit Messerschutz, Halmteiler zur Sicht auf den Antrieb abgenommen (nach STREHLER (5))

Das Schneiden mit dem Senkrechtschneidwerk befriedigte nicht voll. Daher wurde ein Kreissägenblatt mit Gegenschneide als Trennorgan ausgewählt. Bild 7 zeigt die Anordnung am linken Halmteiler, der Antrieb er-

folgt über einen Keilriemen, der vom Antrieb der Einzugsschnecke weggeführt wurde. Die Blechverkleidung wurde so angestellt, daß hohe Rapspflanzen etwas nach unten geführt wurden, um die Schneide zu erreichen. Tiefliegenden Pflanzen wurden durch einen flach verkleideten Halmteiler angehoben und auf die Schneide zugeführt. Der Schnitt erfolgte ohne jede Erschütterung. Die nach außen abfallenden Körner wurden über eine Mulde auf den Schneidtisch geführt.

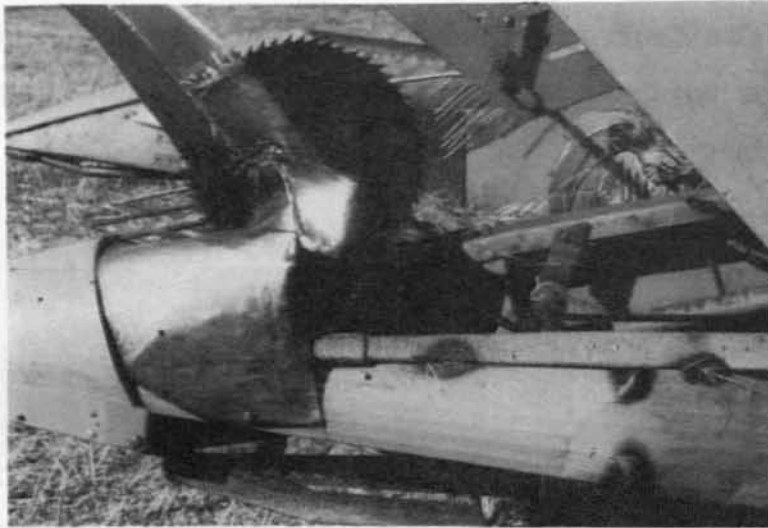


Bild 7: Seitenschneidwerk als Kreissägenblatt, Ausführung nach Vorschlägen von STREHLER, Finanzierung durch Firma CLAAS, 1969

Bild 8 zeigt das Seitenschneidwerk von der anderen Seite. Die Kornrückführmulde ist rechts vom Sägenblatt zu erkennen.

SINDT (6) berichtet im Dezember 1981 in einer RKL-Schrift über Seitenschneidwerke aus Kanada, die ebenfalls mit einem Kreissägenblatt mit 72 cm Durchmesser arbeiten. Auch dieses Schneidwerk arbeitet nach SINDT bei 700 U/min ruck- und störfrei. SINDT weist ferner daraufhin, daß es wichtig ist, daß sämtliche Kanten, an denen sich Raps stauen könnte, bei Halmteilern und Tischverlängerung vermieden werden müssen.

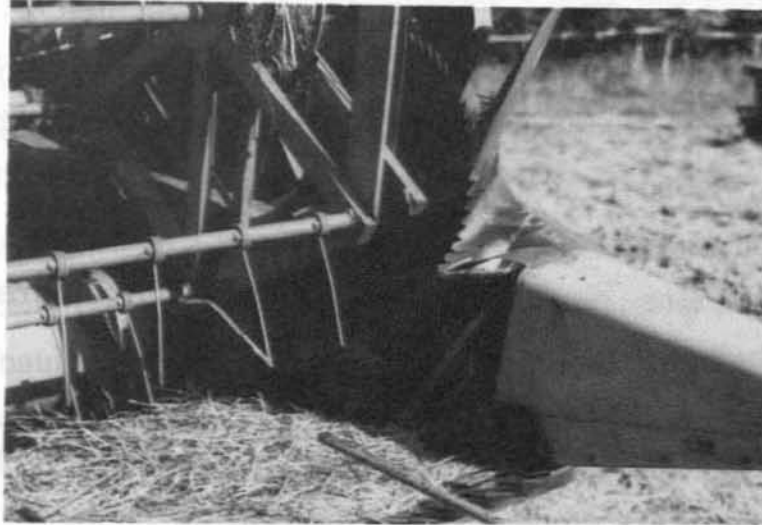


Bild 8: Seitenschneidwerk als Kreisssägeblatt STREHLER-CLAAS (5)

6. Zusammenfassung

Aufgrund von Züchtungserfolgen zur Erhöhung der Ölqualität gewann Raps auf einem tragbaren Preisniveau in Deutschland in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung. Eine frühräumende Vorfrucht wie beispielsweise Wintergerste erleichtert den Anbau. Schlagraps sollte zwischen 20. und 30. August angebaut werden. Eine intensive Bodenbearbeitung hat sicherzustellen, daß die Pflanzen im Herbst noch schnell wachsen können. Der Zukauf von jährlich neuem zertifiziertem Saatgut stellt sicher, daß der Erucasäuregehalt in den zulässigen Grenzen bleibt. Mit einer Aussaatmenge von 5,5 bis 6,5 kg/ha erreicht man eine Zahl von ca. 60 Pflanzen/qm, bezogen auf den Zeitpunkt vor der Ernte. Als optimaler Reihenabstand wird nach wie vor der Wert von 30 cm angegeben. Das Korn soll 2 bis 3 cm tief eingebracht sein und den nötigen Bodenschluß erhalten, was man durch nachträgliches Walzen fördern kann, vorausgesetzt wird die entsprechend intensive Bodenbearbeitung vor der Saat. Im allgemeinen wird das Herbizid vor der Saat intensiv in den Boden eingearbeitet. Im gleichen

Arbeitsgang wird der Dünger gut mit dem Boden vermischt. Ein Teil des Stickstoffes wird bereits im Herbst gegeben, zur besseren Steuerung der Pflanzenentwicklung am besten in 2 Gaben. Im zeitigen Frühjahr, möglichst noch im Februar, erfolgt die erste Stickstoffgabe, Mitte März die zweite. Spätdüngung gibt bei Raps keinen Sinn. Um weitere Pflanzenschutzmaßnahmen und eine gezielte Stickstoffdüngung durchführen zu können, empfiehlt sich die Anlage von Lichtschächten.

Bei der Ernte hat sich der Stengeldrusch durchgesetzt, verlängerte Tische mit Seitenschneidwerk dienen der Verlustsenkung.

7. Literatur

- (1) Teuteberg, W.: Der Anbau von Raps, in Qualitätsraps 80/81, Herausgeber: Qualitätsraps-Förderungs-Fonds, Kaufmannstr. 71, 5300 Bonn
- (2) Maidl, Dr.: Vortragstagung über Rapsbau, Kösching, 1982
- (3) Scheller, H.: Ölfrucht- und Hülsenfruchtanbau, Raps und Rübsen, in Die Landwirtschaft, Band 1, BLV-Verlag, S. 199 (1981)
- (4) Sass, H.: Rapsernteverfahren, RKL Kiel, Mai 1981
- (5) Strehler, A.: nicht veröffentlichter Versuchsbericht an Fa. Claas, Schneidwerksverlängerung und Seitenschneidwerk, 1969,
- (6) Sindt: RKL-Mitteilungen: Rapsschneidwerk Dez. 1981 an Mitglieder

Maisanbau - herkömmlich - oder mit Folie

von AR Dr. Ing. Hans Kromer, Institut für Landtechnik Weihenstephan,
unter Mitarbeit von Dr. Kleisinger und M. Stimmelmeier

Jedes Anbauverfahren muß die Kulturansprüche und den Standort berücksichtigen. Sowohl deren Optimierung wie auch Wertung setzt die Kenntnis der pflanzenbaulichen und physikalischen Zusammenhänge voraus. Erst dann wird die geeignete Beeinflussung z.B. der Wachstumsfaktoren möglich.

Nachdem die Energiebilanz z.B. bei Körnermais mit weniger als drei vergleichsweise ungünstig ist und die durchschnittlichen Erträge in der Bundesrepublik-Deutschland mit 53 dt/ha weit unter dem genetischen Ertragspotential liegen, ist trotz einer Anbaufläche von 126.213 ha Körnermais und 736.000 ha Silomais der "herkömmliche" Maisanbau stets von neuem in Frage zu stellen. Eine Überprüfung erfolgt methodisch zweckmäßigerweise über die Aufstellung einer Forderungsliste und die Erfassung der funktionellen Zusammenhänge unter Berücksichtigung von Analogien in der Pflanzenproduktion, um daraus Lösungsvarianten zu erarbeiten. Unerlässlich für eine Beurteilung neuer Verfahrensvarianten ist die mehrjährige Erprobung, wobei die üblichen Wertungsmaßstäbe wie Ertrag, Flächenleistung, Arbeitszeitbedarf etc. evtl. noch zu ergänzen sind.

Voraussetzungen der Verfahrensauswahl

Bei der Definition der Forderungen an das Anbauverfahren steht in der Regel an erster Stelle die Steigerung des Produktionsertrages. Diese Intensivierung bedeutet in der pflanzlichen Produktion in aller Regel auch eine Verbesserung der Energiebilanz. Weitere Ziele können die Ausweitung des Maisanbaues in ungünstigere Lagen oder eine Ertragsstabilisierung sein.

Berücksichtigt man auch die "Schnittstellen" z.B. hinsichtlich Standort und tierischer Produktion, so kann es auch primär auf eine Minderung der Erosion, auf die Gewinnung höherwertiger Verwertungsstufen von Mais und aus Gründen der Betriebsorganisation auf eine Veränderung der Feldarbeitspanne ankommen.

Aufgaben der landtechnischen Arbeitsverfahren ist es, diese Anforderungen durch Einsatz technisch-physikalischer Hilfsmittel zu erfüllen.

Wachstumsfaktoren von Mais

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist Mais eine sogenannte C_4 -Pflanze, d.h. aus Zwischenstufen der Fotosynthese werden 4 C-Atome gebildet. Infolgedessen besteht eine hohe Ertragsabhängigkeit von Temperatur und Licht, hinzu kommen die bekannten Wachstumsfaktoren Wasser, Nährstoffe etc. Aus diesem Grunde ist es auch möglich, den Reifeverlauf von Mais über die Temperatursumme zu beurteilen. VIS und STIEGER haben kürzlich die begrenzte Eignung dieses Verfahrens für das Bundesgebiet erläutert, wonach die Temperatursumme standortabhängig zwischen 1130°C und 1825°C schwankt. Für die Ernte von Körnermais mit 68% TS (FAO 240) ist aber eine Temperatursumme von mindestens 1600°C erforderlich, eine Erklärung dafür, daß es nur wenig Körnermaislagen in Deutschland gibt.

Bekanntlich erfordert Mais zum Keimen eine Mindesttemperatur von $+8^{\circ}\text{C}$ und einen Bodenwassergehalt von mindestens 20%. Die Keimgeschwindigkeit wird durch die Bodentemperatur und -feuchte beeinflusst, das Optimum liegt bei ca. 30°C und 80% FK (Wasserbedarf 260 bis $340\text{ g H}_2\text{O/gTS}$). In Weihenstephan erreichte in den letzten 10 Jahren die mittlere Monats-temperatur des April nie die Mindestkeimtemperatur, 1980 verkürzten zusätzlich hohe und zahlreiche Niederschläge die verfügbaren Feldarbeits-

tage, so daß der früheste Anbau termin ca. 4 Wochen später war als 1979. Nachweislich war auch die Temperatursumme und damit die Ausnutzung des Ertragspotentials geringer. Somit kommt es vor allem darauf an, die Wachstumsfaktoren Temperatur und Wasser zu beeinflussen. Langjährige Ertragsuntersuchungen von MARTIN haben nachgewiesen, daß durch Beregnung auf wasserarmen Standorten ein gesicherter Korn-Mehrertrag (trockene Ware) von rund 23 dt/ha erzielt wird, bei Verfahrenskosten von mindestens 400 DM/ha (80 mm/ha á 5 DM/mm und ha). Die zweite Frage ist, welche Möglichkeiten es gibt, den Wachstumsfaktor Temperatur zu beeinflussen.

Bei der Suche nach Analogien stößt man vor allem auf Kulturen mit langer Vegetationsperiode oder erwünschter Verfrühung. Die Problemlösung wird erzielt durch Saatgutvorbehandlung (z.B. Vorkeimung), Pflanzung, Damm-anbau, Verwendung von Mulchfolie oder Bedeckungsfolie. Die Anbaufläche mit Folienbedeckung von Frühgemüse und Frühkartoffeln beträgt derzeit im Bundesgebiet ca. 3000 ha. Nach Untersuchungen von STANZEL mit Maisanbau auf Dämmen erhöhte sich an strahlungsreichen Tagen die Bodentemperatur um 5°C, erbrachte jedoch keinen gesicherten Mehrertrag, Pflanzung und Saatgutvorbehandlung begünstigen ebenfalls nur die frühe Wachstumsphase. Demgegenüber bewirkt der Folienanbau

1. Erhöhung der Lufttemperatur unter der Folie um bis 7°C
2. Erhöhung der Bodentemperatur in 5 cm Tiefe
schwarze Mulchfolie bis 6,5°C
transparente Mulchfolie bis 8°C
3. Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit bis zu 20%.

Demnach scheint für eine sehr frühe Aussaat vor allem die Bodenbedeckung mit transparenter Folie geeignet, die Minderung des Lichteinfalles ist in

dieser Phase ohne Bedeutung. Die Folienabdeckung muß jedoch ausreichend breit sein, damit im Wurzelbereich der Folieneffekt sicher erreicht wird.

Bereits Anfang der siebziger Jahre wurden in den USA erfolgreiche Versuche bei Zuckermais durchgeführt, die trotz erzielter Mehrerträge bis 50% wegen verfahrenstechnischer Nachteile und nicht gelöster Unkrautbekämpfung keine Lösung für den großflächigen Anbau darstellen. Einige Untersuchungen mit schmaler Bedeckungsfolie (Streifenfolie) ergaben bei verfahrenstechnischen Nachteilen und Anbaumehrkosten von ca. 350. -- DM/ha keinen ausreichenden Mehrertrag. Wegen der Zusammenhänge des Temperaturanstieges unter Folie muß versucht werden, die Temperatursumme über der gesamten Vegetationsperiode zu erhöhen, d.h. Verwendung einer Mulchfolie. Der Durchbruch gelang deshalb erst durch die Entwicklung einer selbstzersetzenden PE-Folie Ende der siebziger Jahre in Frankreich. Bei dem dort "plastisemeuse" genannten Verfahren werden die Vorteile der Kulturbedeckung in der Keimphase mit denen der Mulchfolie in der Wachstumsphase kombiniert. Dieses Verfahren wurde in Deutschland durch die Anwendungstechnische Abteilung der BASF als Folienmulch-Saatverfahren eingeführt. Dazu erfolgt auch 1981 ein versuchsweiser Anbau auf rund 40 Standorten in Bayern bis Schleswig-Holstein.

Anbautechnik

Das Folienmulch-Saatverfahren erfordert sowohl die Ablage der Folie wie auch die Einzelkornsaat, wobei es auf eine genaue Zuordnung von Folienöffnung und Pflanze ankommt (Abb. 1). Hierfür hat sich bislang nur das synchronisierte Loch-Säverfahren bewährt, wobei dann die Abweichung vom Pflanzenstandort und Folienloch unter 1% liegen. Kennzeichen der augenblicklichen Gerätetechnik ist die Ablage von Folie, das Lochen der Folie, Schaffung eines Saatloches und Ablegen des Saatgutes. Grundsätzlich ist sowohl eine Trennung einzelner Vorgänge voneinander möglich, wie auch



Abb. 1: Für ein sicheres Auflaufen und Durchwachsen des Maises durch die Folie ist eine ausreichend große Lochung erforderlich. Dadurch wird der Mindestpflanzenabstand eingeschränkt, da eventuell ein "Reißverschlußeffekt" erzielt wird. Deutlich sichtbar eine verstärkte Ausbildung von Geiztrieben.

die gleichzeitige Ausführung anderer Maßnahmen der Bodenbearbeitung, wie Walzen, Streifenbearbeitung, Dammformung etc. möglich. Verlegt wird heute im wesentlichen nurmehr eine 0,02 mm starke PE-Folie. PE-Folie mit 4,50 DM/kg ist nur etwa halb so teuer wie EVA-Folie und nur etwa 1/3 so teuer wie PVC. Die Schwärzung von Folie wirkt UV-stabilisierend und ergibt gegenüber transparenter Folie einen geringeren Effekt auf die Bodenerwärmung. Voraussetzung für die Verwendung transparenter Folie ist jedoch in der Regel die zulässige Verwendung eines Vorsaat-herbizides.

Verfahrenskennwerte

Die derzeitigen Werkzeuge zur Folienfestlegung erfordern eine ausreichend tiefe Bodenbearbeitung. Dies bedeutet in der Praxis eine Saatbettvorbereitung mit zapfwellengetriebenen Eggen, bevorzugt mit der Kreiselegge. Durch die Verwendung von Folie ist auch ein früherer Anbau möglich, so daß bei der Saatbettbereitung darauf geachtet werden muß, keine feuchten Boden nach oben in den Saathorizont zu holen. Je besser das Saatbett vorbereitet ist, um so höher ist die zulässige Arbeitsgeschwindigkeit bei Folien- und Saatgutablage. Sie ist derzeit begrenzt auf 4,5 km/h, so daß sich gegenüber der konventionellen Einzelkornsaat eine verringerte Flächenleistung ergibt, z.B. beim vierreihigen Gerät (Abb. 2) von 1,3 auf 0,9 ha/h. Die Anschaffungskosten belaufen sich von DM 17.000.-- für ein zweireihiges Gerät bis DM 51.000.--. Für das Wechseln der Folienrolle und das Festlegen der Folie am Feldende ist eine zweite AK erforderlich. Damit errechnen sich Gesamtkosten der Arbeitserledigung ohne Folien- und Saatgutkosten auf mindestens 200.-- DM/ha (Abb. 3). Die 1981 verrechneten Folienkosten der Lohnunternehmer beliefen sich für 1,1 m breite Folie auf 600.-- DM/ha und für 1,4 m breite Folie auf 1000.-- DM/ha. Für die Saison 1982 muß für die 1,1 m-Folie (7330 qm Folie/ha, 0,02 mm stark) mit Kosten von 660.-- DM/ha und für die 1,4 m-Folie (9330 qm Folie/ha, 0,02 mm stark) mit 775.-- DM/ha gerechnet werden (inkl. MwSt.). Damit ergeben sich für den Folienmaisbau Gesamtkosten von 860.-- bis 1.100.-- DM/ha. Dem gegenüber betragen Maschinenring-Verrechnungssätze für die Mais EKS 55.-- bis 80.-- DM/ha (Abb. 4). Somit entstehen durch den Folienanbau (1,4 m Folie) Mehrkosten von ca. 900 DM/ha und bei geringer Einsatzfläche von 1000.-- DM/ha.

Hinsichtlich zusätzlicher Kosten bei der Nachbearbeitung ist, insbesondere bei Fräsdrillsaat kein zusätzlicher Aufwand für die Bodenbearbeitung nach dem Folienmaisbau erforderlich. Mit großer Sicherheit gilt dies auch

für die nicht notwendige Folienbergung, da der Zerfall der Folien in den letzten Jahren wesentlich verbessert worden ist (Abb. 5). Über eventuell notwendige Maßnahmen können derzeit, bei Langzeitanwendung infolge Veränderung des Düngerniveaus zum Pflanzenschutz, keine gesicherten Aussagen gemacht werden.



Abb. 2: Vierreihige Folien-Maisbestellmaschine der Firma Huard, das gleiche Prinzip verwendet das HORSCH-System (Werkfoto BASF, Limburgerhof)

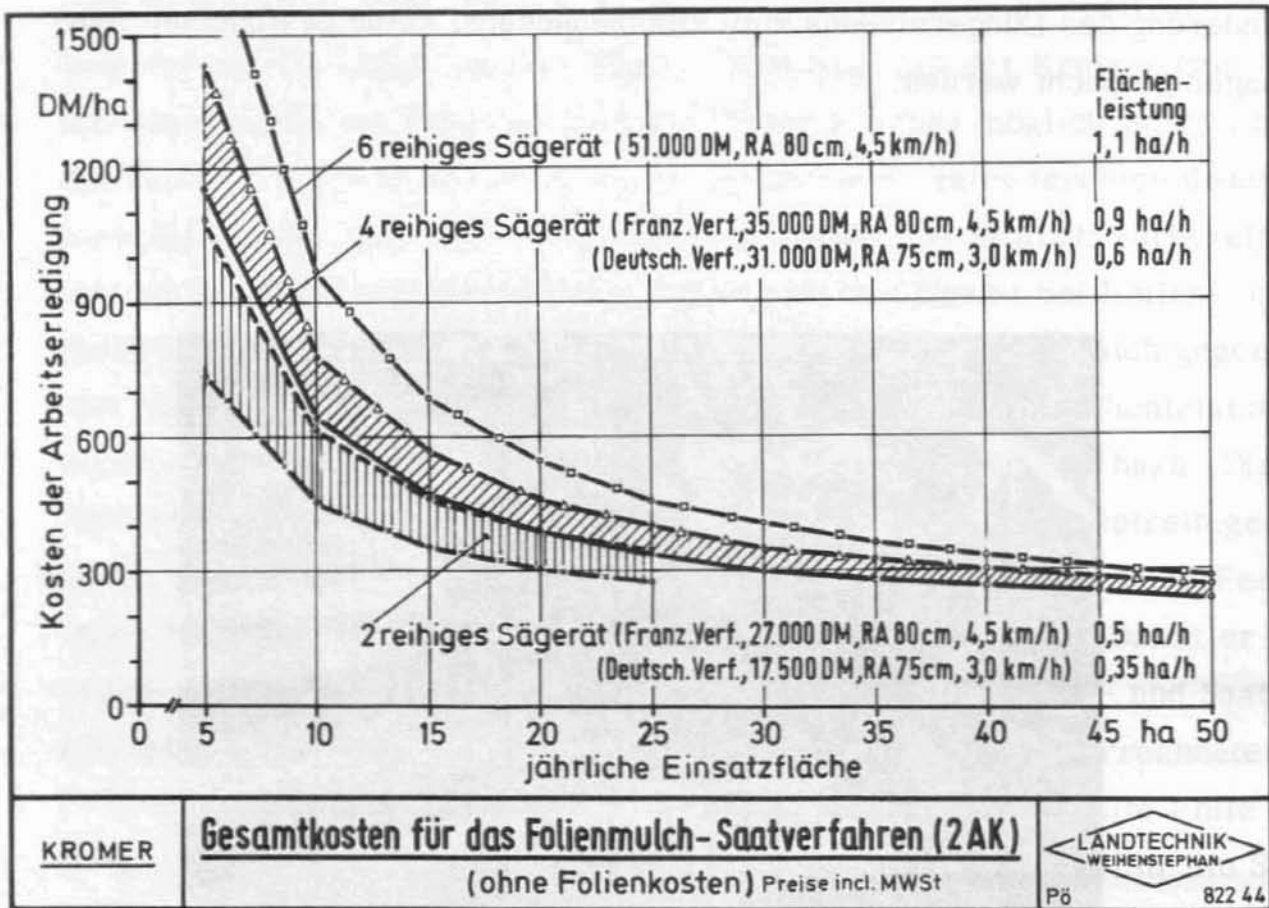


Abb. 3: Gesamtkosten der Arbeitserledigung in Abhängigkeit von der jährlichen Einsatzfläche für praxisnahe Einsatzbedingungen. Verbesserte vierreihige Bestellmaschinen erlauben eine max. Einsatzfläche pro Jahr von 80 ha (ohne Folienkosten, inkl. MeSt.)

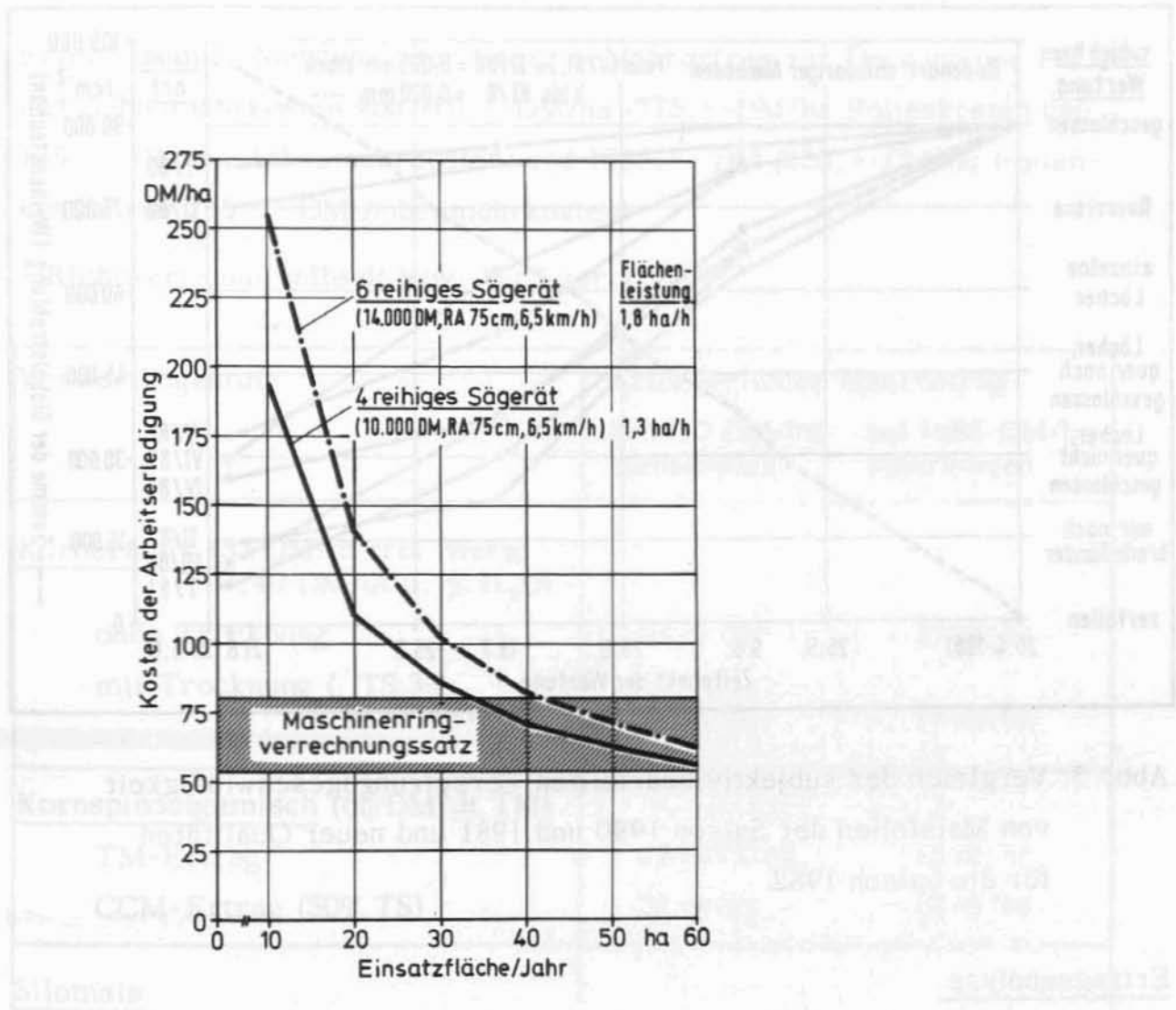


Abb. 4: Gesamtkosten der Mais-Einzelkornsaat in Abhängigkeit von der jährlichen Einsatzfläche, sowie Bereich der Maschinenring-Verrechnungssätze

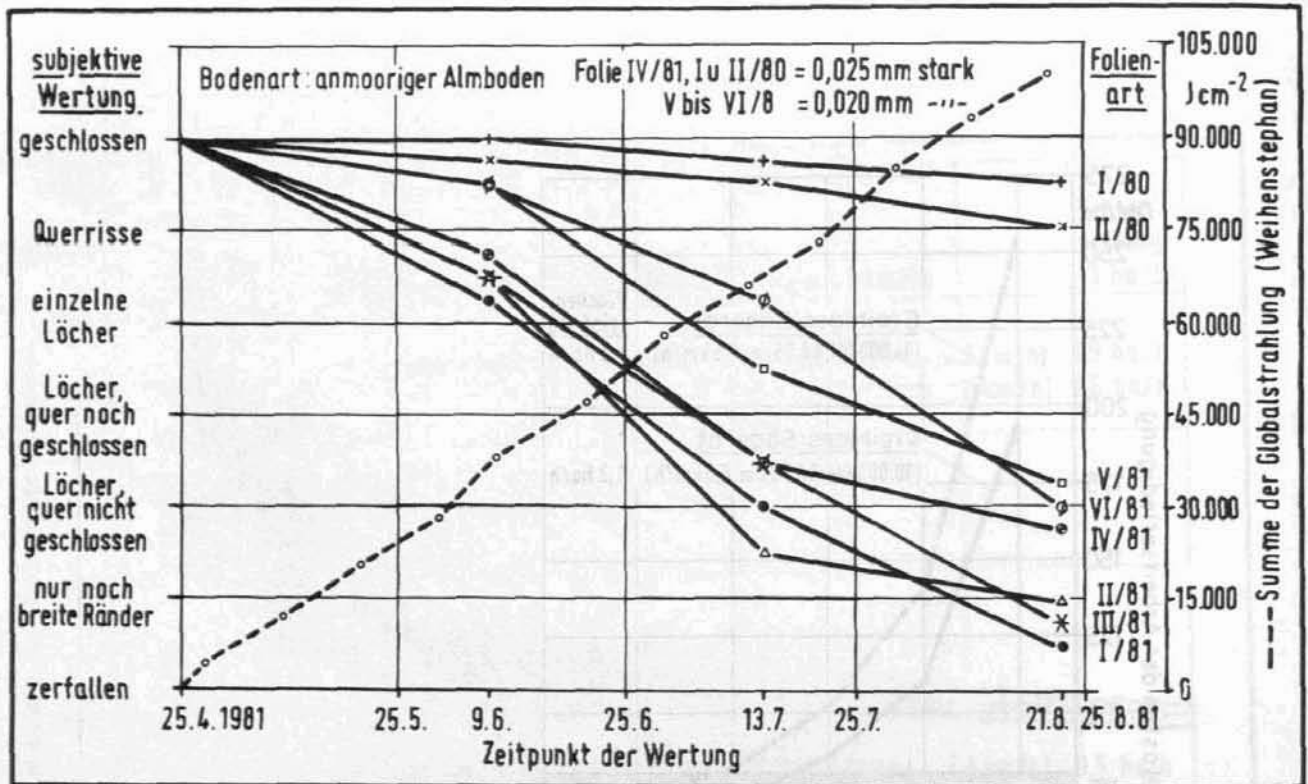


Abb. 5: Vergleich der subjektiv beurteilten Zersetzungsgeschwindigkeit von Maisfolien der Saison 1980 und 1981 und neuer Qualitäten für die Saison 1982

Ertragsanalyse

In Abhängigkeit der Verwertungsstufen von Mais ist zu überprüfen, inwieweit die Mehrkosten durch einen höheren Energie- bzw. Mengenertrag und geringere Kornfeuchte und damit geringere Trocknungskosten gedeckt sind (Tabelle 1). Nicht zu quantifizieren sind weitere, möglicherweise entscheidende Argumente für die Verwendung von Folie wie

- größere Standsicherheit und damit geringere Ernteverluste
- Verlängerung der Feldarbeitstage
- verfrühte Ernte, und damit termingerechte Aussaat von Winterweizen oder Zwischenfrucht
- Sicherung des Mengenertrages und/oder der Verwertungsstufe

Tabelle 1

Erforderlicher Mengen- oder Energie-Mehrertrag zur Deckung der Folien- und Anbaumehrkosten von 910.--DM/ha (775.--DM/ha Folienkosten und 135.--DM/ha Anbaumehrkosten) und 1085.--DM (850.--DM/ha Folienkosten und 235.--DM Anbaumehrkosten)

- Richtwerte auf volle dt bzw. kStE gerundet -

Verwertungsstufe	Erforderlicher Mehrertrag	
	bei 910 DM/ha Mehrkosten	bei 1085 DM/ha Mehrkosten
<u>Körnermais</u> (52 DM/dt tro. Ware; 0,40 DM/dt u. % H ₂ O)	ohne Trocknung	21 dt/ha
	mit Trocknung (TS 3%; 80 dt/ha)	19 dt/ha
<u>Kornspindelgemisch</u> (66 DM/dt TM)	TM-Ertrag	16 dt/ha
	CCM-Ertrag (50% TS)	32 dt/ha
<u>Silomais</u>	bei 0,40 DM/kStE	2713 kStE/ha
	bei 0,65 DM/kStE	1669 kStE/ha

Ungesichert ist der Einfluß auf die Erosion. Bei der derzeitigen Anbau-technik kann nicht mit einer Verringerung gerechnet werden.

Nachdem es sich bei der Folie um ein klimatisches Betriebsmittel handelt, ist in die Bewertung des Verfahrens vor allem der Standort und da-

mit das Ertragsniveau einzubeziehen. Andere Maßnahmen der Ertragssteigerung wie Bewässerung, Reihendüngung, Sortenwahl etc. sind als wesentliche Randbedingungen ebenfalls zu berücksichtigen.

Körnermais

Ein Hinweis auf den möglichen Mehrertrag gibt die Pflanzenhöhe. Der Sorteneinfluß war dabei vernachlässigbar gering, die Reifegruppe hatte auch beim Ertrag keinen gesicherten Einfluß (Abb. 6). Der Feldaufgang wird durch die Folie nicht signifikant verbessert. Die günstigeren Keim- und Wachstumsbedingungen führen jedoch sortenabhängig zu verstärkter Ausbildung von Geiztrieben (siehe Abb. 1).

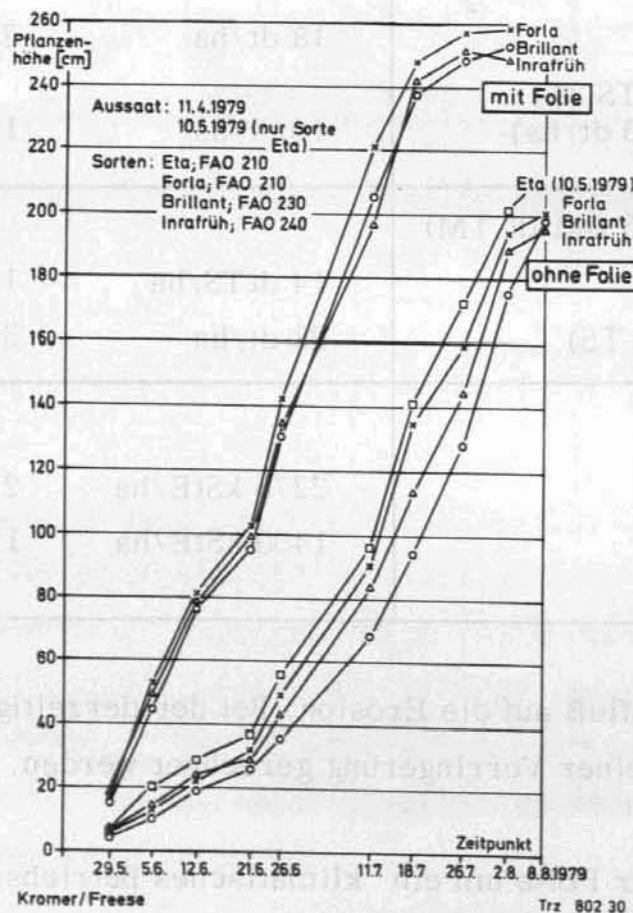


Abb. 6: Entwicklung der Pflanzenhöhe in Abhängigkeit von der Sorte und der Anbautechnik

1979 betrug der Wachstumsvorsprung beim Anbau mit Folie ca. vier Wochen, 1980 hingegen nur ca. zwei Wochen. Inzwischen liegen dreijährige Ergebnisse über den Mehrertrag von einem Standort vor (Abb. 7).

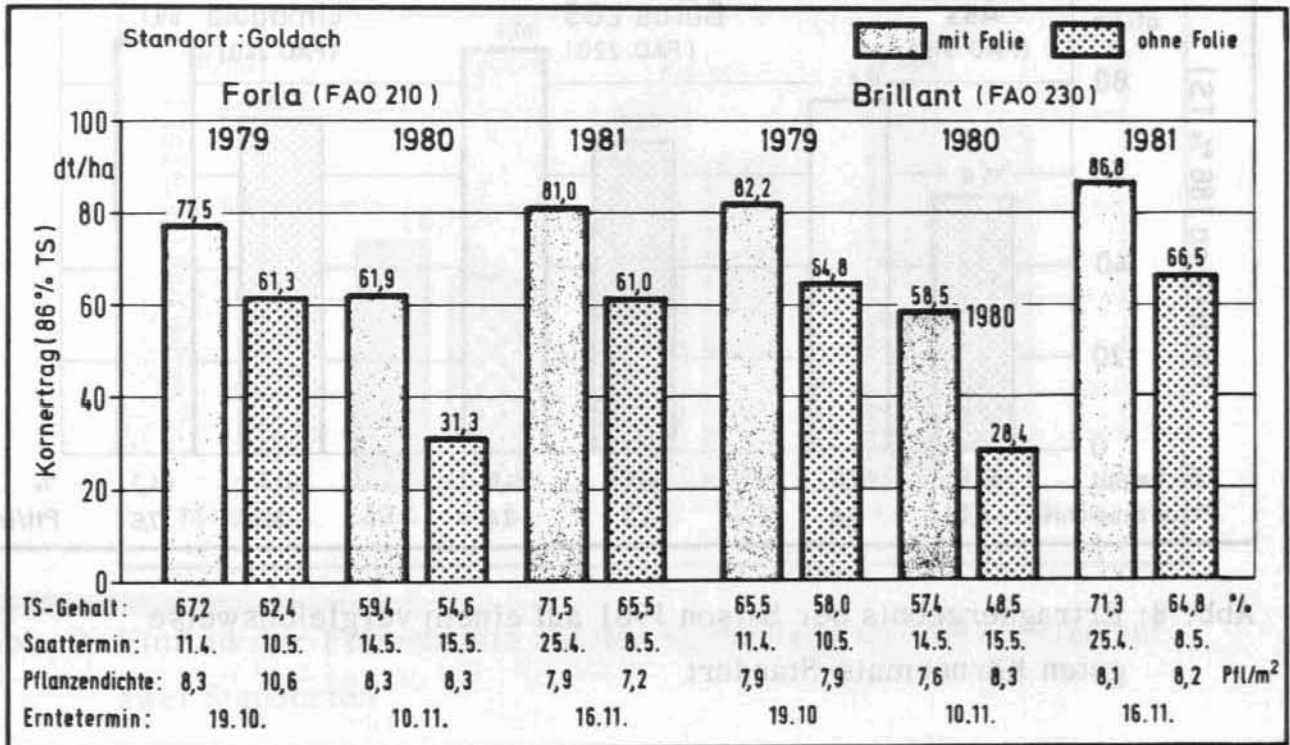


Abb. 7: Ertragsergebnisse eines dreijährigen Vergleichsversuches auf einem Standort über den Einfluß des Folienanbaues im Vergleich zum ortsüblichen Maisanbau

Bei Verwendung von 1,4 m-Folie wird in allen Jahren bei den zwei untersuchten Sorten ein sicherer Mehrertrag von 16,2 bis 30,6 dt/ha (trockene Ware) erzielt. Auf vergleichsweise günstigen Standorten betragen die Mehrerträge 1979 nur 16,6 dt/ha, 1980 15,6 dt/ha und in vergleichbarer Lage (Abb. 8) 1981 über 17,7 dt/ha. Eine gute Aussage für den süddeutschen Raum ist das Ertragsergebnis 1980 von sechs Standorten. Hierbei wurden bei einem durchschnittlichen Ertrag von 73,2 dt/ha (Spannweite 58,4 bis 96,6) ein Mehrertrag von 23,3 dt/ha gegenüber dem Normalanbau erzielt.

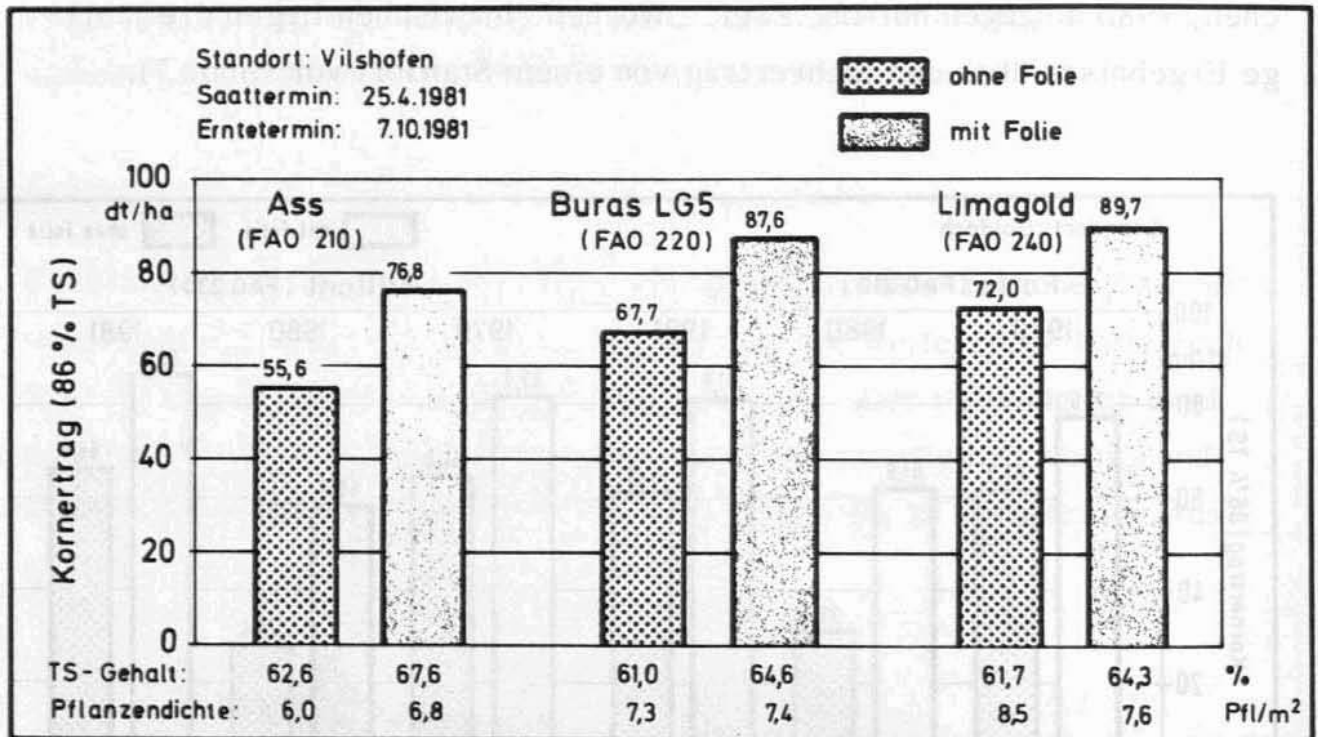


Abb. 8: Ertragsergebnis der Saison 1981 auf einem vergleichsweise guten Körnermais-Standort

Der TS-Gehalt war dabei im Mittel um 4,9 % höher. Auf ungünstigem Standort beträgt die TS-Differenz bis 8%. Ein gesicherter Einfluß der Reifegruppe war wiederum nicht festzustellen. Ertragsversuche auf zwei Standorten mit verminderter Folienbreite zur Senkung der Folienkosten um 140.-- DM/ha verringerte den Mehrertrag um 6,1 bis 13,8 dt/ha, ohne einen gesicherten Einfluß auf den TS-Gehalt (Abb. 9). Danach ist durch die 1,1 m-Folie der entgangene Mehrerlös größer als die Kosteneinsparung. Dieses Ergebnis, wonach derzeit nur 1,4 m-Folie zu verwenden ist, ist noch durch weitere Versuche zu sichern.

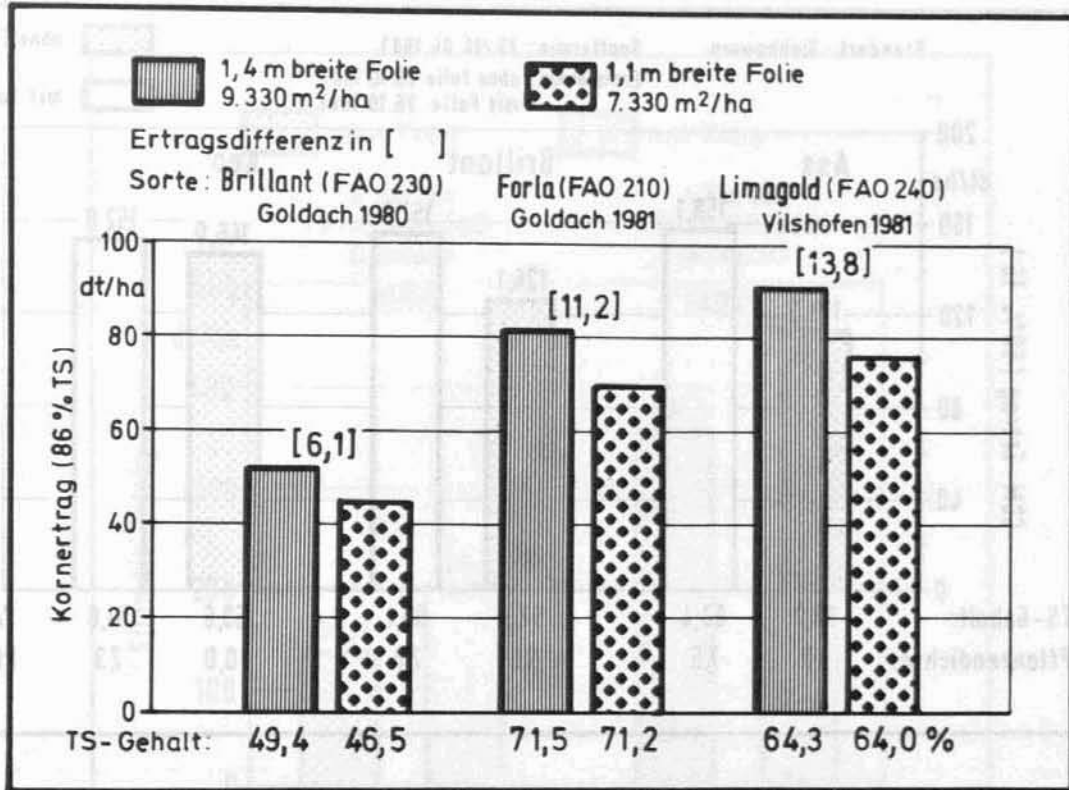


Abb. 9: Einfluß der Folienbreite auf den Kornertrag mit drei Sorten auf zwei Standorten

Corn-Cob-Mix

Ertragsversuche der BASF und des AFL Coburg ergaben bei CCM (50% TS-Gehalt) einen Mehrertrag von 29,9 dt/ha durch die Verwendung von Folie. Entsprechende Weihenstephaner Versuche ergaben 1981 einen Mehrertrag von 27,3 dt/ha (Abb. 10) mit deutlichem Folieneinfluß und saatechnisch bedingt unterschiedlichen Pflanzendichten. Eine sichere Aussage ist auch hier standortabhängig nur nach mehrjährigem Ertragsvergleich möglich.

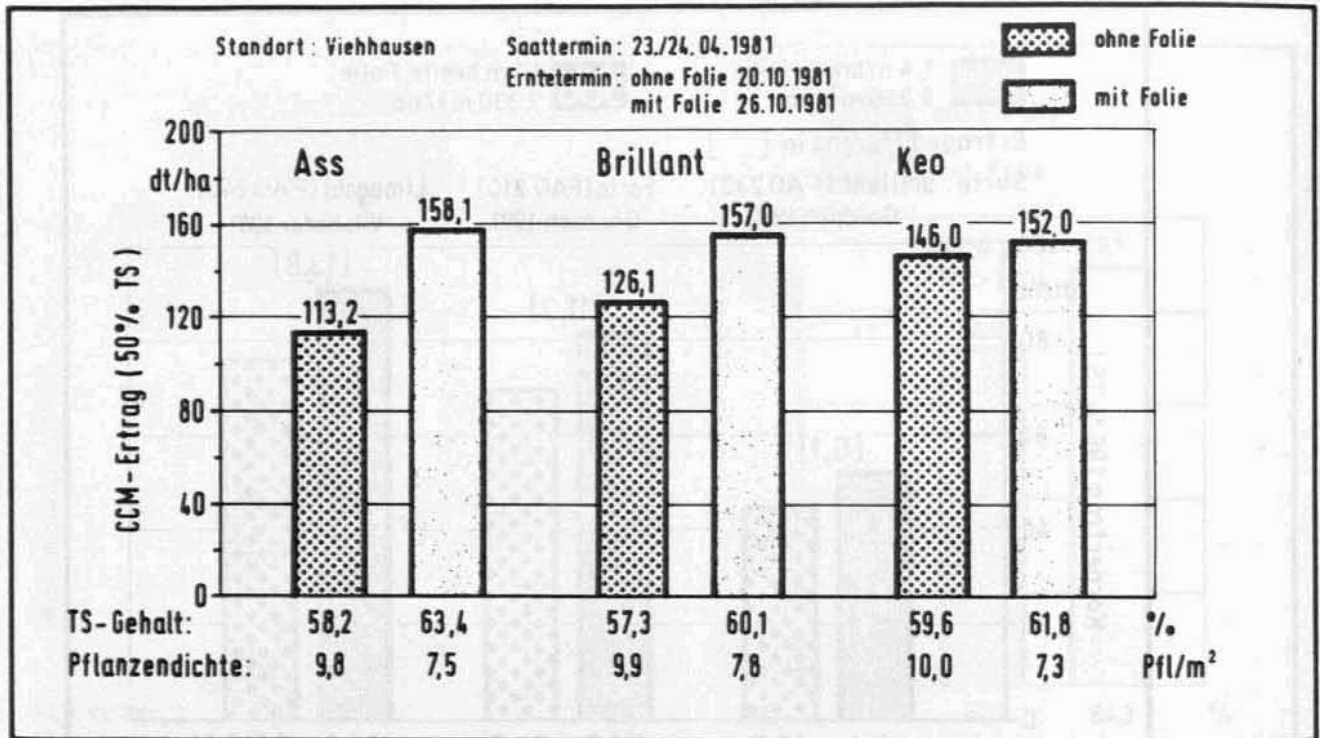


Abb. 10: CCM-Ertragsversuche 1981 über den Einfluß der Verwendung von Mulchfolie (1,4 m breit)

Silomais

Hierbei erfolgt die Bewertung zweckmäßigerweise über den Energie-Mehrertrag. Faßt man wiederum das Ergebnis von sechs süddeutschen Standorten der Saison 1980 zusammen, so ergab sich ein Energiemehrertrag durch die Verwendung von Folie von 2.713 kStE/ha (Spannweite 1.288 bis 5.361). Für diese Spannweite ist jedoch die Wertung über den Mittelwert nicht zulässig, vielmehr hat das Ertragsniveau einen wesentlichen Einfluß auf den Energiemehrertrag. Entsprechende Versuche mit Ergebnissen von zwei Standorten (Abb. 11) weisen dies aus. In Bestätigung der Versuche von LANG scheint eine Kostendeckung bei einem standortspezifisch höherem Energieniveau eher möglich.

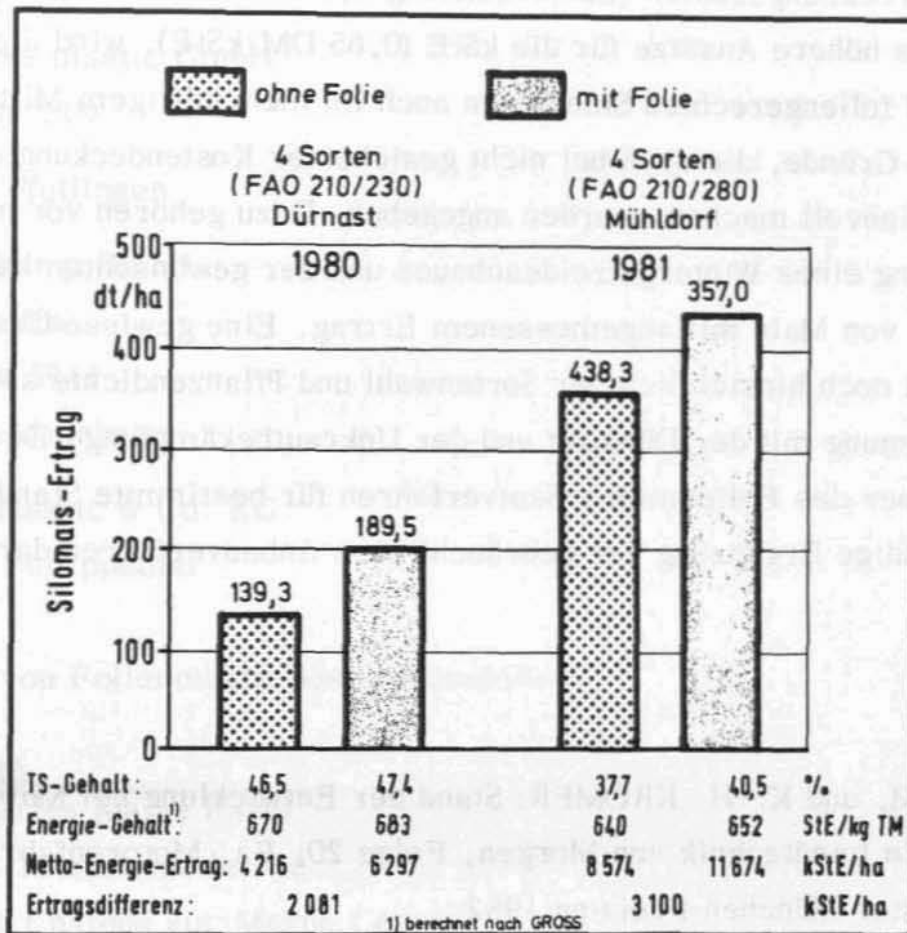


Abb. 11: Einfluß der Folienanwendung auf den Silomais-Ertrag auf einem vergleichsweise günstigen Standort (Mühldorf) und auf einem ungünstigeren Standort (Dürnast), 4 Sorten, 1,4 m Folie

Zusammenfassung

Der Folieneffekt ist bei allen Verwertungsstufen von Mais unumstritten. Das Foliemulch-Saatverfahren mit 1,4 m-Folie erhöht jedoch die Anbaukosten um 910.-- bis 1085.-- DM/ha. Bei den derzeitigen Preisverhältnissen von 52.-- DM/dt Körnermais (86% TS), 33.-- DM/dt CCM (50% TS) und 0,40 DM/kStE Silomais sind die Mehrkosten nicht auf allen Standorten und in jedem Jahr sicher über die Mehrerträge abgedeckt.

Berücksichtigt man hingegen bei Körnermais die verringerten Ernteverluste und Trocknungskosten (Lohntrocknung 0,40 DM/dt und 1 % H₂O) und bei Silomais höhere Ansätze für die kStE (0,65 DM/kStE), wird die Kostendeckung auf foliengerechten Standorten auch im mehrjährigem Mittel erreicht. Die Gründe, die auch bei nicht gesicherter Kostendeckung den Folienanbau sinnvoll machen, wurden angegeben. Dazu gehören vor allem die Sicherung eines Wintergetreideanbaues und der gewünschten Verwertungsstufen von Mais mit angemessenem Ertrag. Eine gewisse Unsicherheit besteht noch hinsichtlich der Sortenwahl und Pflanzendichte sowie in der Abstimmung mit der Düngung und der Unkrautbekämpfung. Zweifellos stellt aber das Folienmulch-Saatverfahren für bestimmte Standorte eine notwendige Ergänzung der gebräuchlichen Anbauverfahren dar.

Literatur

- ESTLER, M, und K.-H. KROMER: Stand der Entwicklung bei Maisanbau mit Folie; in Landtechnik von Morgen, Folge 20, Fa. Motorenfabrik Anton Schlüter München-Freising 1982
- VIS, H.: Einfluß der Temperatursumme auf Blütezeit und Abreife bei Mais; mais 9 (1981) H. 3, S. 27 - 30
- STIEGER, W.: Wachstumsverlauf und Reifeentwicklung bei Mais; mais 9 (1981) H. 3, S. 30
- KROMER, K.-H. und M. ESTLER: Maisanbau mit Folie; Landtechnik 36 (1981) H. 6, S. 291 - 299
- LANG, H.: Folieneinsatz im zukünftigen Frühkartoffelanbau; Der Kartoffelbau, 28 (1977), H. 1, (Sonderdruck)
- MARTIN, K.-H.: Was bringt die Maisberegnung? mais 6, (1978), H. 2, S. 30 - 40
- SCHÖN, H. und H. SOURELL: Beregnungsverfahren für mittlere und kleinere Betriebe; Agrar-Übersicht 3 (1980), S. 21 - 30
- STANZEL, H.: Untersuchungen zur Verbesserung der Maisbestelltechnik; Dissertation, TU-München-Weihenstephan 1973

Hersteller von PE-Mulchfolie für den Maisanbau

1.) Polydress plastic GmbH

Postfach 7309

D-7417 Pfullingen

2.) Erich Stump GmbH

Kunststoffe

Postfach 5844

D-6800 Mannheim

3.) Werra Plastic & Co. KG

D-6433 Philippsthal

Hersteller von Folienmulch-Bestellmaschinen

1.) CADAMA

Rue Charles Marie Ravel

z.i. St. Martin sur le Pré

F-51005 Chalons sur Marne Cédex

2.) H. Fähse & Co.

Landmaschinenfabrik

D-5160 Düren

3.) Huard

z.i. Rue des Etats-Unis

F-44110 Chateaubriant

Vertrieb: Huard GmbH

Bahnhofstraße 17

D-6653 Blieskastel

4.) Landw. Ein- und Verkaufsgesellschaft

HORSCH oHG

Postfach 145

D-8380 Landau/Isar

Maßnahmen zur Verminderung der Bodenerosion beim Maisanbau

von LD Dr. Theodor Diez, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München

1. Mais als erosionsfördernde Frucht

Die Maisanbaufläche hat sich in der Bundesrepublik Deutschland seit 1961 auf das 16fache ausgedehnt. Das größte Maisanbaugebiet in der Bundesrepublik ist Bayern mit einer Fläche von rund 427 000 ha (1981). In einzelnen Landkreisen erreicht der Maisanteil mehr als 40% der Ackerfläche, in einzelnen Betrieben werden noch wesentlich höhere Anteile erreicht.

Diese Entwicklung wird seitens der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau mit Besorgnis verfolgt, zumal sich parallel zur Ausdehnung des Maisanbaues die Anzeichen einer zunehmenden Bodenerosion mehren.

Daß die Bodenerosion gerade durch Mais in besonderer Weise gefördert wird, hängt mit dem späten Bodendecken dieser Frucht im Frühjahr und der meist starken Belastung des Bodens bei der Ernte (besonders bei Silomais) zusammen.

Bei Erosionsereignissen wie dem in Abbildung 1 gezeigten, werden Abträge von mehr als 50 t/ha ermittelt (1). Solche Bodenverluste sind mit einer irreversiblen Minderung der Bodenfruchtbarkeit verbunden und daher völlig unannehmbar.

Gefährdet sind strukturschwache, leicht verschlämmbare Böden (humusarme, schluff- und feinsandreiche Böden) in Hanglage im Klimabereich häufiger Starkregen in den Monaten Mai und Juni. Die nachstehenden Ausführungen beschränken sich auf diese in Ober- und Niederbayern weit ver-

breiteten Standorte. Ausgeklammert bleiben die Erscheinungen der Boden-
erosion durch Wind.



Abb. 1: Starker Bodenabtrag durch einen Gewitterregen Anfang Juni
in einem Maisfeld des Tertiären Hügellandes

2. Maßnahmen

2.1 Nicht zu hohen Maisanteil in der Fruchtfolge

In von Natur aus erosionsgefährdeten Gebieten (hängiges Gelände, erosions-
anfällige Bodenarten, hohe Niederschlagsmengen) ist die wichtigste Maßnah-
me gegen die Bodenerosion das "Maßhalten" in der Anbaugestaltung. Bei
allen unbestreitbaren Vorzügen des Maisanbaues wachsen doch die Proble-
me mit zunehmendem Flächenanteil dieser Frucht. Unter ungünstigen Witte-
rungsbedingungen - der Herbst 1981 war dafür ein Beispiel - sind schwere

Strukturschäden bei der Silomaisernte unvermeidlich. Der Zwang, bei sehr hoher Silomaisfläche auch auf solche zusammengefahrenen Äcker noch Gülle ausbringen zu müssen, verstärkt die Bodenstrukturprobleme zusätzlich.

Die starke Bodenbeanspruchung, insbesondere durch Silomais, läßt es geraten erscheinen, den Anteil dieser Frucht an der Fruchtfolge nicht zu hoch werden zu lassen. Die Grenze mag in Erosionsgebieten bei 33% liegen, unter besonders günstigen Verhältnissen auch bis 50% ansteigen.

Stark erosionsgefährdete Lagen sollten überhaupt nicht mit Mais bestellt werden. Gegebenenfalls empfiehlt sich eine Teilung der Fruchtfolge für erosionsgefährdete und nicht erosionsgefährdete Lagen.

2.2 Verbesserung und Pflege der Bodenstruktur

Ohne Oberflächenabfluß gibt es keine Bodenerosion. Alle Maßnahmen, die darauf hinwirken, die Krume in einen guten Strukturzustand zu bringen, verbessern das Wasseraufnahmevermögen und wirken der Bodenerosion entgegen.

Die Maßnahmen sind allbekannt. Die Stichworte heißen Humusversorgung, Kalkversorgung, richtige (zeitgerechte) Bodenbearbeitung. Trotzdem werden diese elementaren Grundsätze der Bodenpflege oft zu wenig beachtet oder vergessen.

Innerbetriebliche Zwänge, wie sie sich bei zunehmender Einseitigkeit der Anbaugestaltung verstärken (z.B. bei hohem Maisanteil) lassen solche Rücksichtnahme auf den Boden oft nicht mehr zu. Die Pflege der Bodenstruktur steht deshalb in engem Zusammenhang mit der Fruchtfolge und dem Maisanteil in der Fruchtfolge.

Im Grünlandgebiet wird Maisanbau humusschonend mit Erfolg im Wechsel mit Grünlandnutzung praktiziert. Im Ackerbaubetrieb könnte eine Humusanreicherung durch Einschaltung von mehrjährigem Klee gras oder Weidelgras erreicht werden.

Gülle sollte grundsätzlich nicht tief vergraben, sondern zunächst flach eingegrubbert werden.

Besser als die Ausbringung im Herbst ist ihre Ausbringung auf früh räumendes Getreide. In diesem Zusammenhang ist das Vordringen der Wintergerste mit der Möglichkeit des Zwischenfruchtbaues zu begrüßen.

Bei der Frühjahrsbestellung sollte grundsätzlich nicht zu fein bearbeitet werden. Das gilt in besonderem Maß für die stark zur Verschlammung neigenden schluffreichen Böden.

Die flache Auflockerung solcher verkrusteter Böden, z. B. mit dem Rollkuli, ist bedenklich, da solche Lockerschichten der Erosion leichter zum Opfer fallen als der abgesetzte Boden, besonders, wenn der Unterboden verdichtet ist.

Dagegen hat sich das in einigen niederbayerischen Betrieben praktizierte, unter Umständen mehrmals wiederholte Tiefhacken (bis etwa 15 cm) gut bewährt. Wichtig ist vor allem das tiefe Aufreißen der erosionsgefährdeten Schlepperspur. Positiv wirkt solch eine tiefe Lockerung allerdings nur dann, wenn das dadurch geschaffene Wasseraufnahmevermögen des Bodens ausreicht, um einen Starkregen zu binden; bei 15 cm Hacktiefe schluffreicher Böden können das etwa 20 - 30 mm sein, d. h. die Mehrzahl der Erosion-auslösenden Starkregen.

2.3 Folienkultur?

Neuerding macht ein neues Mais-Anbauverfahren viel von sich reden: die Folienkultur. Sie wird zwar nicht als Erosionsschutzmaßnahme pro-

pagiert, doch muß sie sich gefallen lassen, daß sie auch nach ihrer Erosionswirkung beurteilt wird. Und hier schneidet sie sehr schlecht ab. Steht zur Versickerung doch nur ein Bruchteil der Bodenoberfläche zur Verfügung. Der nicht folienbedeckte Boden, je nach System ein Drittel bis die Hälfte der Bodenoberfläche, muß den Gesamtniederschlag aufnehmen. Das kann er nicht, d.h. es kommt zu verstärktem Oberflächenabfluß und damit bereits bei mittleren Niederschlägen zu erheblichem Bodenabtrag zwischen den nichtabgedeckten Maisreihen. Daß die im Boden vergrabenen, sich nicht zersetzenden Folienteile über Jahre mitgeschleppt werden, Durchwurzelung, Wasserbewegung und Durchlüftung behindern, sei nur am Rande angemerkt.



Abb. 2: Bodenabtrag bei Folienkultur von Mais

2.4 Anbau quer zum Hang



Abb. 3: Höhenlinienparalleler Anbau vermindert das Erosionsrisiko

Der Queranbau bietet unter dem Gesichtspunkt der Erosionsminderung eine ganze Reihe von Vorzügen:

Durch Hangaufwenden mittels eines Wendepfluges kann dem Abtrag entgegengearbeitet werden.

Die quer laufenden Saatrillen bilden Barrieren gegen den Abfluß.

Schlepperspuren, an denen die Erosion bevorzugt einsetzt, lassen sich zwar nicht vermeiden, sie sind jedoch bei Verlauf quer zum Hang weit weniger gefährlich als in Gefällerrichtung.

Schließlich erhöht der Queranbau auch die Schutzwirkung von Einsaaten, über die im folgenden noch zu berichten sein wird.

Bei Flurbereinigungen sollte grundsätzlich die Schlageinstellung so vorgenommen werden, daß der Anbau quer zum Hang möglich ist.

2.5 Gülle zur Oberflächenvernetzung

Gülle kann man im Frühjahr direkt zur Erosionsbekämpfung verwenden. 20 - 30 m³ dickflüssige, faserreiche Bullengülle nach der Maissaat ausgebracht, bilden eine dünne, oberflächenvernetzende Haut, die die Bodenteilchen verklebt und zusammenhält und damit vor Verschlammung und Abtragung schützt.

Zu einem späteren Zeitpunkt ist die Gülleausbringung noch mit Schleppschläuchen zwischen die Reihen möglich. Auch hier kann man mit einer erosionsmindernden Wirkung rechnen. Das Befahren der Schläge sollte allerdings nur quer zum Hang erfolgen, da Spuren in Gefällerrichtung die bevorzugten Abfluß- und damit Erosionsrinnen darstellen.

3. Minimalbodenbearbeitung

Ein in England und den USA übliches, in Bayern von zwei Betrieben praktiziertes Anbausystem, verzichtet auf die flächenhafte Bodenbearbeitung und begnügt sich mit einem gefrästen schmalen Streifen, in den das Saatgut abgelegt wird. Die Erosionsschutzwirkung dieses Verfahrens geht aus von dem guten Absetzungsgrad des Bodens und wird verstärkt durch das auf der Oberfläche von der Vorfrucht (Getreide) liegende Strohhalm bzw. eine Winterzwischenfrucht, die entweder noch im Herbst oder erst im Frühjahr abgespritzt wird. Auch in eine abgetötete Grasnarbe kann man Mais direkt säen.

In unseren Versuchen prüften wir die Maissaat mit Reihenfräse in Inkarnat- klee, Perko, Phazelia und Strohmulch. Unsere bisherigen Versuchsergebnisse und die aus Praxisbetrieben gewonnenen Erfahrungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die beschriebenen Reihenfrässtaaten bieten einen vorzüglichen bis hinreichenden Erosionsschutz. Ihr Nachteil ist, daß sie, zumindest in kühlen Jahren, deutlich hinter konventionell bestellten Maisen zurückbleiben. Schuld daran hat wahrscheinlich die schlechtere Erwärmung des dichter gelagerten, nur minimal bearbeiteten Bodens.

Wir haben allerdings auch die Erfahrung gemacht, daß auf warmen, gut strukturierten Böden und bei hauptfruchtmäßiger Bestellung der Zwischenfrüchte die geschilderte Beeinträchtigung der Mais-Jugendentwicklung nicht auftritt. Über gute Erfahrungen mit einer Reihenfräsmaat in hauptfruchtmäßig bestellte Phazelia wird z.B. aus Österreich berichtet.



Abb. 4: Maissaat in unbearbeiteten Boden (Weizenstoppel des Vorjahres) mittels eines Sämavators (ein Teil der Fräswerkzeuge wurde ausgebaut)

4. Einsaaten

4.1 Flächendeckende Einsaaten

Die starken Erosionsschäden in den Zentren des bayerischen Maisanbaus veranlaßten die Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau schon vor Jahren, Versuche mit erosionsschützenden Einsaaten zu Mais anzustellen. Zunächst wurde versucht, durch raschwüchsige Einsaaten, gleichzeitig mit der Maissaat, eine Bodenbedeckung für die Monate herzustellen, in denen der Spätentwickler Mais den Boden noch nicht zu schützen vermag. Wenngleich mit diesem Verfahren - z.B. Einsaat von 5 kg Weißklee oder Kleinklee - in einzelnen Jahren recht gute Erfahrungen gemacht wurden, gab es doch auch Jahre (vor allem kühl-feuchte, der Maisentwicklung ungünstige Jahre), in denen die Einsaaten den Mais sehr stark unterdrückten. Auch der Einsatz von Herbiziden konnte die Einsaatenkonkurrenz nicht immer so rechtzeitig ausschalten, daß empfindliche Ertragseinbußen ausblieben.

Unproblematisch ist die Klee-Einsaat etwa 4 Wochen nach der Maissaat, wie sie zum Teil in alternativen Betrieben gehandhabt wird. Allerdings bieten solche Einsaaten in der Zeit stärkster Erosionsgefahr (Ende Mai bis Ende Juni) noch wenig Erosionsschutz.

4.2 Streifeneinsaaten

Eine Kompromißlösung stellen die seit einigen Jahren in zwei Formen praktizierten Streifeneinsaaten dar:

- a) in Form von 1 - 2 m breiten Wintergetreidestreifen in 20 - 40 m Abstand quer zum Hang,
- b) in Form einer Getreidereihe (bzw. Doppelreihe) nach jeder 2., 4. oder 8. Maisreihe.



Abb. 5: Flächendeckende Einsaat von Kleinklee (5 kg/ha)

Die Streifen quer zum Hang haben die Aufgabe, oberflächlich abfließendes Wasser zu bremsen und nach Möglichkeit zur Versickerung zu bringen sowie in Bewegung gekommenes Bodenmaterial aufzufangen.

Wintergetreide (wir verwendeten in unseren Versuchen dicht gesäte Wintergerste) eignet sich gut, weil es sich stark bestockt und bei Frühlingsaussaat nicht zum Schossen kommt.

Die Einsaat 1 - 2 m breiter Streifen kann, unabhängig von der Maissaatrichtung, etwa höhenlinienparallel erfolgen.



Abb. 6: Einsaat 1,5 m breiter Streifen von Wintergerste quer zum Hang unmittelbar nach der Maissaat

Dichte Saat (ca. 300 kg/ha) ist besonders dann erforderlich, wenn die Streifen durchfahren werden müssen. Die Unkrautbekämpfung mit Atrazin ist zum spätestmöglichen Zeitpunkt und mit sparsamem Zusatz von Öl durchzuführen, da sonst die Streifen zu stark geschädigt werden und ihre Erosionsschutzwirkung nicht mehr erfüllen können. Der Flächenverlust

und damit der hinzunehmende Minderertrag beträgt bei einer Streifenbreite von 1 m und einem Streifenabstand von 20 m 5%.

Für die Einsaat einzelner Getreidereihen zwischen die Maisreihen gibt es noch kein Gerät auf dem Markt. In unseren Versuchen verwendeten wir ein im halben Maisreihenabstand seitlich an das Maissäegerät angebautes Rübensäagggregat mit aufgebohrtem Zellenrad (Abb. 7). Ein Landwirt baute eine alte Getreidesämaschine so auf das Maissäegerät, daß nach jeder, oder jeder zweiten Maisreihe eine Getreidereihe gesät werden kann (Abb. 8).



Abb. 7: 6-reihiges Maissäegerät mit seitlich angebautem Rübensägerät zur Einsaat einer Getreidereihe

Abb. 10: Einsaat einer Wintergetreidereihe mit einer alten Sämaschine (mit Gerät von Abb. 8)



Abb. 8: 4-reihiges Maissägerät mit aufgebauter Getreidesämaschine zur Einsaat einer Getreidereihe nach jeder Maisreihe

Liegt die Getreidereihe etwa in der Mitte zwischen den Maisreihen, so wird die Mais-Jugendentwicklung zunächst nicht beeinträchtigt. Erst wenn die Wintergerste sich so üppig bestockt, daß sie die Maispflänzchen berührt, tritt eine deutliche Konkurrenz um Wasser- und Nährstoffvorräte aus, die den Mais gegenüber solchem ohne Einsaaten deutlich zurückbleiben läßt.

Nach den Erfahrungen des letzten Jahres empfiehlt sich in diesem Fall eine Unkrautspritzung mit starkem Ölzusatz (z.B. 1 - 2 l Atrazin + 4 l Öl), durch die die Einsaaten weitgehend abgetötet werden. Sie bilden dann mit ihrer abgestorbenen Sproßmasse einen dichten Mulchteppich mit hervor-



Abb. 9: Einsaat einer Wintergerstenreihe nach jeder 4. Maisreihe
(mit Gerät von Abb. 7)



Abb. 10: Einsaat einer Wintergerstenreihe nach jeder 2. Maisreihe
(mit Gerät von Abb. 8)

ragender Erosionsschutzwirkung. Ein willkommener Nebeneffekt der Einsaaten ist ihre starke Unterdrückung der Hirseverunkrautung.

Zeitpunkt und Mittelwahl bei der Unkrautbekämpfung sind für das Gelingen auch der Einzelreihen-Einsaaten entscheidend. Die Erosionsschutzwirkung ist natürlich um so besser, je enger die Streifen stehen. Eine Getreidedoppelreihe nach jeder 4. Maisreihe erscheint sowohl hinsichtlich des Erosionsschutzes ausreichend wie hinsichtlich der möglichen Ertragsbeeinträchtigung zumutbar. (Tabelle 1 und 2)

Literatur

1. Schwertmann, U.: Stand der Erosionsforschung in Bayern. -
Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Sonderreihe Umwelttagung,
Heft 30, 95 - 105, 1980
2. Karl, J. und H. Toldrian: Eine transportable Berechnungsanlage für
die Messungen von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag. -
Wasser und Boden, 25, 63 - 65, 1973

TABELLE 1: VERMINDERUNG DES OBERFLÄCHENABFLUSSES UND DES BODENABTRAGES*
DURCH GRÜNSTREIFEN** UND GÜLLE ZUR OBERFLÄCHENVERNETHUNG

SCHUTZMASSNAHME	WASSERABFLUSS L %	BODENABTRAG KG %
OHNE GRÜNSTREIFEN	3460 100	79 100
3-M-GRÜNSTREIFEN IN 40 M ABSTAND	815 24	10 13
3-M-GRÜNSTREIFEN IN 20 M ABSTAND	517 16	4 5

OHNE GETREIDEDOPPELREIHE	2863 100	28,2 100
MIT GETREIDEDOPPELREIHE	1955 68	10,0 35

SAAT QUER ZUM HANG, OHNE GÜLLE	3725 100	34,2 100
SAAT QUER ZUM HANG, MIT GÜLLE	2945 79	5,8 17

*) DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (2)

**) STREIFENEINSAATEN VON WINTERGERSTE, GLEICHZEITIG MIT DER MAISSAAT

TABELLE 2: ERTRAGSBEEINTRÄCHTIGUNG DES MAISES DURCH EROSIONSSCHÜTZENDE EINSAATEN

VON WINTERGERSTE (WG)

VERSUCHSGLIED	ERTRAG, DT/HA (86 % TS) REIHE	FLÄCHE	± ERTRAG GEGEN 0-PARZ., %
2 MAIS QUER, OHNE EINSAAT (0-PARZELLE)	80,2	80,2	
9 MAIS IN HANGRICHTUNG, OHNE EINSAAT, (0-PARZELLE)	79,7	79,7	
6 WG-REIHE ZW. JEDE MAISREIHE, SAAT IN HANGRICHTUNG	64,6	64,6	- 19
7 WG-DOPPELREIHE NACH JEDER 4. MAISREIHE, REIHE 1 UND 4 WIE OBEN, REIHE 2 UND 3	67,4) { 82,0)	74,7	- 16) { + 3)
3 WG-STREIFEN, 300 KG/HA FRÜHSAAT, RANDREIHEN	87,6		+ 10
5 WG-STREIFEN, 300 KG/HA SPÄTSAAT, RANDREIHEN	97,8) (24,8)	bei 2 m (Streifen- breite in 76,8) 30 m Ab- stand	+ 22) (- 69)
1 WG-STREIFEN, 300 KG/HA SPÄTSAAT, MAIS IM STREIFEN			- 4

Technik der Ernte und Konservierung von Körnermais und Korn-Spindel- Gemischen

von LD Dr. Cord Vogt, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg

Körnermais und Corn-Cob-Mix (CCM = Mais-Spindel-Gemisch) werden in erster Linie mit Mähdreschern geerntet. Die Maschinen werden dazu in beiden Fällen mit Pflückvorsätzen ausgerüstet, die meistens 4-reihig ausgelegt sind, bei großen Maschinen aber auch 5-, 6- und 8-reihig sein können. Als Pflückprinzip haben sich Pflückschienen mit darunter liegenden Durchziehwalzen durchgesetzt; bei ihnen sind die Pflückverluste am geringsten. Auf steinfreien Böden empfiehlt sich der Einsatz von Unterbauhäckslern.

Für die Körnermaisernte müssen Mähdrescher auch im "Inneren" umgebaut werden. Die Trommel wird abgedeckt, damit bei verringerter Drehzahl keine Kolben und Körner hineinfallen. Der Korb wird in der Regel ausgetauscht und durch einen mit runden Stäben und größeren Abständen ersetzt. Änderungen an den Schüttlern sind im allgemeinen nicht erforderlich, dagegen muß das untere Nasensieb einen größeren Durchgang erhalten. Spindelstücke dürfen allerdings nicht durchfallen. Abgereifte Maisbestände können mit dieser Ausrüstung einwandfrei geerntet werden. (Abb. 1)

Für die Ernte von CCM wird die Trommelabdeckung meistens zusätzlich mit Reibleisten versehen, damit die Spindeln stärker zerkleinert werden. Die Schüttlerenden werden aufgeschnitten, das Nasensieb muß vergrößert werden. Dadurch gelangen die Spindeln in das Erntegut. Das hat zwei Vorteile: Bei nicht abgereiftem Mais befinden sich in den Spindeln noch Kornteile, die beim CCM mitgeerntet werden können. Noch wichtiger ist aber, daß die Spindelteile im Erntegut die technologischen Eigenschaften erheblich verbessern: Die Selbstreinigung der Erntemaschinen ist intensiver,

maschinen verschmutzen. (Abb. 2 und 3)



Abb. 1: Mähdrescher mit Pflückvorsätzen sind die bevorzugten Erntemaschinen für Körnermais



Abb. 2: Spezialmaisernter arbeiten auch noch unter schwierigen Bedingungen



Abb. 3: CCM-Ernter mit zweireihigem Pflückvorsatz und eingebauter Maismühle

die Maschinen müssen nicht so oft gesäubert werden. Die Rieselfähigkeit des Erntegutes wird erhöht, was wichtig für den Weitertransport, das Ein- und Auslagern aus Hochsilos sowie für das Vermahlen ist. Es wird nicht mehr angestrebt, alle Spindelteile mitzuernten, weil dadurch der Besatz mit Lieschen zu hoch werden kann. 50 - 70% des Lieschenanteils im Erntegut genügen nach den bisherigen Erfahrungen. Je besser der Mais abgereift ist, um so niedriger kann der Spindelanteil sein. CCM kann für eine einwandfreie Ernte einen um ca. 5% höheren Wassergehalt als reiner Körnermais haben. Bei der Ernte mit Axial-Fluß-Mähdreschern oder mit Spezial-Maiserntern kann der Wassergehalt noch höher liegen, nämlich bis zu 60%. Auch unter schwierigen Bedingungen - z.B. Schneeaufgabe - sind diese Maschinen noch in der Lage, das Erntegut zu bergen. Lohnunternehmer setzen daher z.T. noch die teuren Spezialernter ein, selbst wenn diese die Spindeln weniger zerkleinern als Mähdrescher. Vorteilhaft sind aber die kurzen Siebflächen, die weniger als bei anderen Erntemaschinen verschmutzen. (Abb. 2 und 3)



Abb. 4: Umlauf-Satztrockner. Da der Mais ständig in Bewegung bleibt, wird ein schneller Trocknungsverlauf erzielt

Beim Lieschkolbenschrot wird eine völlig andere Erntetechnik eingesetzt, obwohl auch hier mit Pflückvorsätzen gearbeitet wird. Die nicht entlieschten Kolben werden aber nicht gedroschen, sondern mit einer Vielmessertrommel gehäckselt. Dabei entsteht ein Erntegut aus einer Mischung von zerkleinerten Körnern, Spindeln und Lieschen, das einen relativ hohen Rohfasergehalt aufweist. Die technischen Einrichtungen für die Ernte sind 1- bis 2-reihige Anbaumaschinen bzw. 4-reihige Selbstfahrer, die relativ unempfindlich gegenüber schwierigen Erntebedingungen sind. Es kann damit also auch unreifer wie auch feuchter Mais - bis 60% Wassergehalt - geerntet werden. (Abb. 5)

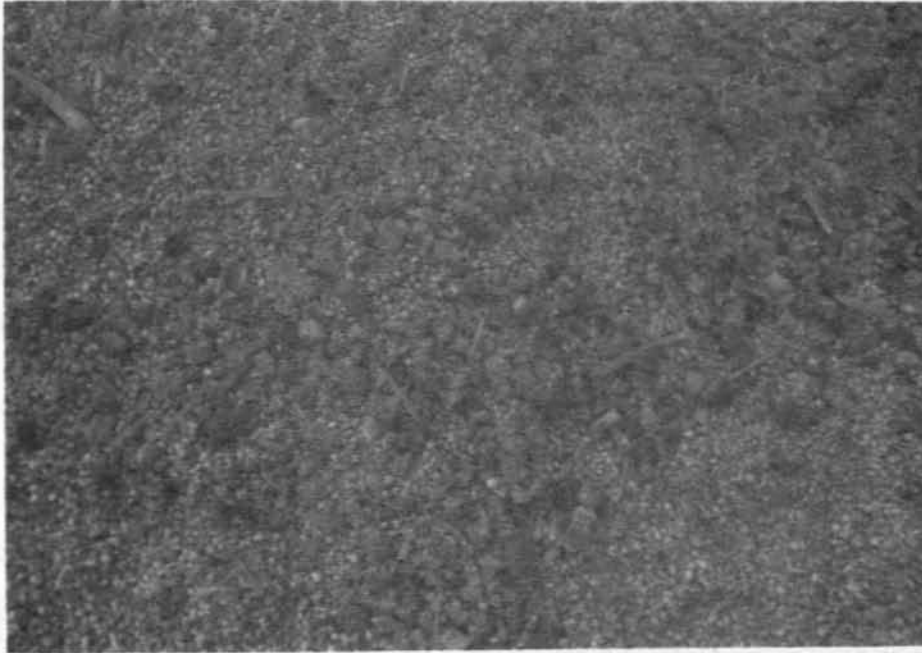


Abb. 5: CCM ist ein Gemisch aus Maiskörnern und zerschlagenen Spindelteilen



Abb. 6: Maismühle für den Heckenbau am Schlepper

Körnermais läßt sich durch Trocknen oder durch Zusatz von Propionsäure konservieren. Die Propionsäurekonservierung eignet sich für Futtermais, dabei werden bis zu 2% Gewichtsanteil über eine Düse und eine Mischschnecke zugegeben. Das Verfahren ist sicher, es bindet wenig Kapital, verlangt aber relativ hohe Betriebsmittelkosten. Es ist vorzugsweise für kleinere Partien geeignet, solange der Umfang des Maisanbaus im Betrieb sich noch erheblich ändern kann. Das Verfahren ist verhältnismäßig preiswert, der Umgang mit der Propionsäure ist unangenehm.

Beim Trocknen müssen dem Körnermais erhebliche Wassermengen entzogen werden. Bei einer Ausgangsfeuchte von 50% sind pro dt Trockenmais 72 l, bei 40% Ausgangsfeuchte pro dt 43,3 l zu entziehen. Das ist etwa das 6- bis 10-fache wie im Getreidebau mit einem entsprechenden Aufwand an Heizöl. Gerechnet werden 6 - 7 l pro dt Trockenmais, dazu kommen Stromkosten, Arbeitskosten und Anlagekosten. Die Trocknungskosten liegen daher bei 10 - 12 DM/dt. Allerdings werden von der getreideaufnehmenden Hand häufig erheblich geringere Preise für die Lohntrocknung gefordert, da diese nur ihre variablen Kosten abdecken wollen. So kommt es zu Trocknungspreisen von 6 - 8 DM/dt, die aber keineswegs kostendeckend sind.

Körnermais läßt sich in Flachrocknungen, in Umlauftrocknern oder in Schubwendetrocknern trocknen. Trocknerbauarten, in denen der Mais während der Trocknung umgelagert wird, haben den besten Trocknungserfolg. Bei Umlauftrocknern können an nicht voll ausgereiften Maiskörnern erhebliche Beschädigungen entstehen, die den Wert stark herabsetzen. Die schonendste und sicherste Trocknung erfolgt also in Schubwendetrocknern, in denen auch für eine ausreichende Nachkühlung gesorgt werden kann. (Abb. 4)

Körnermaisbau mit anschließender Trocknung zu Verkaufszwecken ist mit einem relativ hohen Risiko behaftet, weil ausreichende Einnahmen daraus nur bei einer sicheren Abreife des Maises zu erzielen sind. Das Ri-

siko ist deutlich verringert, wenn der Körnermais im Betrieb z.B. über die Schweinemast verwertet wird, weil die Erlöse dort längst nicht so stark zurückgehen. Dann ist aber eine energieintensive Trocknung nicht erforderlich, vielmehr kann dann mit energiesparenden Silierverfahren gearbeitet werden.

Wenn CCM in Flachsilos konserviert werden soll, muß es vorher geschrotet werden. Dabei ist eine Zerkleinerungsintensität anzustreben, die auch für die Verfütterung ausreicht. Dann kann das CCM-Schrot nach dem Vermahlen ohne weitere Aufbereitung verfüttert werden.

In der Flachsilokette eingesetzte CCM-Mühlen müssen sehr leistungsfähig sein, damit das angelieferte Erntegut zügig verarbeitet werden kann. Bei einer Flächenleistung des Maisesernters von 1,0 ha/h muß der Mindestdurchsatz 12 t/h betragen. Besser sind aber Durchsatzleistungen von 15 - 18 t/h, damit Verlustzeiten den Verfahrensablauf nicht beeinträchtigen können. Die dafür erforderlichen Antriebsleistungen liegen bei 150 bis 180 kW (200 - 250 PS), so daß z.T. Aufbaumotoren für den Antrieb erforderlich werden. (Abb. 6 und 7)



Abb. 7: Schlepperbetriebene Maismühle mit Dosierstation



Abb. 8: Fahrbares Mahlaggregat mit Aufbaumotor für den Einsatz auf dem Acker

Zum Vermahlen werden vorwiegend Hammermühlen eingesetzt, die sowohl mit Rundloch wie mit Schrägschlitzsieben ausgestattet sein können. Wichtig ist eine kontinuierliche Befüllung über eine Dosierstation; eine gute Füllung des Mahlgehäuses sowie die Verwendung scharfkantiger Siebe ermöglichen eine ausreichende Schrotfeinheit. Mühlen mit Gebläsen sortieren das Mahlgut sehr stark, ein direktes Einblasen in Flachsilo ist daher zu vermeiden. Besser ist das Einlagern mit dem Frontlader, dessen Schaufel dann auch zum Planieren verwendet werden kann.

Mühlen mit verhältnismäßig kleinem Vorratsbehälter und Schlepperantrieb werden oft unmittelbar am Flachsilo eingesetzt. Der Nachteil ist dabei, daß das Transportfahrzeug an die Mühle gebunden bleibt. Besser ist, wenn der gesamte Fahrzeuginhalt von der Annahmestation vor der Mühle aufgenommen werden kann.

Die Entwicklung geht zu mobilen Mahlstationen, die auch auf dem Feld eingesetzt werden können. Es handelt sich vielfach um Eigenkonstruktionen von Lohnunternehmern. Neben den schlepperbetriebenen gibt es auch hier Anlagen mit Aufbaumotor und Vorratsbehältern, die mindestens einen Korntankinhalt fassen. Eine hohe Beweglichkeit der Mahlstationen verringert den Anteil von Leerfahrten der Erntemaschine. (Abb. 8)

Die Alternative zu dem getrennten Verfahren - Erntemaschine : Schrotstation - ist der Maispflücker mit eingebauter Schrotmühle. Diese Maschinen werden gern eingesetzt, da sie aus dem Korntank fertiges Schrot übergeben, die Verfahrenskette ist also recht kurz. Da es sich um gezogene Maschinen handelt (2- und 3-reihig), liegen die Investitionen in einem relativ günstigen Bereich. Dabei werden mit ca. 35 kW pro Reihe hohe Antriebsleistungen verlangt, mindestens 110 PS für die 2-reihige und bis 150 PS für die 3-reihige Maschine. Da hierbei die Zapfwellenübertragung der begrenzende Faktor ist, ist der Durchsatz nicht so hoch wie z. B. bei Mähdreschern. Die Flächenleistung solcher Maschinen ist daher begrenzt. Sie könnte bei Selbstfahrern deutlich verbessert werden. Solche Maschinen befinden sich aber noch nicht auf dem Markt.

Flachsilos, in die CCM eingelagert werden soll, werden aus Beton mit Seitenwänden hergestellt. Sie werden vor dem Einlagern mit Folie ausgekleidet. Das Einlagern und Planieren erfolgt mit dem Frontlader, ein Anwalzen hat sich gut bewährt. Die Abdeckung erfolgt mit einer 0,2 mm starken, weiß eingefärbten Folie, die zusätzlich festgelegt werden muß. Grundsätzliche Schwierigkeiten treten beim Silieren von CCM-Schrot in Flachsilos nicht auf. (Abb. 9)

Lieschkolbenschrot (LKS) wird von der Erntemaschine in einem silierfähigen Zustand angeliefert. Es kann also direkt in Flachsilos eingelagert werden.



Abb. 9: Sorgfältiges Walzen und Planieren ist bei der Einlagerung von CCM in Flachsilos wichtig

Gewisse Schwierigkeiten entstehen durch den hohen Lieschenanteil, die u.U. trotz Walzen ein ausreichendes Dichtlagern verhindern. Deshalb muß die Abdeckfolie gleichmäßiger als bei der CCM-Silierung beschwert werden.

CCM kann in Hochsilos geschrotet und ungeschrotet eingelagert werden, wobei Hochsilos mit Oben- und mit Untenfräsen einzusetzen sind. Die Einlagerung von ungeschrotetem CCM erfolgt mit schleppergetriebenen Silobefüllgebläsen, die Befülleistung ist hoch, wenn für eine kontinuierliche Zuführung gesorgt wird, z.B. durch einen versenkten Zuführtrog. Die Entwicklung geht bei diesem Silotyp jedoch zur Befüllung mit geschrotetem Material. Das hängt mit der Entnahmetechnik zusammen. Die Obenfräsen schichten nämlich das CCM stark um, so daß Nachgärungen und Verluste durch den Luftzutritt intensiv gefördert werden. Wird geschrotetes Material eingefüllt, wird von den Fräsen nur eine dünne Schicht abgeschabt, die Oberfläche bleibt weitgehend glatt, und die Verluste sind geringer.



Abb. 10: Die Befüllung von Hochsilos mit CCM erfolgt mit leistungsfähigen schleppergetriebenen Gebläsen

Befüllt werden die Silos mit schleppergetriebenen Gebläsemühlen. Bei 50% Wassergehalt sind 20 m Förderhöhe erreichbar. Die Gefahr von Entmischungen ist gering, das Volumengewicht des eingelagerten Materials beträgt 1 t/m^3 . Teilweise können die Oberfräsen zur Verteilung im Silo eingesetzt werden. Große Antriebsräder und Stützwalzen tragen zur gleichmäßigen Verfestigung bei (Abb. 10).

Oberfräsen sind mit Sauggebläsen ausgerüstet. Beim Durchgang wird das silierte CCM-Schrot noch einmal zerkleinert, so daß nach der Entnahme eine ausreichende Schrotfeinheit gegeben ist. Eine Förderung in die Futterzentrale ist möglich. (Abb. 11)

In Hochsilos mit Untenfräsen wird CCM fast immer ungeschrotet eingelagert, das Einlagern von geschrotetem Material kommt selten vor.

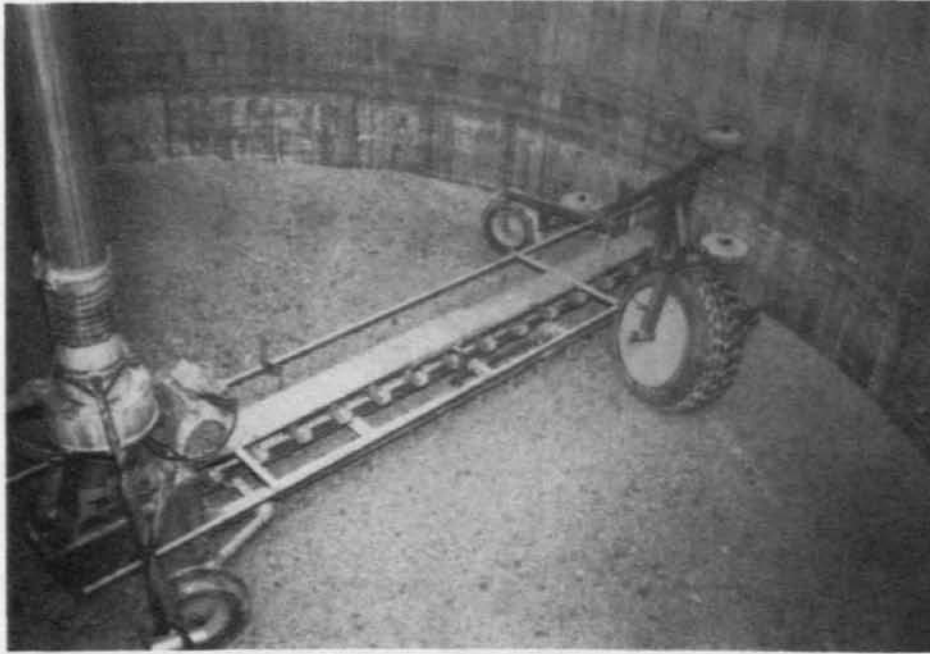


Abb. 11: Entnahme von CCM mit der Obenfräse

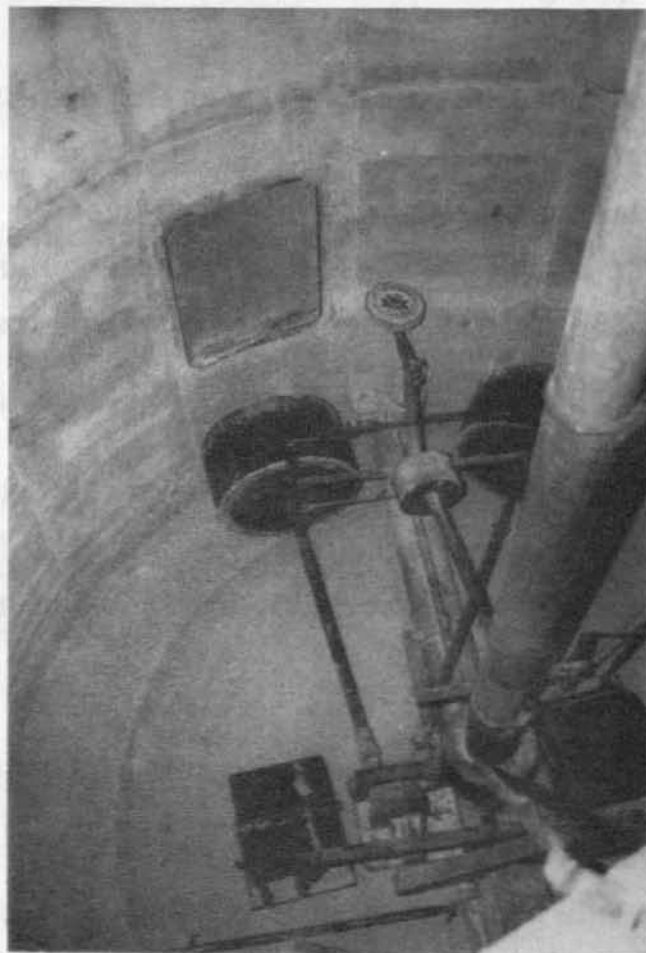


Abb. 12: Geschrotenes CCM wird hier mit einer Schneckenfräse dem Hochsilo entnommen

Hochsilos mit Untenfräsen sind zwar teuer, haben aber den Vorteil, daß in ihnen das luftdichte System auch während des Entnehmens aufrechterhalten werden kann. Die Fräse wird mit einem langsam laufenden Antrieb ausgestattet und mit nur wenigen Werkzeugen bestückt. Dadurch wird eine zu starke Pressung des ausgetragenen Materials verhindert.

Vor dem Fräsauslauf kann eine Preßschnecke gesetzt werden, die den Luftzutritt verhindert. Das Vermahlen kann mit Spezial-Maismühlen erfolgen, diese sind in der Regel mit Schrägschlitzsieben ausgestattet. Die Schrotfeinheit wird in einem hohen Maße von der Antriebsleistung, der Mahlraumfüllung, der Siebgröße und dem Abnutzungsgrad der Siebe bestimmt.

(Abb. 12)

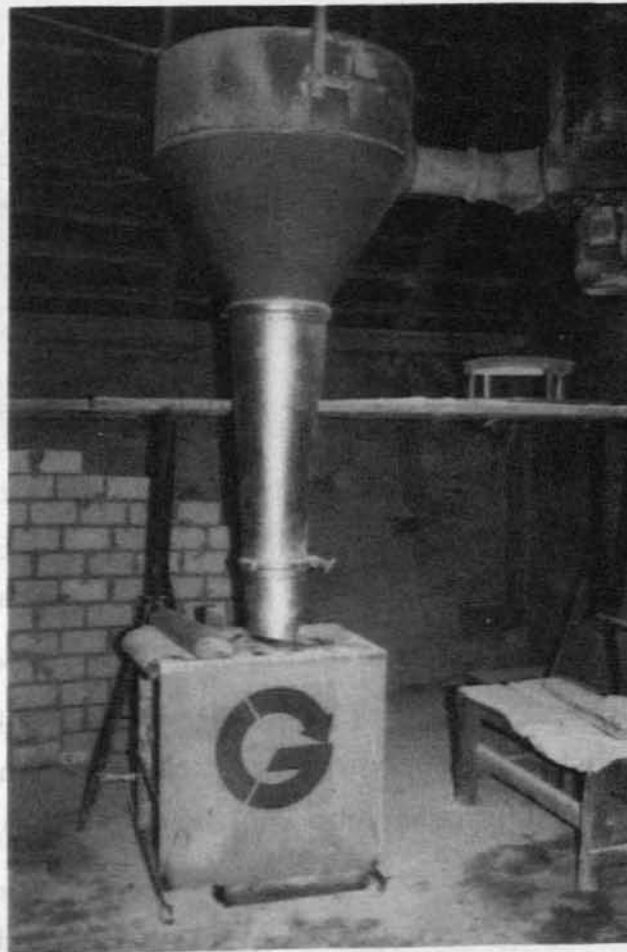


Abb. 13: Obenfräsen sind mit Sauggebläsen ausgerüstet, die eine Nachzerkleinerung des Schrotes bewirken. Unter dem Zyklon eine Durchlaufwaage für CCM

Bei der Naßvermahlung wird eine ausgesprochen feine Vermahlung erreicht, und zwar dadurch, daß Flüssigkeit mit durch die Mühle strömt. Es können 3-mm-Siebe verwendet werden. Der luftdichte Abschluß zum Fräsauslauf wird über einen Siphon hergestellt. Solche Naßmühlen haben sich besonders zur Zerkleinerung harter Spindelteile bewährt. Diese fallen besonders bei längerer Lagerung im Hochsilo an. Ob die Feinvermahlung darüber hinausgehende Vorteile bringt, wird z. Z. in Versuchen geklärt. Nachteilig ist bei diesem Verfahren der hohe spezifische Leistungsbedarf und die daraus resultierende geringe Mahlleistung. (Abb. 15)

Die Entnahme des CCM aus Flachsilos erfolgt von Hand, mit Frontladern, Siloblockschnidern oder Behälterfräsen. Dabei ist in jedem Fall darauf zu achten, daß eine möglichst glatte Wand stehenbleibt. Das ist besonders beim Frontlader schwierig. Schwierigkeiten macht nach wie vor die Zwischenlagerung und die Zuteilung zu Fütterungseinrichtungen. Zur Zeit werden Vorratsbehälter mit Austragvorrichtungen entwickelt, die eine gewisse Bevorratung und eine kontinuierliche Zuteilung zum Fütterer gestattet. Dabei ist vor allem darauf zu achten, daß Brückenbildungen im Behälter vermieden werden.

Lieschkolbenschrot wird aus Hochsilos gleichfalls mit Oberfräsen entnommen. Auch bei der Entnahme aus Flachsilos ist die Entnahmetechnik nicht wesentlich anders als beim CCM. Die zusätzliche Aufbereitung durch Absieben der Lieschen ist nicht nur ein zusätzlicher Arbeitsgang. Es ist auch eine gesonderte Verwertung erforderlich, wodurch das Verfahren unübersichtlicher wird. Das Verfahren hat sich daher im nordwestdeutschen Raum neben dem CCM nicht behaupten können. (Abb. 13)

Die Ernteverfahren für Körnermais, CCM und Lieschkolbenschrot sind inzwischen so weit entwickelt, daß sie problemlos zu bezeichnen sind. Bei

der Konservierung von CCM und Lieschkolbenschrit treten dagegen noch einige technische Schwierigkeiten auf, die das Verfahren jedoch keineswegs in Frage stellen. Schwieriger gestaltet sich die Zuordnung der einzelnen Verfahren zu den Betrieben, zumal damit erhebliche Kapitalfestlegungen verbunden sein können. So ist z.B. zu erklären, daß im nordwestdeutschen Raum dem CCM und der Flachsilokonservierung eindeutig der Vorzug gegeben wird, und zwar auch dann, wenn die Anbaufläche die Verwendung von Hochsilos rechtfertigen würde. Aber Hochsilos legen die Kapazitäten eng fest, wenn sie nicht überdimensioniert werden.

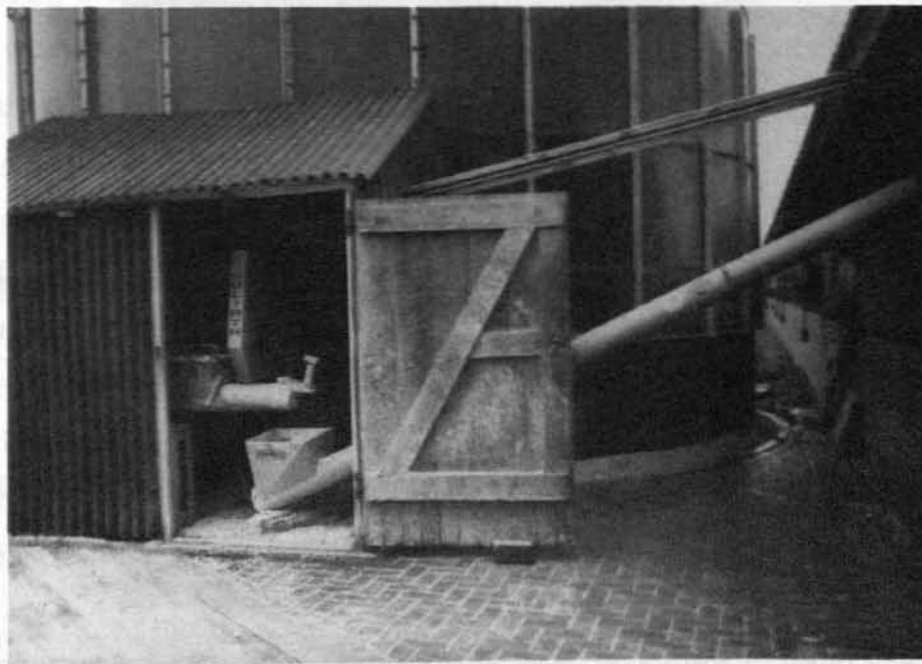


Abb. 14: Hochsilos mit Untenfräsen. Der Fräsenauslauf ist mit einer Preßschnecke verschlossen

Im allgemeinen wird in Nordwestdeutschland empfohlen, bei Verwertung des Maises im eigenen Betrieb bei Anbauflächen bis zu ca. 5 ha Körnermais zu ernten und zu trocknen; das Erntegut paßt dann auch gut in die Aufbereitungseinrichtungen für Trockengetreide. Bei Anbauflächen zwi-

schen ungefähr 5 und 25 ha wird CCM mit Silierung im Flachsilo empfohlen. Für Anbauflächen zwischen 20 und 40 ha werden Hochsilos mit Oberfräsen empfohlen, für noch größere Anbauflächen luftdichte Hochsilos mit Unterfräsen. (Abb. 14)

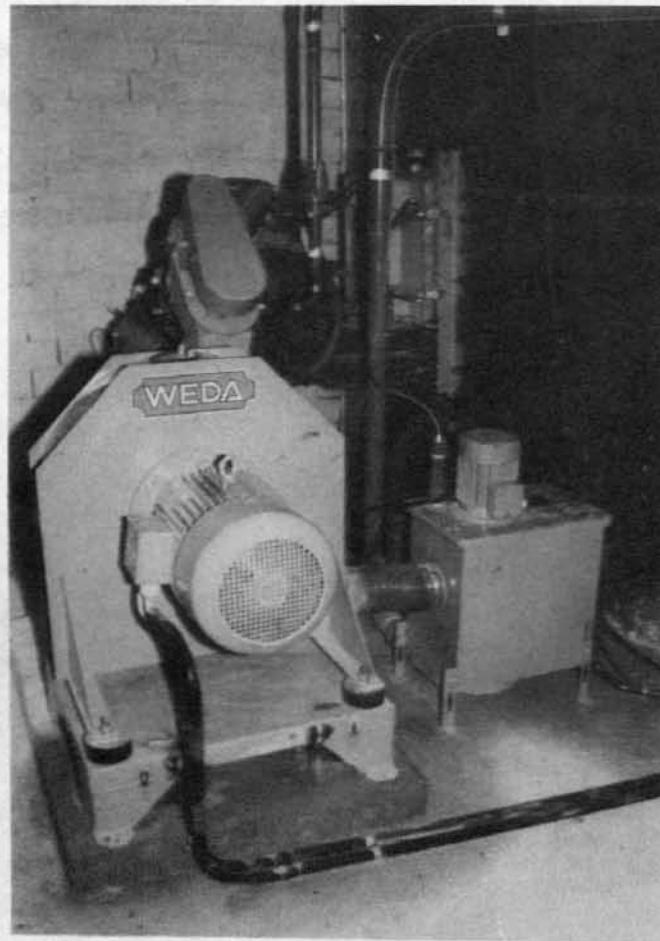


Abb. 15: Naßmühlen für CCM. Die Weiterförderung erfolgt über die rechts angebaute Pumpe

Einsatz von Mais in der Rinder- und Schweinefütterung

von RD Dr. Paul Hoffmann, Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub

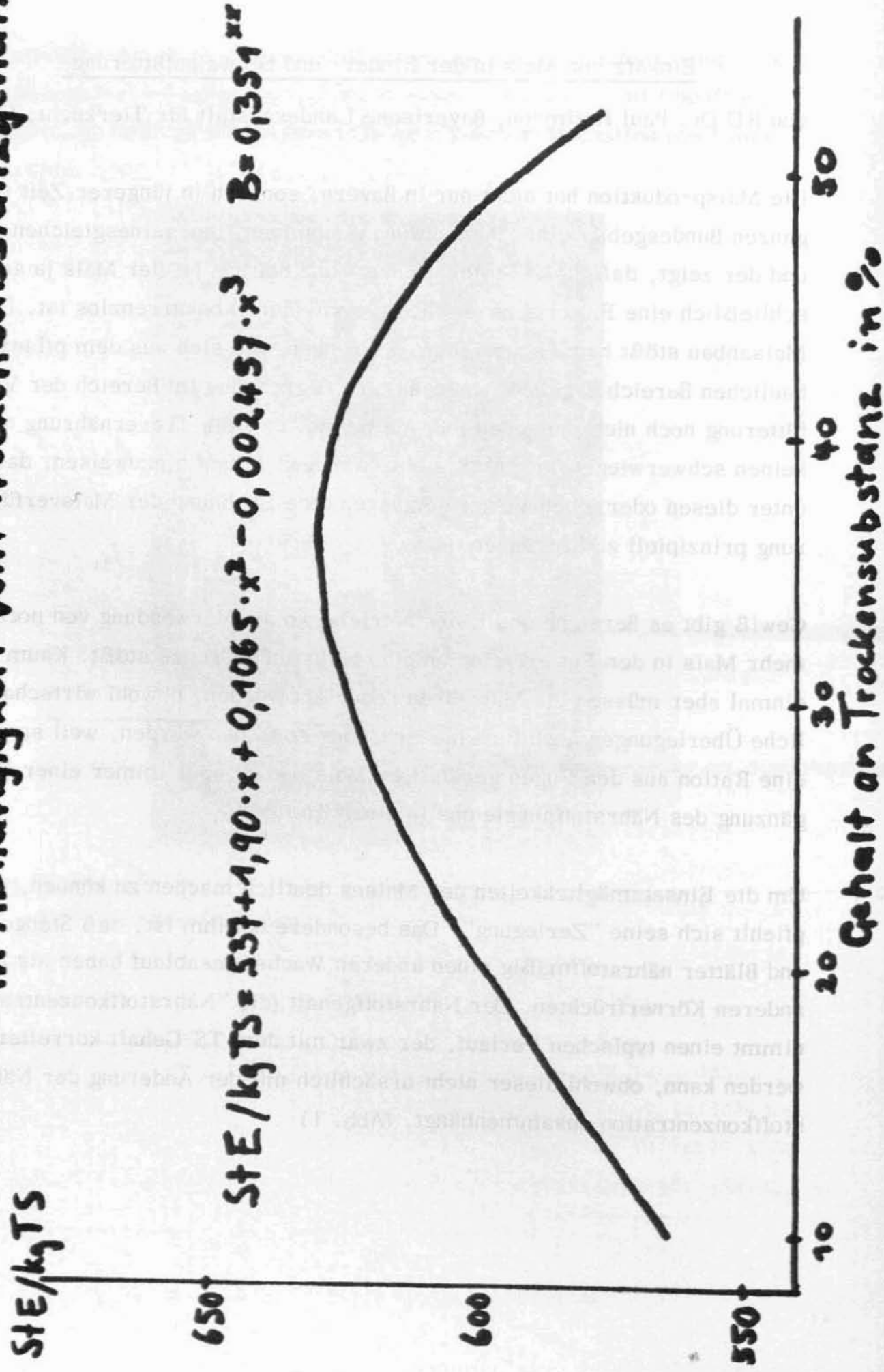
Die Maisproduktion hat nicht nur in Bayern, sondern in jüngerer Zeit im ganzen Bundesgebiet einen Aufschwung genommen, der seinesgleichen sucht und der zeigt, daß diese Futterpflanze - und bei uns ist der Mais ja ausschließlich eine Futterpflanze - heute wohl schon konkurrenzlos ist. Der Maisanbau stößt heute schon eher an Grenzen, die sich aus dem pflanzenbaulichen Bereich ergeben, wogegen eine Begrenzung im Bereich der Verfütterung noch nicht zu sehen ist. Ich meine, daß die Tierernährung noch keinen schwerwiegenden Anlaß sieht, warnend darauf hinzuweisen, daß unter diesen oder jenen Voraussetzungen eine Erhöhung der Maisverfütterung prinzipiell zu begrenzen ist.

Gewiß gibt es Bereiche und Einzelbetriebe, wo die Verwendung von noch mehr Mais in der Futtermischung an eine natürliche Grenze stößt. Kaum einmal aber müssen die Maisgaben reduziert werden, obwohl wirtschaftliche Überlegungen noch für eine Erhöhung sprechen würden, weil sonst eine Ration aus den Fugen gerät. Der Mais bedarf aber immer einer Ergänzung des Nährstoffausgleichs in einer Ration.

Um die Einsatzmöglichkeiten des Maises deutlich machen zu können, empfiehlt sich seine "Zerlegung". Das besondere bei ihm ist, daß Stengel und Blätter nährstoffmäßig einen anderen Wachstumsablauf haben als bei anderen Körnerfrüchten. Der Nährstoffgehalt (die "Nährstoffkonzentration") nimmt einen typischen Verlauf, der zwar mit dem TS-Gehalt korreliert werden kann, obwohl dieser nicht ursächlich mit der Änderung der Nährstoffkonzentration zusammenhängt. (Abb. 1)

Abb. 1

Gehalt an Stärkeeinheiten in Silomais
in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt



Es zeigt sich, daß der Energiegehalt nicht unendlich mit dem TS-Gehalt steigt, sondern bei einem ca. 37% übersteigendem TS-Gehalt wieder sinkt. Es ist naheliegend, daß der Kolbenanteil für den Nährstoffgehalt maßgeblich ist. Diesen Zusammenhang zeigt die Abbildung 2.

BLT/V2
10/76

Nährstoffgehalt von Silomais mit steigendem Kolbenanteil

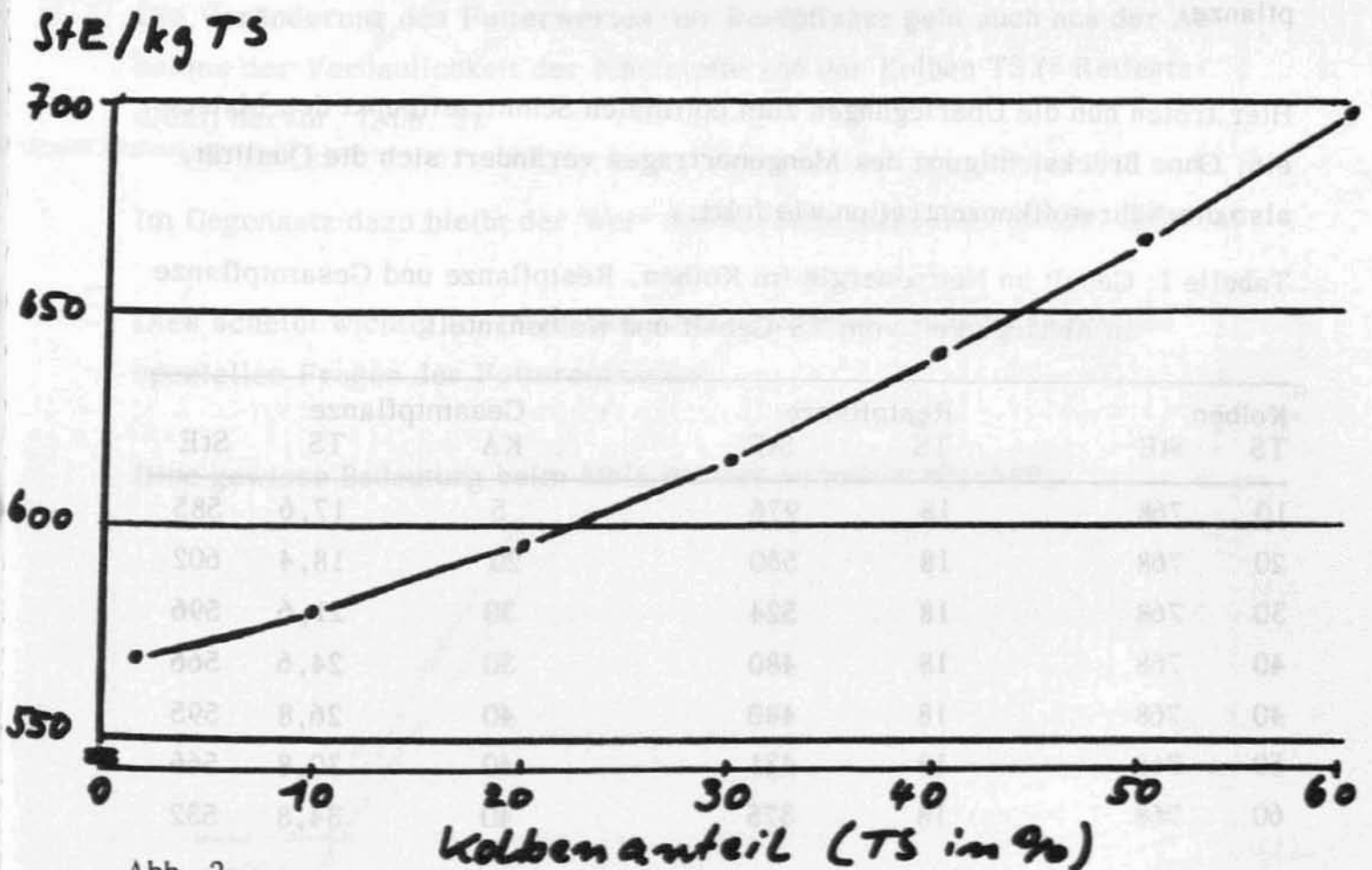


Abb. 2

Ein Kolben-TS-Anteil von 60% ist so hoch, daß er beim Vergleich mit Abb. 1 nicht für generelle Betrachtungen zugrunde gelegt werden kann. Es lohnt sich aber, die Zusammenhänge zwischen Kolbenanteil und Nährstoffgehalt differenzierter zu betrachten. Bei der Maisfütterung hat man ja immer die Gesamtpflanze im Auge. Im Wachstumsablauf erhöht sich der Kolben-TS-Anteil mit fortschreitender Reife. Er verändert sich etwa wie folgt:

Beginn der Kolbenbildung	20%
Milchreife	30%
Beginn der Teigreife	40%
Ende der Teigreife	50%
Druschreife	60%

Der Anteil der Restpflanze liegt entsprechend zwischen 80 und 40%. Dies hat einen entsprechend großen Einfluß auf den Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze.

Hier treten nun die Überlegungen zum optimalen Schnittzeitpunkt des Maises ein. Ohne Berücksichtigung des Mengenertrages verändert sich die Qualität, also die Nährstoffkonzentration wie folgt:

Tabelle 1: Gehalt an Nettoenergie im Kolben, Restpflanze und Gesamtpflanze in Abhängigkeit vom TS-Gehalt und Kolbenanteil

Kolben		Restpflanze		Gesamtpflanze		
TS	StE	TS	StE	KA	TS	StE
10	768	18	976	5	17,6	585
20	768	18	560	20	18,4	602
30	768	18	524	30	21,6	596
40	768	18	480	30	24,6	566
40	768	18	480	40	26,8	595
50	768	18	431	40	30,8	566
60	768	18	375	40	34,8	532

Diese aus Schnittzeitversuchen mit Verdauungsversuchen ermittelten Werte zeigen zunächst, daß der Grünmais - abschätzig auch "Grasmais" genannt - eine beachtliche Nährstoffkonzentration aufweist (585 StE/kg TS der Gesamtpflanze). Die Qualität des Kolbens verändert sich im Prinzip nicht (768 StE), dagegen nimmt die der Restpflanze laufend ab (von 576 StE/kg TS auf 375 StE). Bei der Gesamtpflanze ist nur die Nährstoffkonzentration höher, wenn bei einem früheren Wachstumsstadium ein höherer Kolbenanteil erreicht wird; das heißt, wenn eine spätabreifende Pflanze frühzeitig einen hohen Kolbenanteil hat. Die Restpflanze hat also einen erheblichen Einfluß auf die Maisqualität der Gesamtpflanze - vom Mengenertrag ganz zu schweigen.

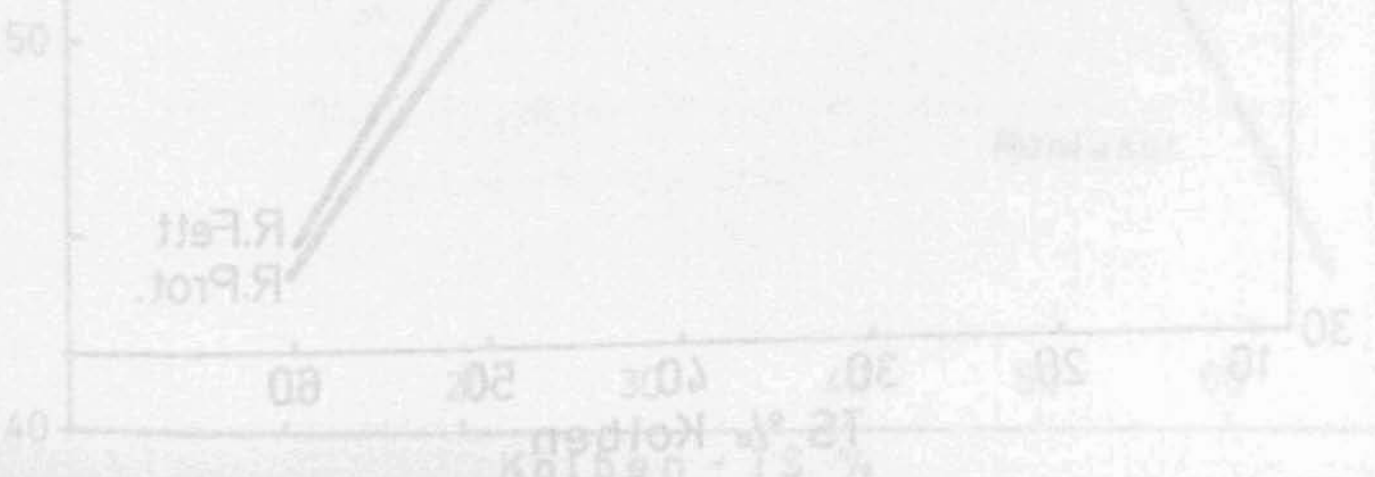
Diese Gesetzmäßigkeit sollte in pflanzenbaulicher und pflanzenzüchterischer Hinsicht beachtet werden, sie sagt im Grunde nichts anderes, als daß die Maisrestpflanze als Futterwertträger stärker zu beachten ist.

Die Veränderung des Futterwertes der Restpflanze geht auch aus der Abnahme der Verdaulichkeit der Nährstoffe von der Kolben TS (= Reifestadium) hervor. (Abb. 3)

Im Gegensatz dazu bleibt der Wert des Kolbens insgesamt gleich. (Abb. 4)

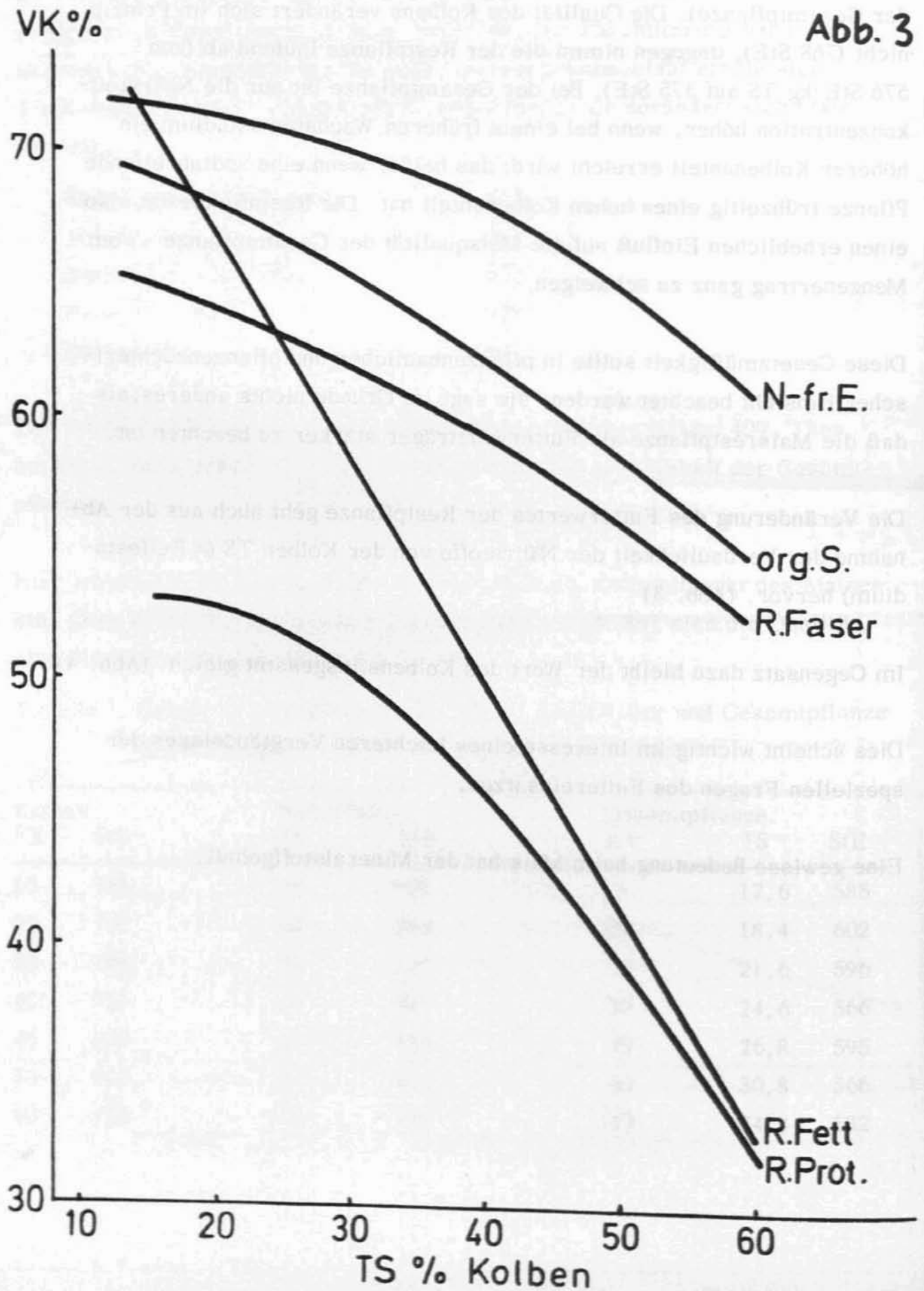
Dies scheint wichtig im Interesse eines leichteren Verständnisses der speziellen Fragen des Futtereinsatzes.

Eine gewisse Bedeutung beim Mais hat der Mineralstoffgehalt.



Verdaulichkeit der Rohnährstoffe in Silomais-Restpflanze (Stengel + Blätter + Lieschblätter) in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt im Kolben

Abb. 3



Verdaulichkeit der Nährstoffe im Maiskolben in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt **Abb. 4**

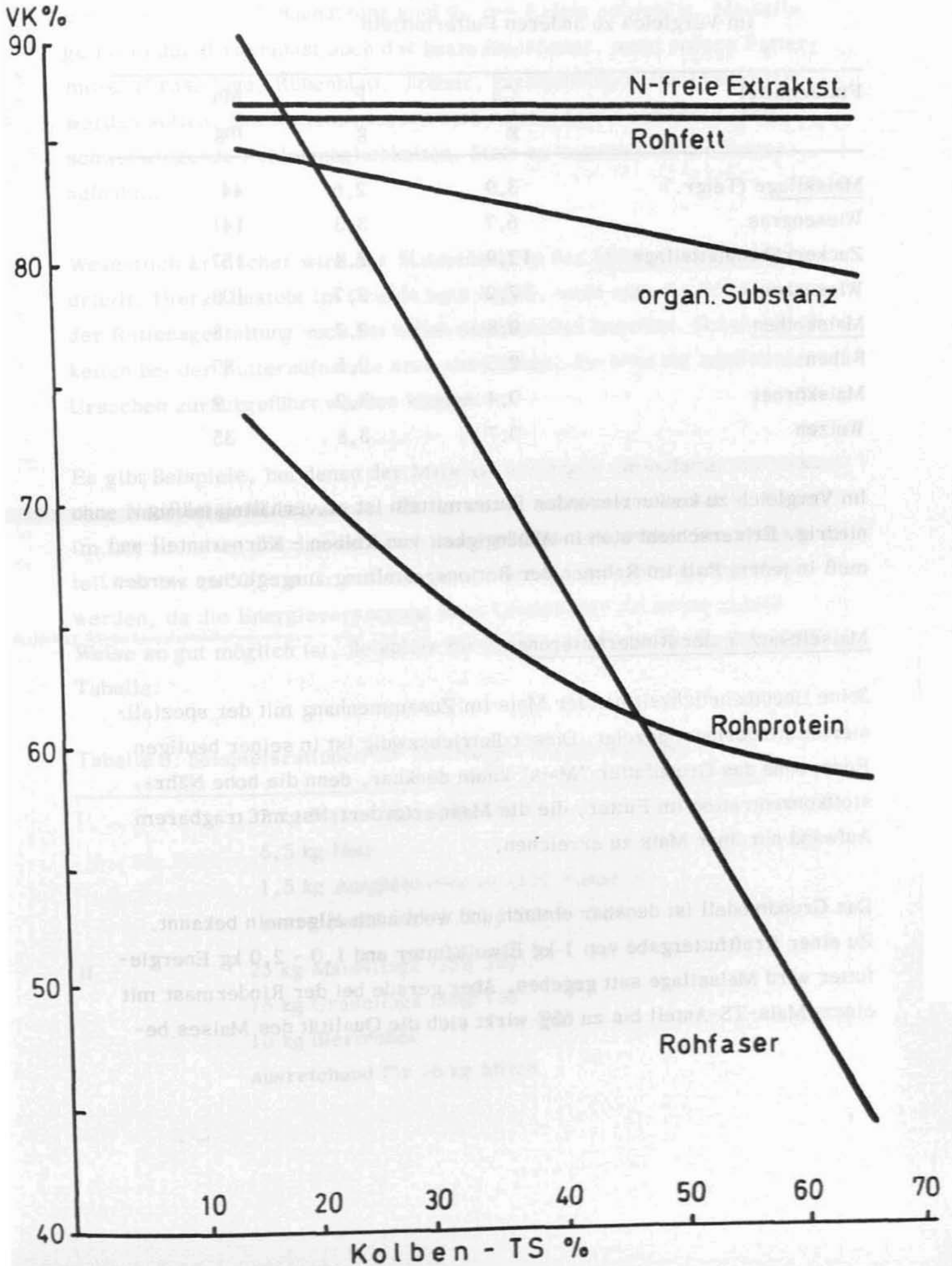


Tabelle 2: Mineralstoffgehalt im Mais (in der TS)
im Vergleich zu anderen Futtermitteln

Futtermittel	Ca	P	Mn
	g	g	mg
Maissilage (Teigr.)	3,9	2,6	44
Wiesengras	6,7	3,3	141
Zuckerrübenblattsilage	12,9	2,4	157
Wiesenheu	7,2	2,7	108
Maiskolben	0,8	2,7	8
Rüben	2,5	2,5	80
Maiskörner	0,4	3,2	9
Weizen	0,7	3,8	35

Im Vergleich zu konkurrierenden Futtermitteln ist er verhältnismäßig niedrig. Er verschiebt sich in Abhängigkeit von Kolben - Körneranteil und muß in jedem Fall im Rahmen der Rationsgestaltung ausgeglichen werden.

Maiseinsatz in der Rinderfütterung

Seine Unentbehrlichkeit hat der Mais im Zusammenhang mit der spezialisierten Rindermast gezeigt. Dieser Betriebszweig ist in seiner heutigen Form ohne das Grundfutter "Mais" kaum denkbar, denn die hohe Nährstoffkonzentration im Futter, die die Mast erfordert, ist mit tragbarem Aufwand nur über Mais zu erreichen.

Das Grundmodell ist denkbar einfach und wohl auch allgemein bekannt. Zu einer Kraftfuttermenge von 1 kg Eiweißfutter und 1,0 - 2,0 kg Energiefutter wird Maissilage satt gegeben. Aber gerade bei der Rindermast mit einem Mais-TS-Anteil bis zu 65% wirkt sich die Qualität des Maises be-

sonders stark aus. Die Kontrolle des Futtermittels in Verbindung mit einer genauen TS-Einschätzung sind für den Erfolg notwendig. Maissilage ist in der Rindermast auch das beste Basisfutter, wenn andere Futtermittel (Grassilage, Rübenblatt, Treber, Preßschnitzel, Heu) verwertet werden sollen. Die Rationen lassen sich relativ leicht variieren ohne schwerwiegende Fehlermöglichkeiten. Stets zu beachten ist die Futteraufnahme.

Wesentlich kritischer wird der Maiseinsatz in der Milchviehfütterung beurteilt. Hierzu besteht im Grunde kein Anlaß, wenn man die Prinzipien der Rationsgestaltung auch bei hohen Maisanteilen beachtet. Schwierigkeiten bei der Futteraufnahme sind Ausnahmen, die dann auf bestimmte Ursachen zurückgeführt werden können.

Es gibt Beispiele, bei denen der Mais als alleiniges Grundfutter im Winter ohne Nachteil gefüttert wurde. Es ist sicher schwierig eine solche Ration im Lot zu halten und das soll auch nicht empfohlen werden. Ein Maisanteil von bis zu 50% im Grundfutter kann aber als optimal angesprochen werden, da die Energieversorgung über Grundfutter auf keine andere Weise so gut möglich ist. Beispiele für die Ergänzung zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 3: Beispielsrationen für Milchkühe mit Maissilage

I	22 kg Maissilage (30% TS)
	6,5 kg Heu
	1,5 kg Ausgleichsfutter (32% Rohpr.)
	ausreichend für 13,5 kg Milch
II	25 kg Maissilage (25% TS)
	15 kg Grassilage (35% TS)
	10 kg Biertreber
	ausreichend für 16 kg Milch

Die Maissilageergänzung zur Weide ist - wo möglich - eine ideale Sache. Nachfolgendes Beispiel zeigt, daß sie ein "Ausgleichsfutter" zur Weide ist und auf dieser Grundlage höhere Leistungen erreicht werden können.

Tabelle 4: Grünfütterung (Weide)

65 kg Gras (Weide)

10 kg Maissilage

Nährstoffe ausgeglichen für 17 - 19 kg Milch.

Die Frage der Fruchtbarkeit der Kühe bei hohen Maissilagegaben wird öfters angesprochen. Grundsätzlich gilt, daß die vollwertige Nährstoffversorgung desto schwieriger wird, je höher der Anteil eines Futtermittels in der Ration ist. Dies umso mehr, wenn es sich um ein einseitiges Futtermittel handelt. Beim Mais trifft das zu, eine Korrektur ist aber leicht möglich. Daß der Mais an sich keine negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit hat, zeigen Untersuchungen von Janssen.

Tabelle 5: Fruchtbarkeitsmerkmale bei Maissilageanteilen

(nach Janssen 1975)

Maissilage TS-Anteil %	Erstbesamung %	Zyklus- störungen %	Stoffwechsel- störungen %
31	63,0	27	7,2
31 - 47	61,5	26	6,4
47	69,0	18	8,7

Bei Genitalkatarrhen und Sterilität keine Unterschiede.

Wahrscheinlich durch die verbesserte Energieversorgung verbessern sich sogar die Fruchtbarkeitskriterien mit steigendem Maisanteil. Dies

trifft auch für die unterschiedlichen Leistungsgruppen zu, wie die Tabelle 6 zeigt.

Tabelle 6: Erstbesamungsergebnisse bei steigendem Maisanteil und unterschiedlicher Milchleistung (nach Janssen, 1975)

Maissilage TS	Erstbesamung in %				
	%	n	5000 kg	n	5000 kg
31		40	57,5	48	56,2
31 - 48		113	65,5	57	70,1
48		86	71,0	90	76,6

Etwas Vorsicht ist bei der Maisfütterung an Jungrinder geboten. Die hohe Futter- und Nährstoffaufnahme führt bei alleiniger Maissilagefütterung zu einer unerwünschten Forcierung der Aufzucht mit Verfettung und Komplikationen bei der ersten Trächtigkeit.

Einsatz in der Schweinefütterung

Einen enormen Umfang hat der Maiseinsatz in der Schweinefütterung angenommen. Gerade die Möglichkeit einer abgestuften Differenzierung der Maisqualitäten haben die Verwendung in diesem Bereich begünstigt. Da der Körnermais etwa dem Getreide gleichgestellt ist, soll auf ihn nicht näher eingegangen werden. Dagegen haben die neueren Ernteverfahren, wie das Pflück-Drusch- oder Pflück-Häckselverfahren Futterqualitäten besonderer Art herausgebracht.

Tabelle 7: Ernteverfahren und Nährstoffgehalt bei Maiskolbensilage

Ernteverfahren	Rohfaser- gehalt % (bezogen auf TS)	Gesamtnähr- stoffgehalt	Verd. d. organ. Subst. %
1. Drusch-Verfahren Körnermais	3	910	88
2. Pflück-Drusch-Verfahren Corn-Cob-Mix (CCM) (20-80% Spindelanteil)	4 - 8	895 - 830	87 - 81
3. Pflück-Häcksel-Verfahren			
Lieschkolbenschrot	10 - 15	790 - 705	78 - 70
Lieschen abgesiebt	6 - 9	860 - 810	84 - 79
Gerste 2-zeilig	5,4	818	83
Hafer	11,5	737	70

Daneben spielt noch ihr Feuchtegehalt für die Beurteilung ihres Einsatzbereiches eine Rolle. Corn-Cob-Mix und abgesiebtes Lieschkolbenschrot liegen nahezu ideal im Nährstoffbereich für die Schweinefütterung, insbesondere für die Schweinemast. Um allerdings vernünftige Rationen bilden zu können, muß der Nährstoffgehalt über den Rohfasergehalt abgegrenzt werden. Bei gewichtsmäßiger Dosierung der Mastmischung ist außerdem der Wassergehalt des CCM wichtig. Es hat sich gezeigt, daß z.B. in Hochbehältern der TS-Gehalt durch das durchsickernde Wasser von oben nach unten abnimmt. Bei höheren CCM-Anteilen in der Ration kann das bei gewichtsbezogener Mischung zu einer zu geringen Nährstoffversorgung der Tiere mit starker Zuwachsminderung führen. Sinkt der TS-Gehalt z. B. von 50 auf 33%, werden bei einer Ration mit 3kg CCM rund 150 GN/Tag weniger gefüttert, was eine Zuwachsminderung von ca. 20% bedeutet.

Die dem CCM am besten entsprechende Fütterungstechnik ist die Flüssigfütterung. Das heißt nicht, daß die herkömmliche Feuchtfütterung nicht möglich wäre. Am besten geeignet erscheint hier das Verfahren 1 kg Trok-

kenfutter + CCM satt. Bei der Flüssigfütterung mit in der Regel einheitlichen Mischung von 35 - 100 kg Gewicht kann ein Gemisch aus

1 Teil Ergänzungsfutter	= 11 ‰
2 Teilen CCM	= 22 ‰
zu 2 Teilen Wasser	= 66 ‰

als oberste Grenze des CCM-Einsatzes angesehen werden. Unter dieser Grenze sind alle denkbaren Mischungen möglich. Es kann das Verhältnis Ergänzungsfutter : Wasser mit 2,7 Teilen Molke gemischt werden.

Bleibt noch zum Abschluß die Maisfütterung an Zuchtschweinen.

Tabelle 8: Tagesfuttermenge einer Zuchtsau

Futtermittel	kg
<u>1. niedertragend, 1. - 13. Woche</u>	
Ergänzungsfutter 20 ‰ Rp	1,0
+ Maissilage	5,5
oder Lieschkolbensilage	2,1
oder Corn-Cob-Mix	1,8 ^{ca.}
oder Maiskörnersilage	1,4
<u>2. hochtragend, 14. Woche bis Abferkeln</u>	
Ergänzungsfutter 20 ‰ Rp	2,0
+ etwa die Hälfte der Maissilage wie niedertragend	
<u>3. säugend (10 Ferkel)</u>	
Ergänzungsfutter 20 ‰ Rp	4,0 kg
+ Lieschkolbenschrot	5,0 kg
oder Corn-Cob-Mix	4,0 kg
oder Maiskörnersilage	3,0 kg

Gerade bei der Zuchtsauenfütterung kommt es auf eine einwandfreie Silagequalität an.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Mais seinen Anteil am Futterpflanzenbau aufgrund seiner hervorragenden Fütterungseigenschaften mit vollem Recht einnimmt. Es ist zu erwarten, daß seine Verwendung einen noch größeren Umfang einnehmen und sein Anbau sich gerade in den bisherigen Grenzlagen verstärken wird. In den Kernanbaugebieten dürfte allerdings die höchste Ausdehnung erreicht oder gar schon überschritten sein. Hier wird der Umfang der Verfütterung stagnieren. Spezielle Nachteile auf Leistung und Wohlbefinden der Tiere sind auch bei höheren Maisgaben bis jetzt noch nicht bekannt geworden.

Fütterungstechnik für die Rindermast

von OLR Dr. Heinrich Pirkelmann, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan

In der spezialisierten Rindermast haben sich weitgehend standardisierte Futterrationen durchgesetzt. Als Grundfutter wird zum großen Teil ausschließlich Maisilage verwendet. Vereinzelt kommen Z-Rübenblatt, in geringen Mengen Grassilage und etwas Heu bzw. Futterstroh zum Einsatz. Zur Energie- und Eiweißaufwertung dienen hofeigene oder zugekaufte Kraftfuttermischungen in mehliger oder pelletierter Form. Dazu können noch in Sonderfällen Treber oder Schlempe als Nebenprodukte aus Brauerei und Brennerei kommen.

Die Hauptfuttermittel liegen damit in einer für die Mechanisation günstigen Struktur vor, so daß in der Rindermast von der Funktion nahezu alle bekannten mobilen und stationären Fütterungstechniken zum Einsatz kommen können. Für die Auswahl der Verfahren steht zunächst die auf die Bestandsgröße abzustimmende Leistungsfähigkeit der Geräte im Vordergrund, da die Fütterungsarbeiten in den vorherrschenden Vollspaltenbödenställen 70 - 80% des täglichen Arbeitsanfalls ausmachen. Daneben müssen aber verstärkt auch die Möglichkeiten einer leistungsgerechten Futtervorlage und die Vermeidung von Futterverlusten Berücksichtigung finden. In den Gesamtproduktionskosten entfallen nämlich etwa 50% auf die Futterkosten - wobei sich jeweils etwa die Hälfte auf das Grund- und das Kraftfutter verteilt -, so daß sich erhöhte Aufwendungen in der Futterversorgung sehr schnell in der Wirtschaftlichkeit der Rindermast niederschlagen.

Bei der Darstellung der einzelnen Fütterungsverfahren ist in die 3 Abschnitte: Entnahme aus dem Vorratslager, Transport zum Stall und die

Zuleitung in die Krippe zu differenzieren. In die gewählte Mechanisierungsform sollten nach Möglichkeit alle Futterkomponenten einbezogen werden können.

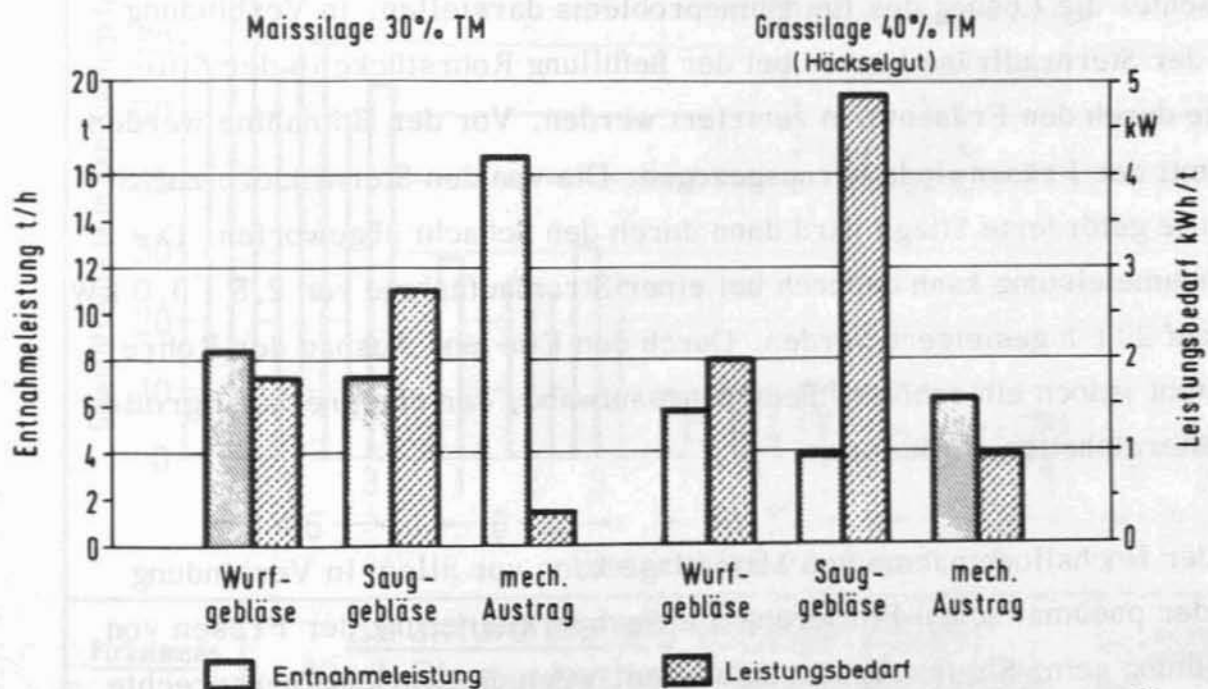
Entnahme aus dem Hochsilo

Zur Entnahme von Maissilage aus Hochsilos ist die Fräse die allein zu empfehlende Mechanisierungsform, wobei der Schwerpunkt eindeutig bei den Obenentnahmefräsen liegt. Zu den bekannten Fräsen mit Wurf- oder Sauggebläse kommt neu eine Bauart mit Förderband. Dieser mechanische Austrag ist bislang nur in Verbindung mit der mehrteiligen Schubstange möglich, da bislang nur mit diesem Fräsorgan die Übergabe der losgefrästen Silage auf das Band gelungen ist. Wie bei den Fräsen mit Wurfgebläse ist im Silobehälter eine Lukenreihe erforderlich. Der Abwurf erfolgt durch einen Schacht an der Außenwand der Silobehälter.

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Fräsenbauarten wird weniger von den Fräsorganen, die in allen bekannten Ausführungen zum Einsatz in der Maissilage geeignet sind, sondern vorrangig von den Fördereinrichtungen bestimmt (Abb. 1). Wurfgebläse bringen in Häckselgut eine etwas höhere Entnahmeleistung als Saugdruckgebläse, die zudem wegen der erforderlichen hohen Luftraten einen um ca. 30% höheren Leistungsbedarf erfordern. Wenn sie dennoch in jüngster Zeit einen zunehmenden Einsatz finden, so liegt dies vornehmlich am geringen Bedienungsaufwand und der Möglichkeit, die Silage verlustfrei direkt in den Stall oder eine vorgeschaltete Futterzentrale zu fördern.

Gegenüber der pneumatischen Förderung bringt der mechanische Austrag in Maissilage eine ca. 3 mal höhere Entnahmemenge, während der Leistungsbedarf auf 1/3 bis 1/4 absinkt. In Grassilage ist diese Tendenz, wenn auch deutlich abgeschwächt, ebenfalls zu erkennen. Damit werden

Entnahmeleistung und Leistungsbedarf von Obenentnahmefräsen in Hochsilos




 Pirkelmann/Trz 812 252

Abb. 1

auch in Betrieben mit begrenzten Stromanschlußwerten die Voraussetzungen für eine leistungsfähige Hochsiloentnahme geschaffen. Die hohen Auswurfmengen begünstigen vor allem die Verfahrensleistungen mit mobilen Fütterungstechniken, da bisher die Befüllung der Futterwagen aus Hochsilos einen hohen Zeitaufwand erforderte. Dies wird langfristig der höher zu bewertende Vorteil dieser Entwicklung sein, da die gewonnene Energieeinsparung nicht überbewertet werden sollte. So betragen die Stromkosten bei 0,20 DM/kW zur Entnahme von 200 m³ Maissilage mit einer Saugfräse ca. 80.-- DM, bei Einsatz eines Wurfgebläses 40 - 45 DM und mit Bandförderung etwa 10.-- DM.

Für Silos mit Hochfundament kann bei Versagen der Untenentnahmefräse neben den genannten Fräsenbauarten der Einbau eines zentralen Abwurfschachtes die Lösung des Entnahmeproblems darstellen. In Verbindung mit der Sternradfräse können bei der Befüllung Rohrstücke in der Silomitte durch den Fräsenturm zentriert werden. Vor der Entnahme werden sie mit der Fräsenwinde herausgezogen. Die von den Sternrädern zur Silomitte geförderte Silage wird dann durch den Schacht abgeworfen. Die Entnahmeleistung kann dadurch bei einer Stromaufnahme von 2,5 - 3,0 kW bis auf 20 t/h gesteigert werden. Durch den Ein- und Ausbau der Rohre entsteht jedoch ein erhöhter Bedienungsaufwand, der entsprechend große Behältereinheiten voraussetzt.

Bei der Hochsiloeinlagerung von Maissilage kann vor allem in Verbindung mit der pneumatischen Förderung die Nachzerkleinerung der Fräsen von Bedeutung sein. Sie ist negativ zu werten, wenn die wiederkäuergerechte Struktur der Silage zerstört wird. Sie könnte aber auch von Vorteil sein, wenn dadurch ganze Maiskörner angeschlagen werden. Eine nennenswerte Nachzerkleinerung ist aber nach einer umfangreichen Untersuchung in Praxiseinsätzen nur bei sehr feuchten Silagen mit TM-Gehalten unter 25% gegeben (Abb. 2). Die anzustrebenden trockneren Maissilagen werden dagegen in der Struktur nur geringfügig beeinflusst, wobei für die Nachzerkleinerung die Gebläsebauart und der Durchsatz von Bedeutung sind. Keinesfalls kann aber von einer kontrollierten Aufbereitung der ganzen Maiskörner die Rede sein. Die mitunter gegebene Empfehlung, den Silomais für die Hochsiloeinlagerung mit Fräsenentnahme länger zu häckseln, ist damit nicht berechtigt.

Entnahme von Flachsilos

Die in der Silomaiskonservierung dominierenden Flachsilos werden überwiegend mit Front- oder Radladern entnommen. Diese preiswerte und

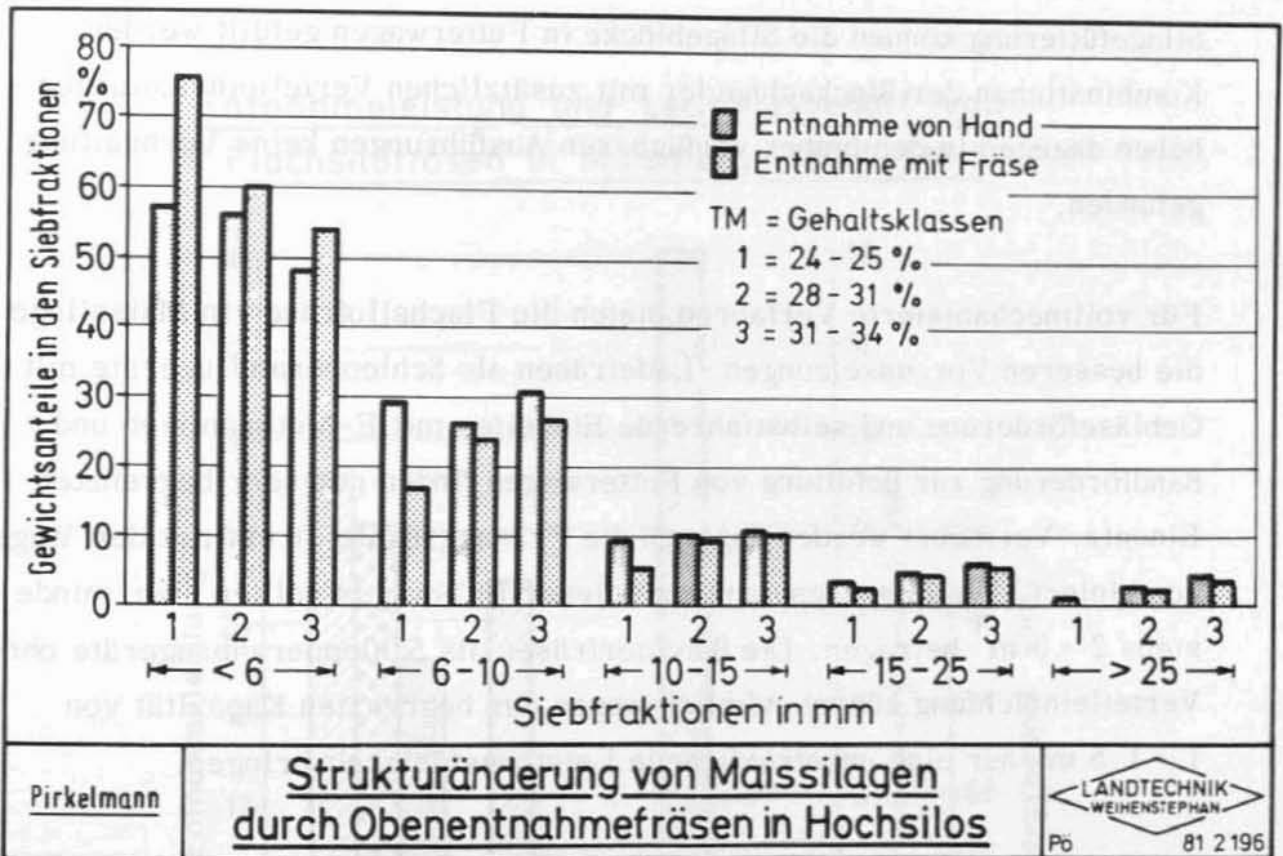


Abb. 2

leistungsfähige Entnahmetechnik ist jedoch mit einem erhöhten Nachgär-
risiko durch die Auflockerung der Anschnittfläche belastet. Vor allem in
den Sommermonaten und bei einem zum Viehbestand unverhältnismäßig
großen Siloquerschnitt können dadurch nicht zu unterschätzende Verluste
entstehen. Langfristig sollten daher Geräte mit Schneid- oder Fräsein-
richtungen angestrebt werden.

Von den Blockschneidern verdienen in Maissilage die Geräte mit Säge-
messern und umlaufender Schneidkette den Vorzug vor dem Schneidspa-
ten, der beim Herausziehen zum Anlockern der Oberfläche neigt. Werden
die Blöcke auf Vorrat zum Futtertisch abgesetzt, wobei sich die Lager-
dauer an der Stabilität der Silage und den Stallbedingungen zu orientieren
hat, so bleibt die Verteilung Handarbeit. Für eine vollmechanisierte

Silagefütterung können die Silageblöcke in Futterwagen gefüllt werden. Kombinationen der Blockschneider mit zusätzlichen Verteileinrichtungen haben dagegen in den bisher verfügbaren Ausführungen keine Verbreitung gefunden.

Für vollmechanisierte Verfahren bieten die Flachsilofräsen in Maissilage die besseren Voraussetzungen. Ladefräsen als Schlepperanbaugeräte mit Gebläseförderung und selbstfahrende Einheiten mit E-Motorantrieb und Bandförderung zur Befüllung von Futterwagen finden nur sehr begrenzten Einsatz. Vermehrt werden dagegen die Fräsaggregate direkt mit den Wagen kombiniert. Die Fassungsvermögen dieser Fräswagen sollten aber mindestens $2 - 3 \text{ m}^3$ betragen. Die Behälterfräsen als Schlepperanbaugeräte ohne Verteileinrichtung können nämlich wegen der begrenzten Kapazität von $1 - 1,5 \text{ m}^3$ nur eine unbefriedigende Leistungsfähigkeit bringen.

Die Entnahmeleistungen der Flachsilofräsen liegen in Maissilage mit $200 - 300 \text{ dt/h}$ sehr hoch. Der erforderliche Leistungsbedarf ist wiederum weitgehend abhängig vom Förderorgan (Abb. 3). Der hohe Energieaufwand bei der Gebläseförderung ist durch Übergang auf ein Förderband um mehr als die Hälfte zu reduzieren. Noch günstiger liegen die Fräswagen, da die Fräswerkzeuge die Silage in den Wagen werfen und damit ein spezielles Förderorgan entfallen kann.

Leider nimmt die Funktionssicherheit der Flachsilofräsen in Grassilage ab und die Entnahmeleistungen gehen vor allem mit zunehmender Halm-länge stark zurück. Hier ist Abhilfe durch neue Frässysteme erforderlich.

Dies trifft auch für die neu verfügbaren Fräsmischwagen zu, die bislang ebenfalls nur in Maissilage einzusetzen sind. Die Kombination einer Fräse ist mit allen Mischsystemen möglich. Sie bringen bei der Befüllung

Entnahmeleistung und Leistungsbedarf von Flachsilofräsen in Maissilage (30 % TM)

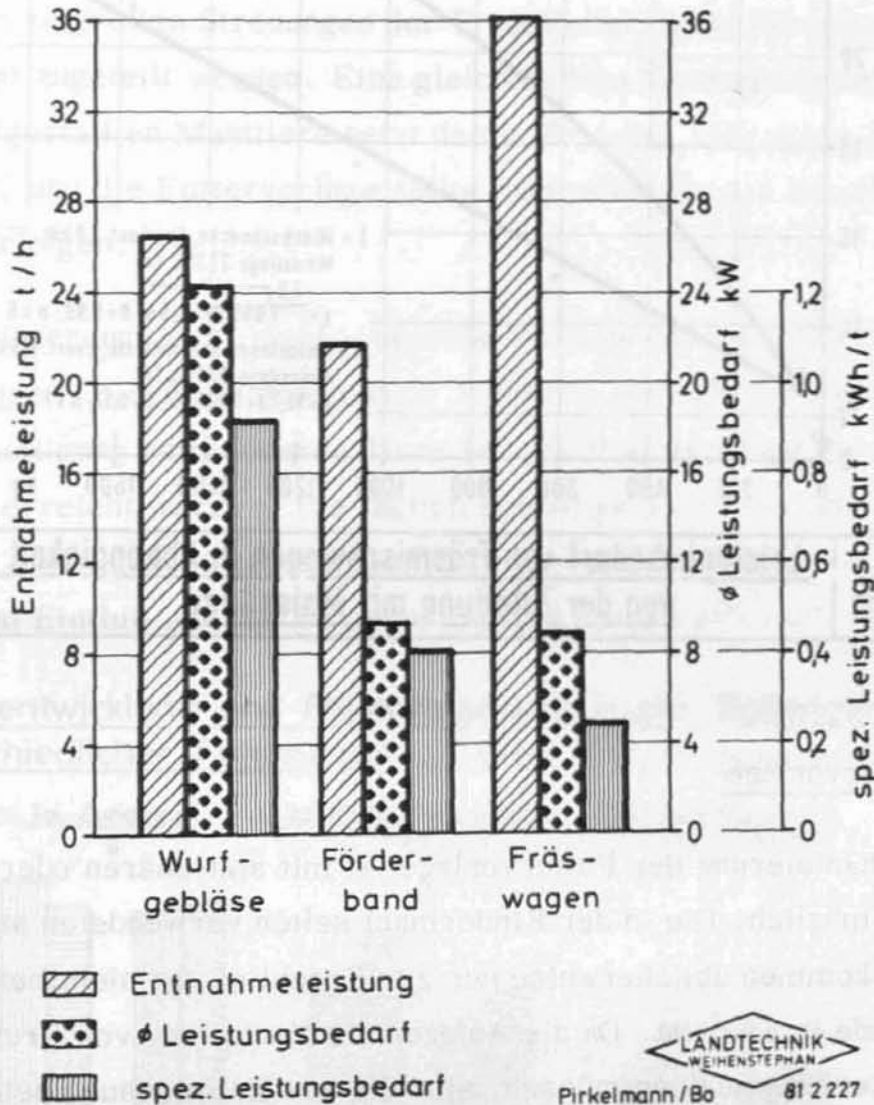


Abb. 3

der Mischwagen nicht nur arbeitswirtschaftliche Vorteile, sondern erleichtern durch die kontinuierliche Beschickung mit aufgelockertem Gut auch den Mischvorgang. Die Entnahmeleistungen entsprechen denen der Fräswagen. Der Leistungsbedarf steigt mit zunehmendem Füllungsgrad stark an, da die Antriebsleistung für das Mischorgan das Fräsen überlagert (Abb. 4).



Pirkelmann / Bo 81 2 227

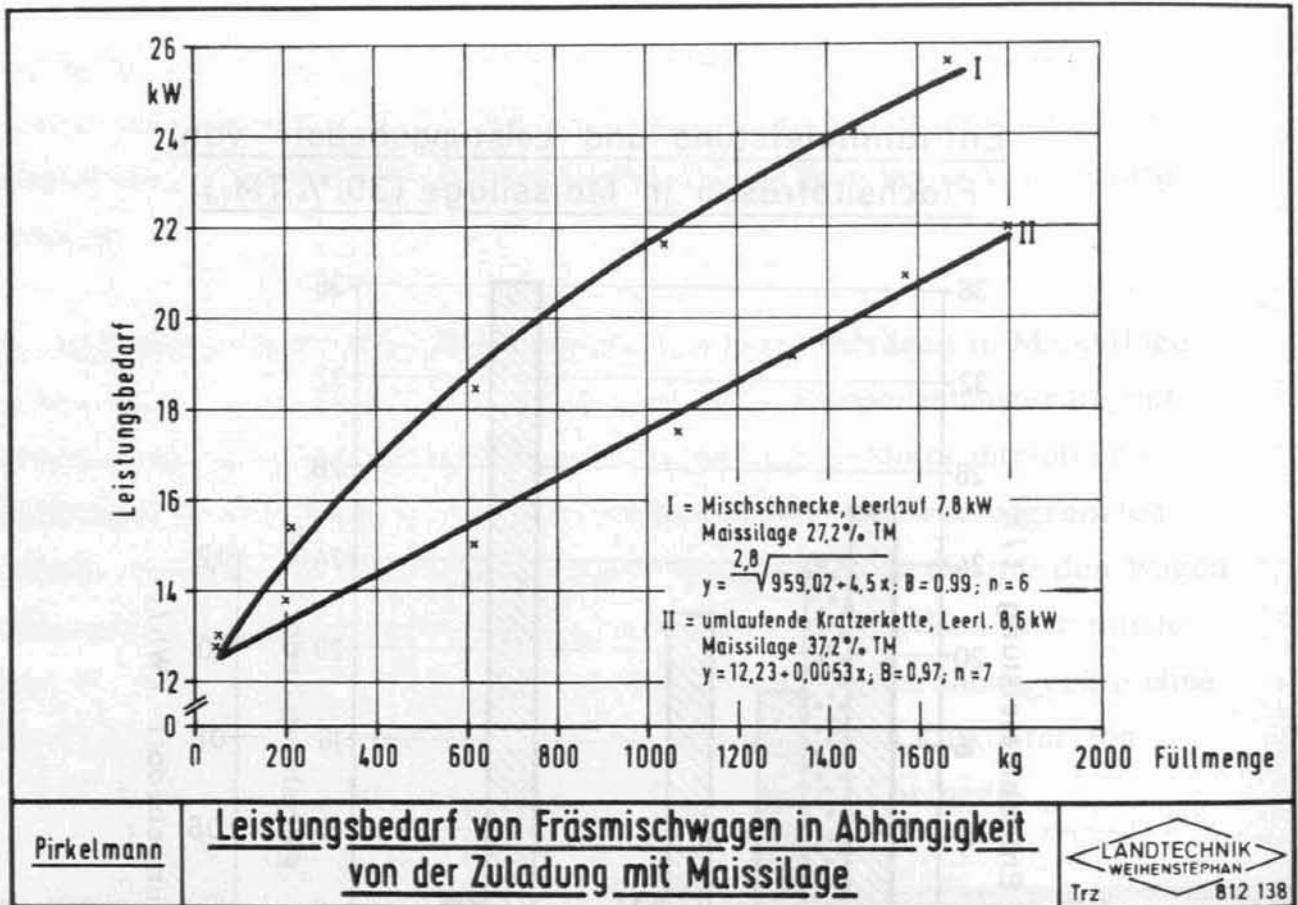


Abb. 4

Die Futtervorlage

Die Mechanisierung der Futtervorlage ist mit stationären oder mobilen Geräten möglich. Die in der Rindermast selten verwendeten stationären Anlagen kommen üblicherweise nur zur Erschließung nicht befahrbarer Altgebäude in Betracht. Da die Anlagen die Verteilung von Grund- und Kraftfutter übernehmen müssen, sind die zur Entmischung neigenden Futterschnecken und Schubstangen weniger geeignet. Zweckmäßiger sind die Förderbänder einzusetzen, wobei das auftrommelbare Band die preiswerteste Lösung darstellt. Es wird in Breiten von 0,5 - 1,65 m angeboten und kann gleichzeitig als Futtertisch zur direkten Futteraufnahme dienen. Die Verteilgenauigkeit über die Futtertischlänge hängt von der Gleichmäßigkeit der Bandaufgabe ab.

Von den überwiegend eingesetzten mobilen Geräten können die Futterverteil- bzw. Fräswagen pro Arbeitsgang nur für jeweils eine Futterart eine befriedigende Zuteilgenauigkeit erreichen. Überschichtungen mehrerer Komponenten oder auch die Zugabe von Kraftfutter aus einem Dosierbehälter führen zu großen Streuungen der Einzelfutter. Jede Futterart sollte daher separat zugeteilt werden. Eine gleichmäßige Versorgung der gruppenweise aufgestellten Masttiere setzt damit für jedes Tier einen Freßplatz voraus, und die Futtervorlage sollte zumindest für das Kraftfutter 2 x täglich erfolgen.

Die Vorratsfütterung, d.h. die 1 x tägliche Vorlage und die Einschränkung von Freßplätzen, die die platzsparende Tiefbucht ermöglicht, kann dagegen ohne Benachteiligung schwächerer Tiere bei der Futtervorlage durch den Mischwagen erreicht werden. Die täglich einmalige Futtervorlage hat gegenüber der 2-maligen Fütterung nach Untersuchungen von Steinhauser und Küther keinen Einfluß auf die Zunahme und den Futterverbrauch (Abb. 5).

Gewichtsentwicklung und Futterverbrauch in der Bullenmast bei unterschiedlicher Fütterungshäufigkeit (nach Steinhauser und Küther)

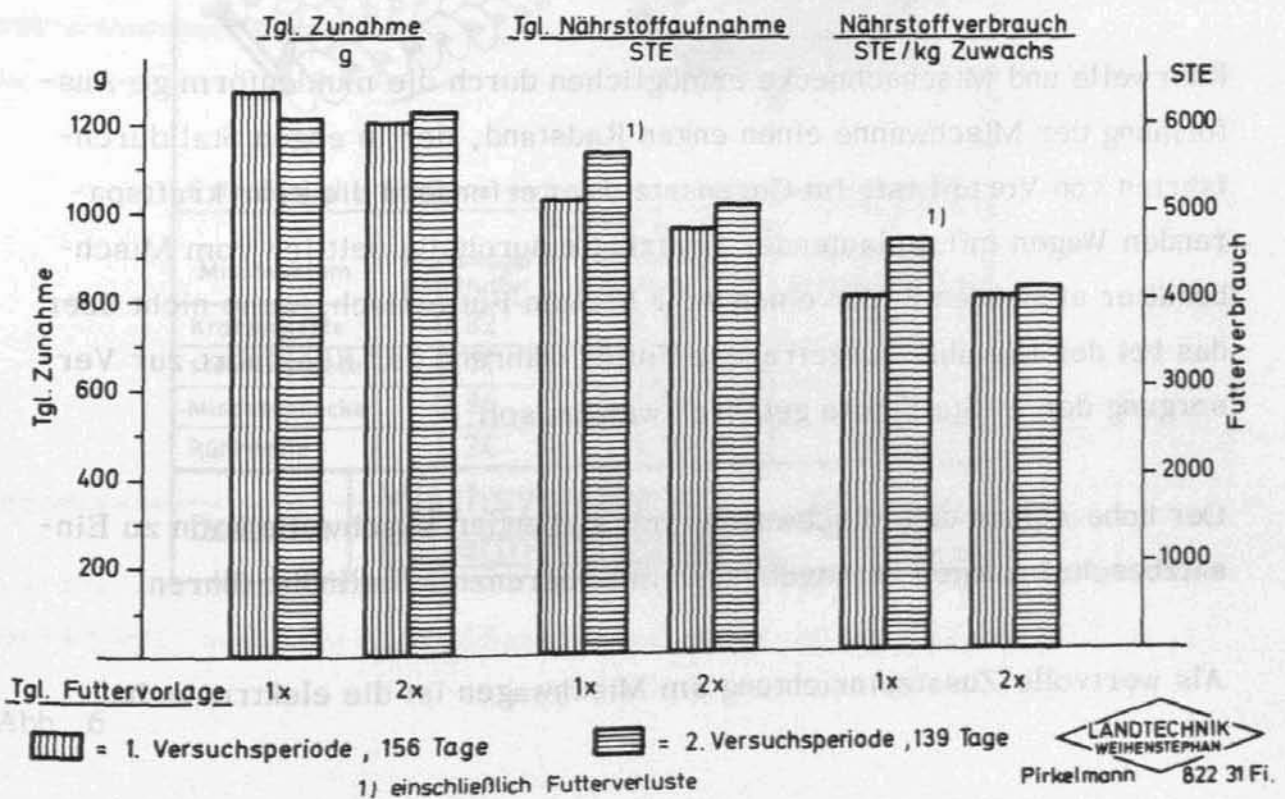


Abb. 5

Auch eine Erhöhung der Fütterungsfrequenzen auf 6-malige Vorlage erbrachte nach amerikanischen Versuchen keine Auswirkungen auf den Mast-erfolg. Entscheidend für die Futtevorlage ist vielmehr, daß alle Tiere die der Ration vorgegebenen Komponenten im vorgesehenen Mengenverhältnis aufnehmen können.

Die Mischwagen vermengen alle eingefüllten Komponenten sehr intensiv miteinander, so daß eine Selektion bevorzugter Futtermittel ausgeschlossen wird. Die verschiedenen Mischsysteme wie Rührwelle oder Mischschnecke mit zwei gegenläufigen Förderschnecken, die umlaufende Kratzerkette und die einfache oder doppelte stehende Welle mit Rührarmen sind in den leicht mischbaren Hauptbestandteilen der Rindermastrationen gleichermaßen geeignet (Abb. 6). Unterschiede bestehen nur hinsichtlich des Leistungsbedarfs und der für eine intensive Vermischung erforderlichen Mischzeit. Werden dagegen größere Partien von längerem Halmgut, wie z.B. Kurzschnittladewagengut in die Mischung eingebracht, so kommen nur noch die Rührwelle und die Mischschnecke in Betracht, wobei die Rührwelle in schwierigen Einsatzbedingungen eindeutig den Vorzug verdient.

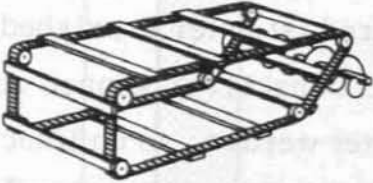
Rührwelle und Mischschnecke ermöglichen durch die muldenförmige Ausformung der Mischwanne einen engen Radstand, der in engen Stalldurchfahrten von Vorteil ist. Im Gegensatz dazu erfordern die sehr kraftsparenden Wagen mit umlaufender Kratzkette durch die seitlich vom Mischbehälter stehenden Räder einen sehr breiten Futtertisch, wenn nicht über das bei der Hinfahrt ausgetragene Futter während der Rückfahrt zur Versorgung der 2. Stallhälfte gefahren werden soll.

Der hohe Aufbau des Mischwagens mit stehender Mischwelle kann zu Einsatzbeschränkungen in Altgebäuden mit begrenzter Stallhöhe führen.

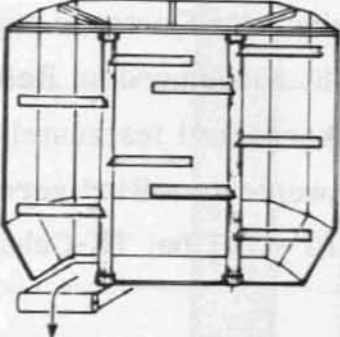
Als wertvolle Zusatzeinrichtung am Mischwagen ist die elektronische

Wiegeeinrichtung anzusehen. Sie ermöglicht eine exakte Kontrolle der Mengenerfassung bei der Befüllung des Wagens und läßt auch eine genaue Zuteilung pro Tiergruppe zu. Diese Vorteile müssen aber mit einem hohen Investitionsaufwand von 10.000 - 12.000 DM erkauft werden.

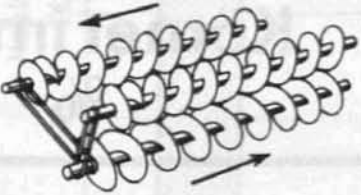
umlaufende Kratzerkette



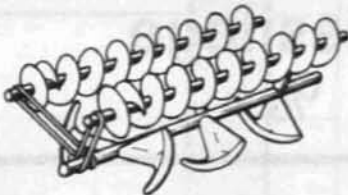
stehende Mischwelle



Mischschnecke




Rührwelle



Erforderliche Schleppermotorleistung kW/100 kg Füllgewicht			
Mischsystem	Futtermischung		
	Maissilage/ Kraftfutter	Maissilage/ Grassilage(geh.)	Maissilage Grassilage(K LW)
Kratzerkette	0,82	0,95	—
steh.Mischwelle	0,71	0,81	—
Mischschnecke	0,94	1,59	3.33
Rührwelle	1,24	1,49	3.01

Pirkelmann

**Mischsysteme von
Futtermischwagen**



81 2 218

Abb. 6

In unzureichend zerkleinerten Maissilagen mit einem hohen Ganzkornanteil kann eine Maisquetsche am Auslauf des Futtermischwagens zur Verminderung von Futtermitteln beitragen. Durch die profilierten Walzen werden alle Körner und Stengelteile zerquetscht, ohne daß die Faserstruktur leidet. Bei Durchsätzen von 10 - 40 t/h ist eine Antriebsleistung von 0,6 - 15,6 kW erforderlich. Dies entspricht einem spez. Leistungsbedarf von 0,05 - 0,4 kWh/t.

Die Einsatzwürdigkeit der Quetsche ergibt sich aus der Häckselqualität des Silomaises. Mit zunehmendem Reifegrad ist unter Praxisbedingungen ein erhöhter Ganzkornanteil festzustellen. Ganzkörner können aber je nach TS-Gehalt nur teilweise vom Rind verwertet werden, so daß nach Honig Verlusten von 10 - 30% bei TS-Gehalten von 25 - 35% auftreten können (Abb. 7).

TM-Gehalt der Maissilage %	Anteil ganzer Körner im Kot %
25	0
25-30	10
30-35	20
über 35	30

Abb. 7: Verlustrate (= Anteil ganzer Körner im Kot) von Maissilage mit unterschiedlichem TM-Gehalt (nach Honig)

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Maiskörner den 1,4 - 1,5-fachen energetischen Wert der Maissilage besitzen. Die Auswirkung der Maisquetsche auf den Ganzkornanteil im Kot sind in Abbildung 8 dargestellt.

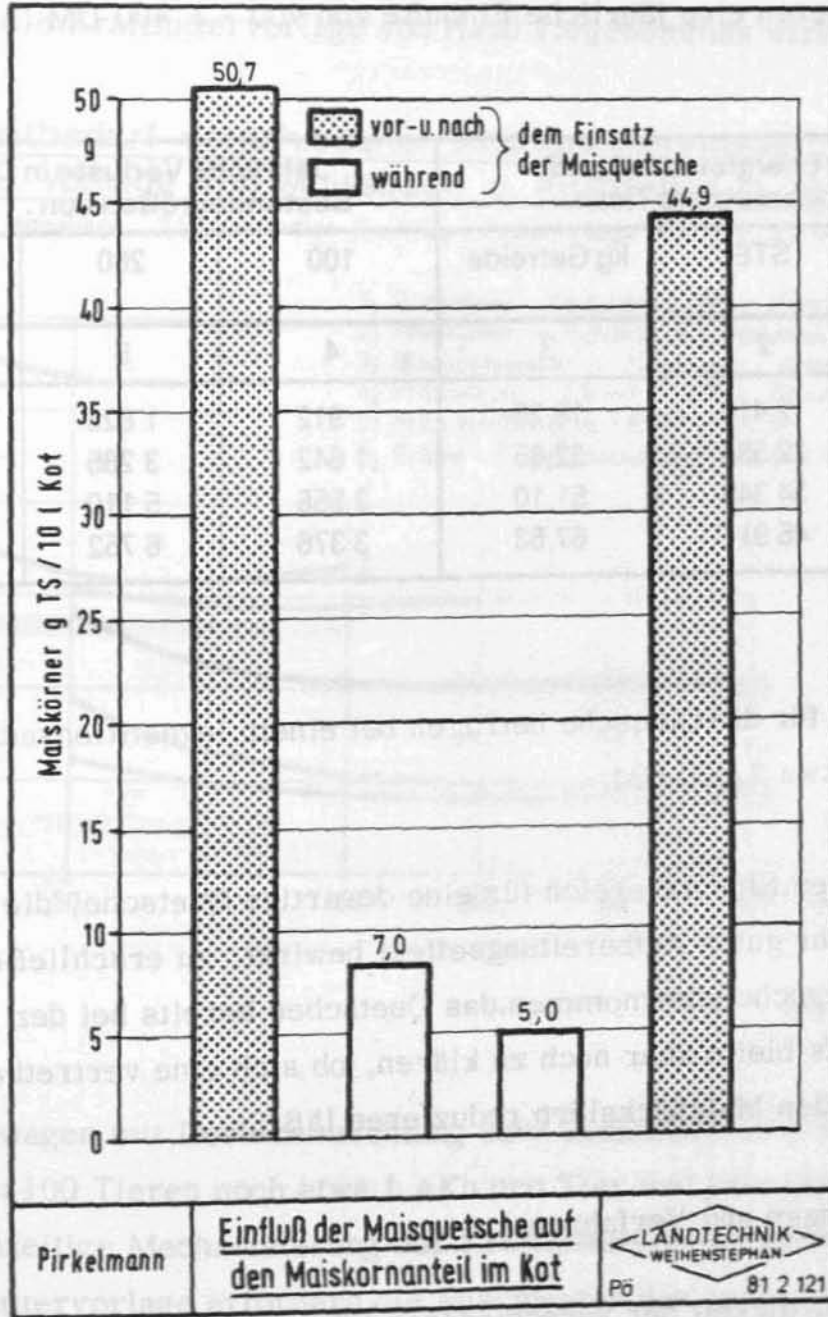


Abb. 8

Um die Größenordnung der Verluste durch Ganzkörner zu erfassen, wurde in 14 Betrieben die Maissilage analysiert. Dabei traten Ganzkornanteile von

2,2 - 13,6% in der TS der Gesamtsilage entsprechend 3 - 19% des Energiewertes auf. Unter Berücksichtigung der TS-abhängigen Verdauungsquotienten entspricht dies Verlusten von 1 - 3,7%. Wird dafür ein Ausgleich mit Getreide (50 DM/dt) geschaffen, so bedeutet dies für einen Bestand von 100 Tieren eine jährliche Einbuße von 900 - 3.400 DM (Abbildung 9).

Jährlicher Energieverlust und Getreideersatz pro Tier			Jährliche Verluste in DM bei Bestandsgrößen von . . . Tieren		
Verlustrate %	STE	kg Getreide	100	200	400
1	2	3	4	5	6
1	12 410	18,25	912	1 825	3 650
1,8	22 338	32,85	1 642	3 285	6 570
2,8	34 348	51,10	2 555	5 110	10 220
3,7	45 917	67,53	3 376	6 752	13 505

Abb. 9

Die Jahreskosten für die Quetsche betragen bei einem Investitionsaufwand von 10.000 DM etwa 2.000 DM.

Um einen breiteren Einsatzbereich für eine derartige Quetsche, die zweifelsohne einen sehr guten Aufbereitungseffekt bewirkt, zu erschließen, wurden erste Versuche unternommen, das Quetschen bereits bei der Ernte durchzuführen. Es bleibt aber noch zu klären, ob sich eine vertretbare Kombination mit den Maishäckslern reduzieren läßt.

Verfahrensleistungen und Verfahrenskosten

Für die Einsatzwürdigkeit der verschiedenen Fütterungstechniken können die Verfahrensleistungen und deren Kosten in den jeweiligen Bestandsgrößen Hinweise geben. Dabei ist eine standardisierte Futtermittelration aus

16 kg Maissilage und 2 kg Kraftfutter unterstellt.

Ausgehend von der Handarbeitsstufe bringen der Frontlader und der Blockschneider annähernd die gleiche Arbeitszeiteinsparung, wobei die Verteilung und die Kraftfuttermischnahme von Hand vorgenommen wird. (Abb. 10).

Arbeitszeitbedarf verschiedener Mechanisierungsverfahren zur Entnahme u. Vorlage von Maissilage u. Kraftfutter in der Bullenmast

(16 kg Maissilage ; 2 kg Kraftfutter Tier / Tag ; Futtermischnahme 1-4 2x , 5 u. 6 1x täglich)

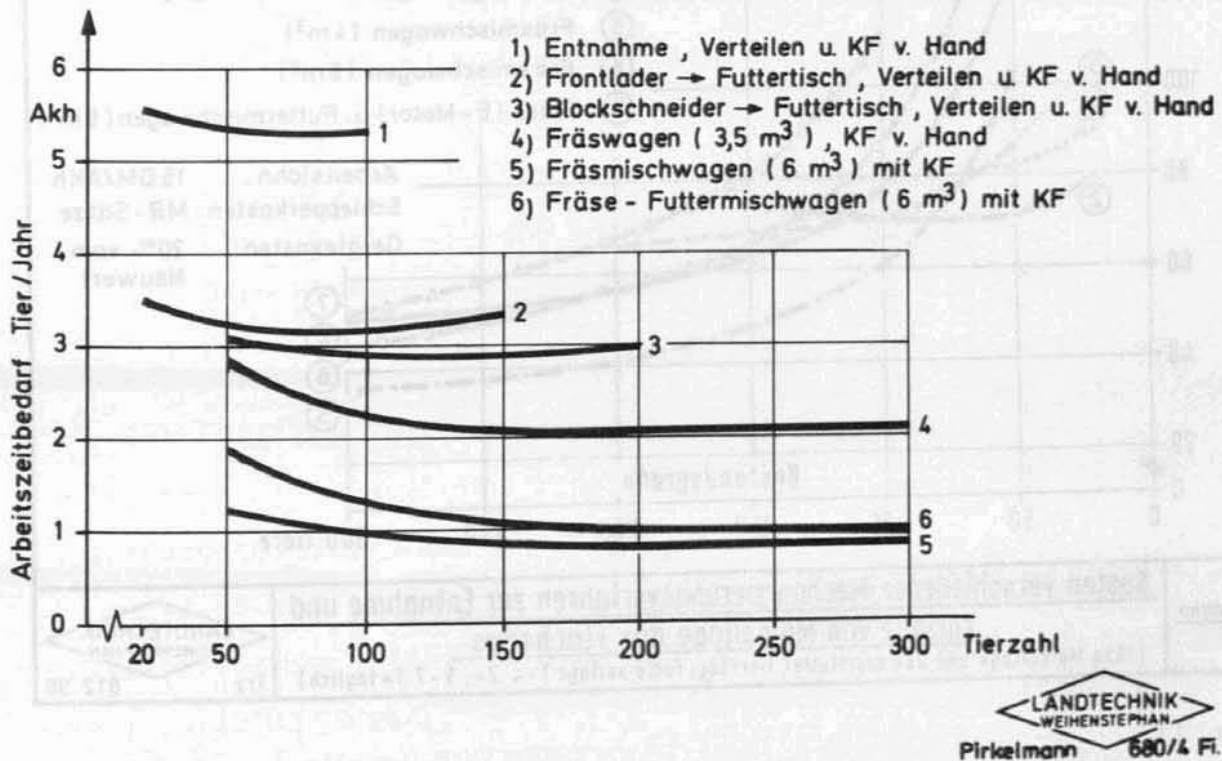


Abb. 10

Der Fräswagen mit Dosiereinrichtung kann zusätzlich ab einer Bestandsgröße von 100 Tieren noch etwa 1 AKh pro Tier und Jahr einsparen. Durch die gleichzeitige Mechanisierung der Kraftfuttermischnahme und die tägliche einmalige Futtermischnahme erfordern die Mischwagen den geringsten Arbeitsaufwand. Dabei ist der Fräsmischwagen wegen der geringen Rüst- und Nebenzeiten über alle Bestandsgrößen etwas günstiger als die Befüllung mit einer separaten Flachsilofräse.

In den Verfahrenskosten ist bei den teilmechanisierten Lösungen der Frontlader in den kleineren Beständen kostengünstiger als der Blockschneider, wobei aber die Arbeitsqualität und etwaige Verluste durch Nachgärung nicht berücksichtigt sind. (Abb. 11)

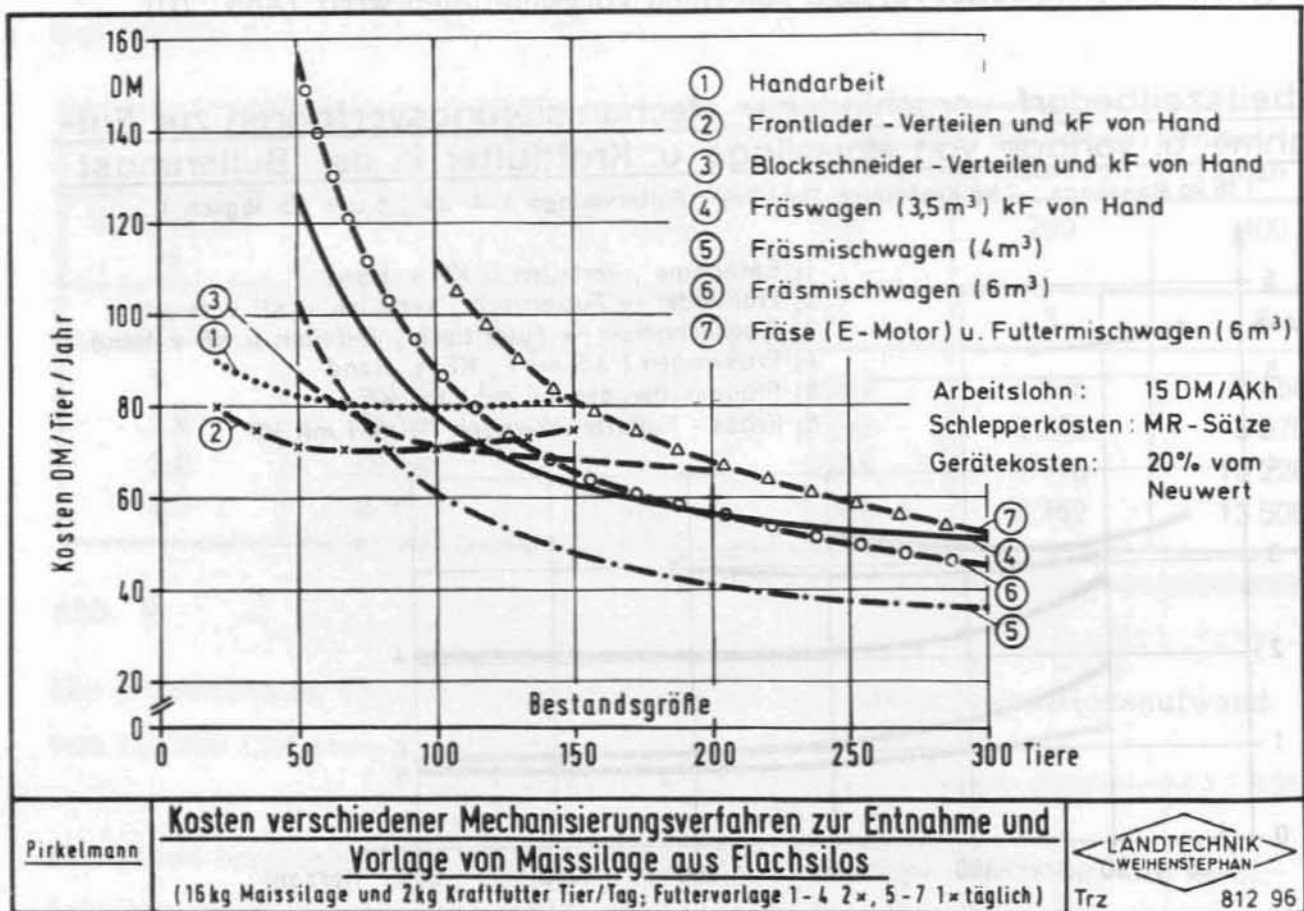


Abb. 11

Bereits ab 100 Mastbullen verursacht eine preisgünstige Ausführung eines Fräsmischwagens mit 4 m³ die geringsten Jahreskosten. Sie liegen dagegen für einen Fräsmischwagen mit 6 m³ wesentlich höher und werden wegen des höheren Investitionsbedarfes nur noch von der Lösung von Mischwagen und Flachsilofräsen übertroffen.

Diese Gegenüberstellung macht deutlich, daß in kleineren Beständen nur teilmechanisierte Verfahren wirtschaftlich tragbar sind. In Beständen ab etwa 100 Tieren ist der Einsatz des Mischwagens eine sehr sinnvolle Mechanisierungsform. Dies trifft insbesondere zu, wenn neben den arbeitswirtschaftlichen Vorteilen auch die möglichen Einsparungen in der Aufstallung und die einheitliche Versorgung aller Tiere durch die intensive Mischung Berücksichtigung finden.

Dosiergenauigkeit von Flüssigfütterungsanlagen für Mastschweine

von OLR Dr. Josef Boxberger, Ing. Georg Langenegger und Dipl. Ing. agr. Franz Schübel, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan

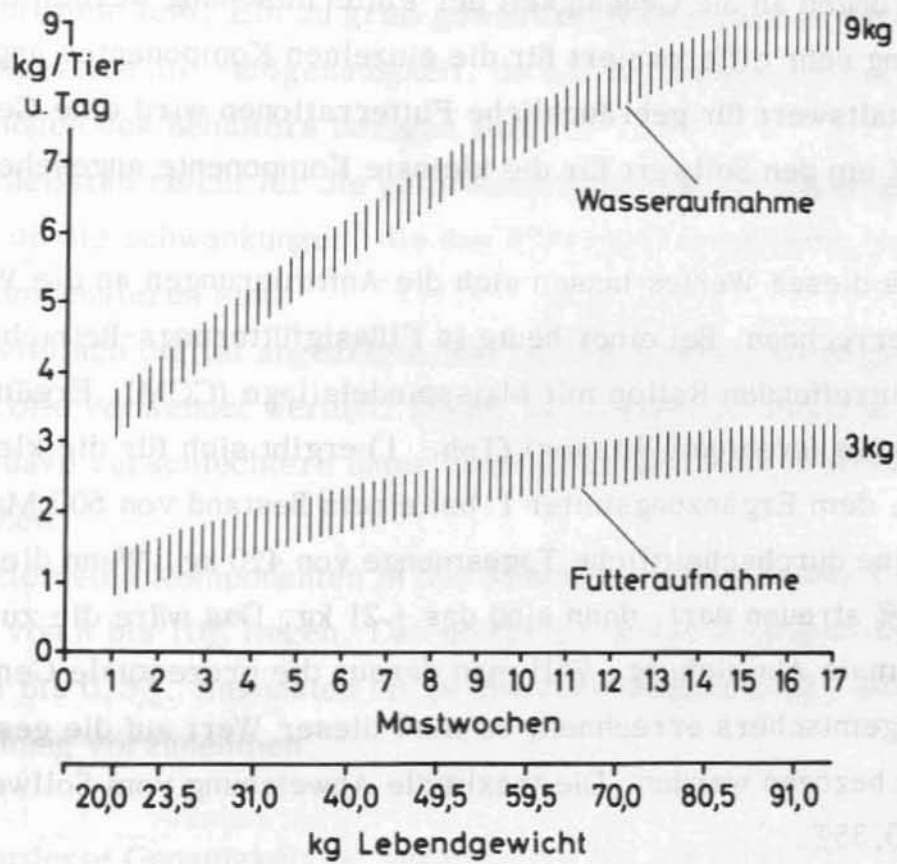
Die Vielseitigkeit des Futtermitelesinsatzes hat den Flüssigfütterungsanlagen zu einer ständig steigenden Bedeutung verholfen. Das spiegelt sich auch im breitgefächerten Angebot wider. Weil aber mit der Angebotsbreite auch die technischen Unterschiede zunehmen, muß man bei der Auswahl der Anlage über einiges Grundwissen verfügen und zwar sowohl über den technischen Aufbau, als auch über die Anforderungen an die Misch- und Dosiergenauigkeit. Letzteres hat dann wieder Einfluß auf die technische Ausstattung und damit auch, zusammen mit der Mechanisierungsstufe, auf den Kapitalbedarf.

Futtermischtechnik

Bei der Flüssigfütterung wird versucht, den Gesamtbedarf an Futter und Wasser (Abb. 1) als Mischung aufzubereiten. Vereinfachend rechnet man mit einem Tagesbedarf von etwa 10 l je Mastschwein. Bei den absätzig arbeitenden Mischern läßt sich daraus das Mischbehälter-Fassungsvermögen und auch die Größenordnung der Wasserbevorratung ermitteln.

Die einfachste, aber auch arbeitsaufwendigste Form der Mischtechnik besteht aus einem im Boden eingebauten Tank, in den die einzelnen Komponenten der Ration von Hand zugeteilt werden. Das Rührwerk ist vielfach direkt mit der Pumpe kombiniert.

Die absätzige Futteraufbereitung kann aber auch vollautomatisch geschehen. Der Mischtank ruht dann auf einer Waage, die das Signal für die Zudosierung der einzelnen Komponenten liefert. Das langsam laufende Rührwerk wird von einem Elektrotriebmotor bewegt.



Boxberger/Bo 813.40

Abb. 1: Futter- und Wasseraufnahme bei Mastschweinen (Alleinfutter) (nach BURGSTALLER, 1981)

Die kontinuierliche automatische Futteraufbereitung setzt voraus, daß das Trockenfutter als eine Komponente fertig vorgemischt vorliegt und dann in die Flüssigkeit (etwa Wasser, Molke, Magermilch) in Portionen von rund 40 l eingemischt wird. Die Förderpumpe entnimmt den Futterbrei aus einem Vorratsbehälter, in dem das gemischte Futter zwischengelagert ist.

Mischgenauigkeit

Die Anforderungen an die Genauigkeit der Futtermischung werden in der Tierernährung sehr differenziert für die einzelnen Komponenten angegeben. Als Anhaltswert für gebräuchliche Futterrationen wird eine Genauigkeit von $\pm 5\%$ um den Sollwert für die kleinste Komponente angesehen.

Auf der Basis dieses Wertes lassen sich die Anforderungen an die Wiegeeinrichtung errechnen. Bei einer heute in Flüssigfütterungs-Betrieben häufiger anzutreffenden Ration mit Maisspindelsilage (CCM), Ergänzungsfutter und Molke (eventuell Wasser) (Tab. 1) ergibt sich für die kleinste Komponente, dem Ergänzungsfutter I bei einem Bestand von 600 Mastschweinen eine durchschnittliche Tagesmenge von 420 kg. Wenn dieser Wert um $\pm 5\%$ streuen darf, dann sind das ± 21 kg. Das wäre die zu fordernde maximale Abweichung. Will man daraus die prozentuale Genauigkeit des Wiegemischers errechnen, so muß dieser Wert auf die gesamte Tagesmenge bezogen werden. Die maximale Abweichung vom Sollwert beträgt somit 0,35%.

Tabelle 1: Tagesfuttermengen bei Flüssigfütterung (nach BURGSTALLER, 1981)

Futtermittel	Mischungsanteil	Tagesbedarf/ Mastschwein	Ø Tagesbedarf bei 600 Mastplätzen
Ergänzungsfutter I 190 g verd. Eiweiß in 650 GN/kg	0,3 kg ca. 7%	0,7 kg	420 kg
Mais-Spindelsilage (CCM, 55% TS)	0,7 kg ca. 16%	1,6 kg	960 kg
Molke	3,5 kg ca. 77%	7,7 kg	4620 kg
Summe	4,5 kg	10,0 kg (Mittelwert)	6000 kg

Um auf diese Genauigkeit zu kommen, ist folgendes zu beachten:

1. Das Fassungsvermögen sollte genau auf die zu verabreichende Menge abgestimmt sein. Ein zu groß gewählter Wiegemischer verschlechtert unweigerlich die Meßgenauigkeit, da die Teilmenge auf das Fassungsvermögen des Behälters bezogen wird.
2. Ein Meßstab reicht für die geforderte Präzision im allgemeinen nicht aus, da die Schwankungen, die das Rührwerk verursacht, sonst kaum zu kompensieren sind.
3. Der vielfach digital angezeigte Wert sollte zu einer ständigen Anlagenkontrolle verwendet werden. Staub, Korrosion und ähnliche negative Einflüsse verschlechtern unter Umständen das Meßergebnis im Laufe der Zeit.
4. Die kleinsten Komponenten in der Mischung sollten in der Größenordnung von 8 bis 10% liegen. Das entspricht einer Wiegegenauigkeit von $\pm 0,4$ bis $0,5\%$. Ansonsten ist es eventuell zweckmäßig, eine Vormischung vorzunehmen.

Die geforderte Genauigkeit ist herstellbar. Sie löst jedoch einigen meßtechnischen Aufwand und damit einen Mehrpreis aus. Wenn man bedenkt, wie sehr aber der Masterfolg von der Futtermittelnutzung und der Mastdauer abhängen kann, ist dieser Mehraufwand unbedingt in die Planung einzubeziehen.

Fördertechnik

Als Anlagenstandard kann die Ringleitung mit Kreisel- oder Exzentrerschneckenpumpe angesprochen werden. Die Pumpenwahl hängt vom Dosierprinzip ab. Bei Dosierung nach Zeit- oder Pumpenimpulsen sind für die exakte Futterabgabe an den verschiedenen Dosierventilen gleichmäßige Druckverhältnisse erforderlich. Dafür eignen sich in erster Linie Exzentrerschneckenpumpen (bekannte Nachteile: Statorverschleiß, Trockenlauf- und Fremdkörperempfindlichkeit).

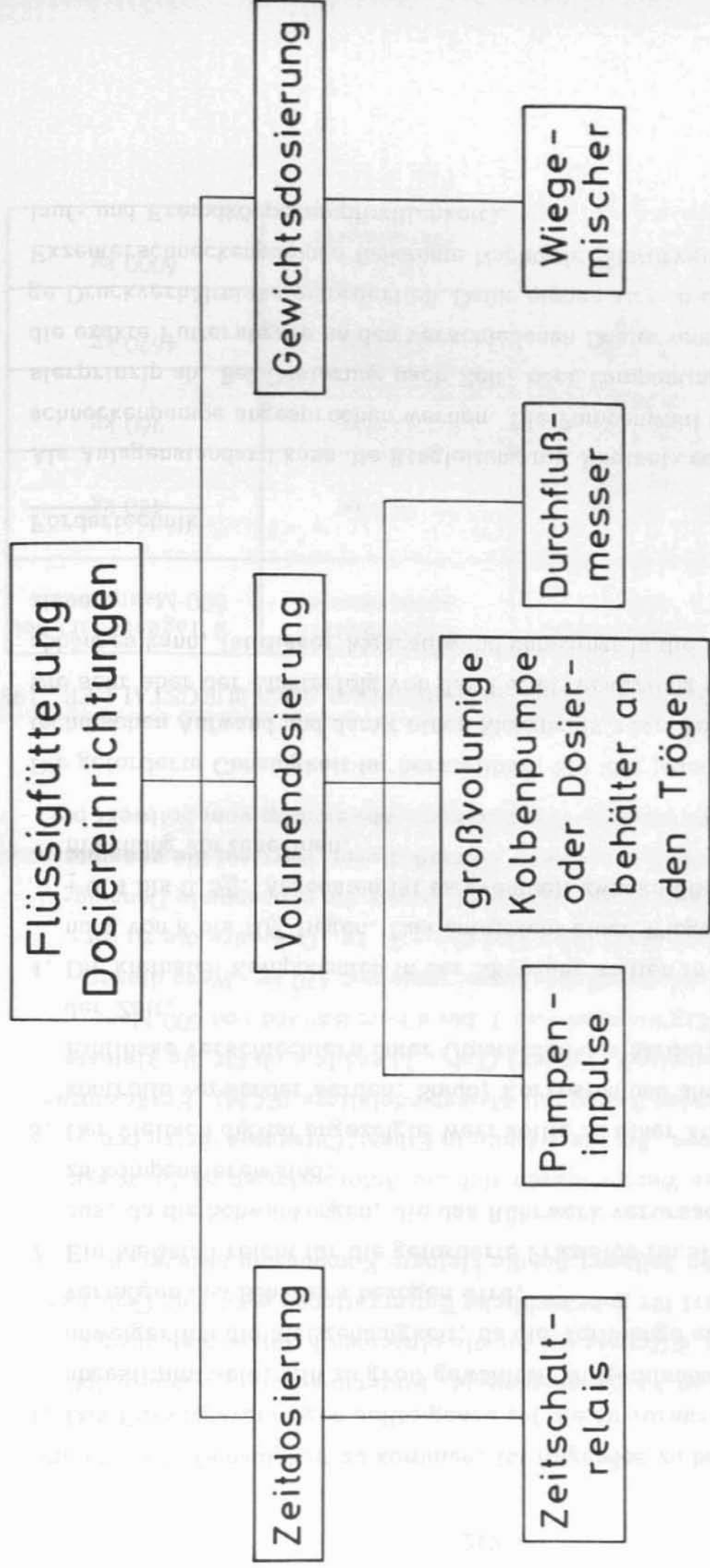


Abb. 2: Einteilung der Dosiereinrichtung von Flüssigfütterungsanlagen

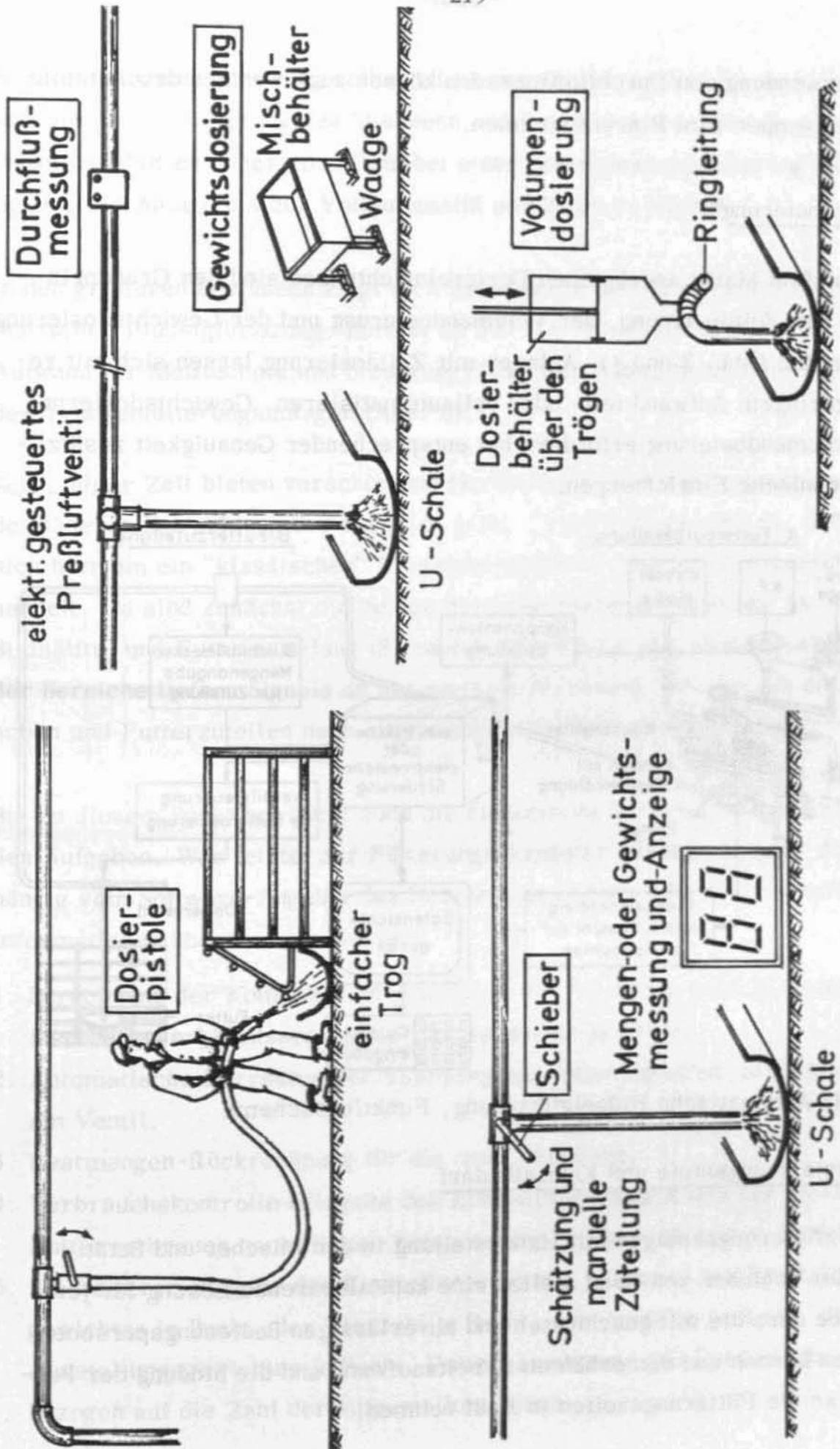


Abb. 3: Möglichkeiten der Flüssigfütterzuteilung

Bei Verwendung von Durchflußmessern können auch weniger druckstabile Kreiselpumpen zum Einsatz kommen.

Futterdosierung

Die auf dem Markt angebotenen Dosiereinrichtungen sind den Grundprinzipien der Zeitdosierung, der Volumendosierung und der Gewichtsdosierung zuzuordnen (Abb. 3 und 4). Anlagen mit Zeitdosierung lassen sich mit relativ geringem Aufwand teil- oder vollautomatisieren. Gewichtsdosierung und Volumendosierung erfordern bei entsprechender Genauigkeit zusätzliche technische Einrichtungen.

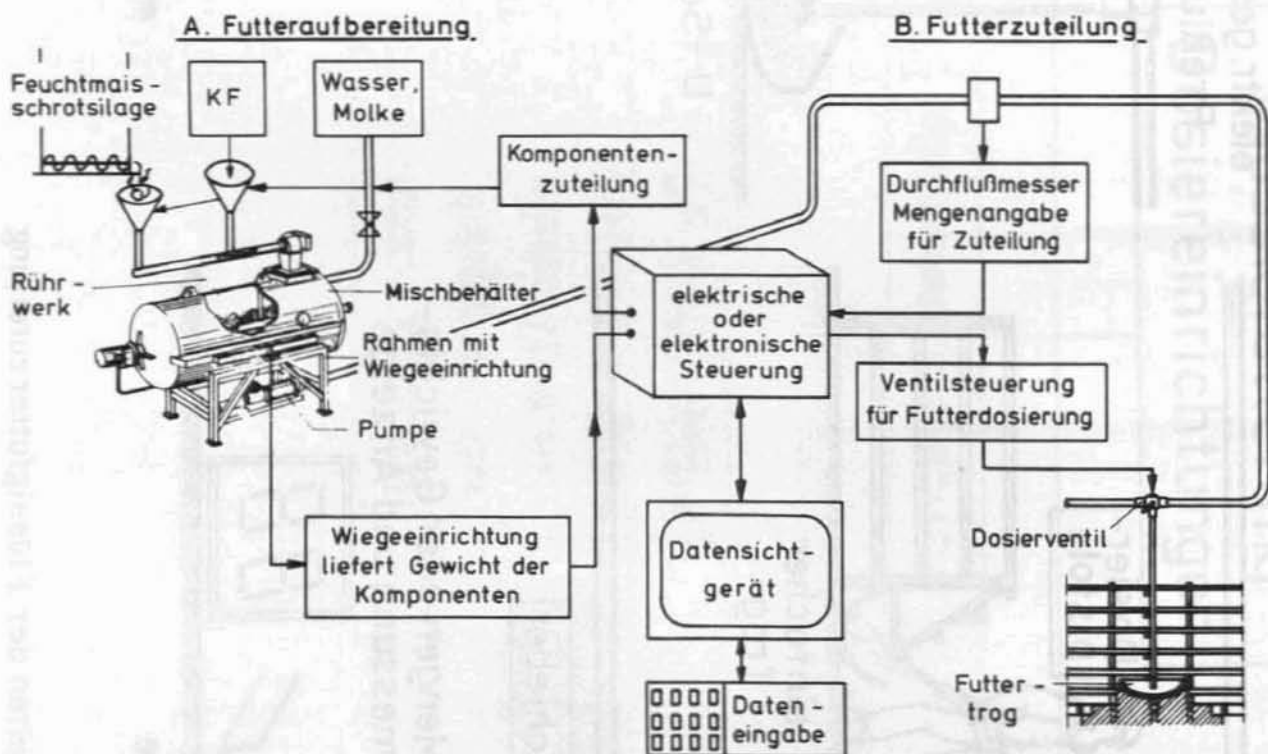


Abb. 4: Automatische Flüssigfütterung, Funktionsschema

Mechanisierungsstufe und Kapitalbedarf

Flüssigfütterungsanlagen mit Handzuteilung in den Mischer und Betätigung der Schieber von Hand stellen eine kapitalsparende Lösung für jene Betriebe dar, die mit geschickten und zuverlässigen Bedienungspersonen rechnen können und den erhöhten Arbeitsaufwand und die Bindung der Personen an die Fütterungszeiten in Kauf nehmen.

Bei der Anlagenbeschaffung sollte jedoch der Grundsatz befolgt werden, daß die Automatisierung des Mischens und Dosierens den Menschen entlastet und daß es daher vor allem bei einer Bestandesvergrößerung wichtig ist, die Anlage bis zur Vollautomatik umrüsten zu können.

In den größeren Beständen zeigt sich heute schon der Trend zur vollautomatischen Flüssigfütterung. Bereits ab 500 bis 700 Mastplätzen (je nach Aufwand für Meßtechnik und Steuerung) liegt der Kapitalbedarf unter dem der Trockenfütterungsanlagen (Abb. 6).

Seit einiger Zeit bieten verschiedene Hersteller Fütterungscomputer an. Bei näherer Betrachtung der Funktion (Abb. 7) wird offensichtlich, daß es sich hier um ein "klassisches" Einsatzbeispiel für "Agrar-Elektronik" handelt. Da sind zunächst die beiden Bereiche Futteraufbereitung (A. linke Bildhälfte) und Futterzuteilung (B. rechte Bildhälfte). Die Meßtechnik beider Bereiche liefern Signale an die zentrale Steuerung, von wo aus das Mischen und Futterzuteilen nach eingestellten Werten geregelt wird.

Bis zu diesem Punkt bewältigt auch die elektrische Schaltung die anstehenden Aufgaben. Was leistet der Fütterungscomputer darüber hinaus? Abhängig vom Software-Angebot des Herstellers können folgende zusätzliche Informationen übernommen werden:

1. Berechnung der Komponenten-Anteile in der Mischung nach Eingabe des Mischungsverhältnisses und der Einzelmenge je Ventil.
2. Automatische Korrektur der Mischung bei Änderung einer Einzelmenge am Ventil.
3. Restmengen-Rückrechnung für die neue Mischung.
4. Verbrauchskontrolle (Eingabe des Einstellungsdatums und der Mastdauer): Futtermittelverbrauch nach Einzel-Komponenten, insgesamt und je Ventil.
5. Bei weiterer Eingabe des Einstellungsdatums je Bucht, des Einstellungs-gewichtes je Bucht, der Tierzahl je Bucht, der Ausfälle je Bucht, des Ausstallungsgewichtes je Bucht. Futtermittelverwertung und Futtermittelverbrauch bezogen auf die Zahl der aufgestellten Tiere.

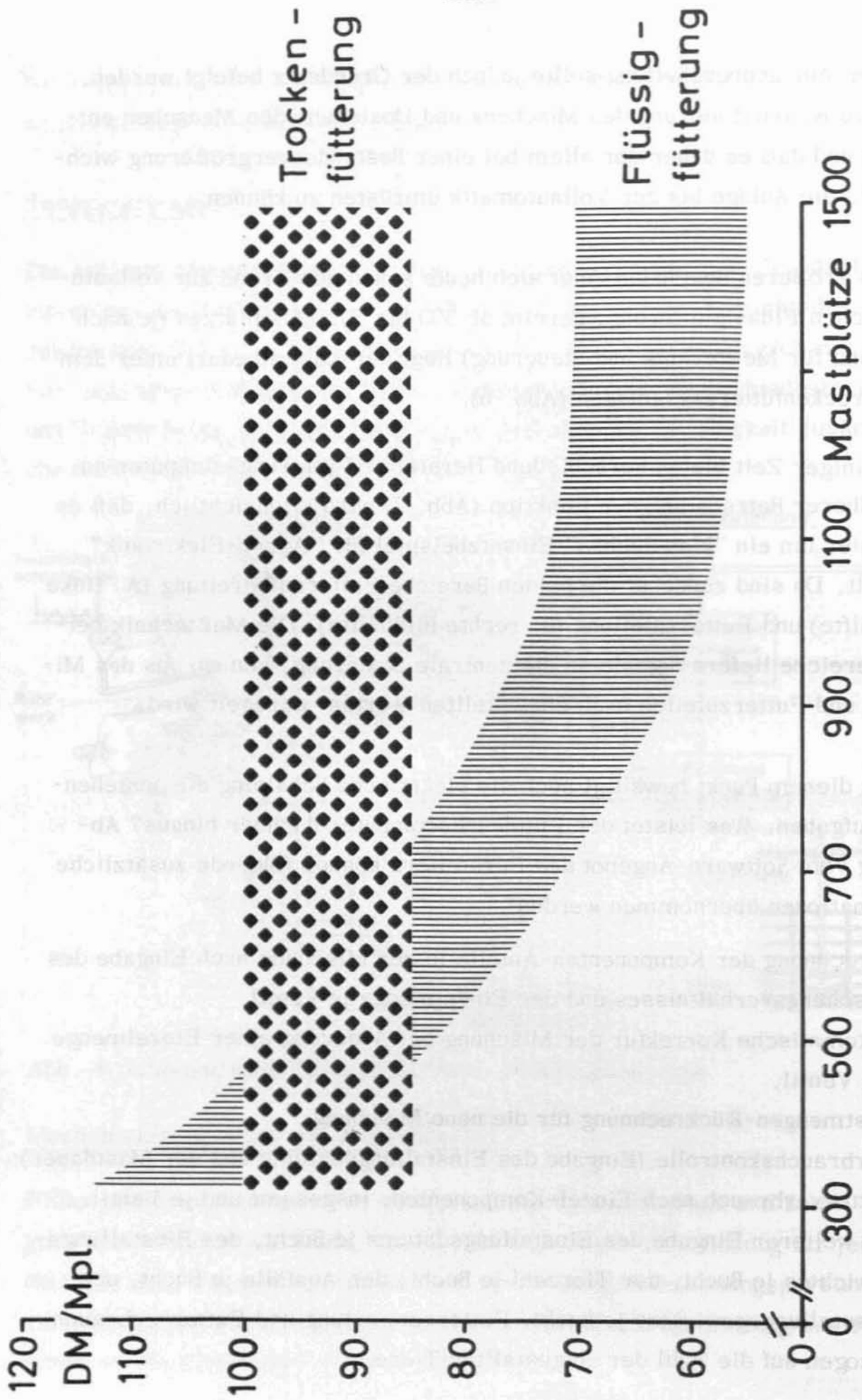


Abb. 5: Kapitalbedarf von vollautomatischen Fütterungsanlagen für Mastschweine

6. Wöchentliche automatische Anpassung der Zuteilmengen an den Ventilen.

Bei der Eingabe entsprechender Daten kann vom Rechner auch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung vorgenommen werden. Der Mehrpreis für den Fütterungscomputer läßt sich nur dann genauer festlegen, wenn die Grundausstattung der Anlage bekannt ist. Bisher wurde von den Herstellern eine Aufpreis-Größenordnung von etwa 6 000 DM genannt.

Dosiergenauigkeit

Daraus ergibt sich zwingend die Frage, welche Genauigkeit die Flüssigfütterung bei der Futterzuteilung aufweisen muß. Ginge man von der Trockenfütterung aus, so scheint der Nachweis erbracht zu sein, daß Mastschweine tägliche Schwankungen in der Futterration zu "puffern" vermögen [4], vorausgesetzt, daß die Gesamtmenge dem Bedarf angepaßt ist. Eine Unterversorgung führt dagegen unweigerlich zu erhöhten Produktionskosten (Abb. 5).

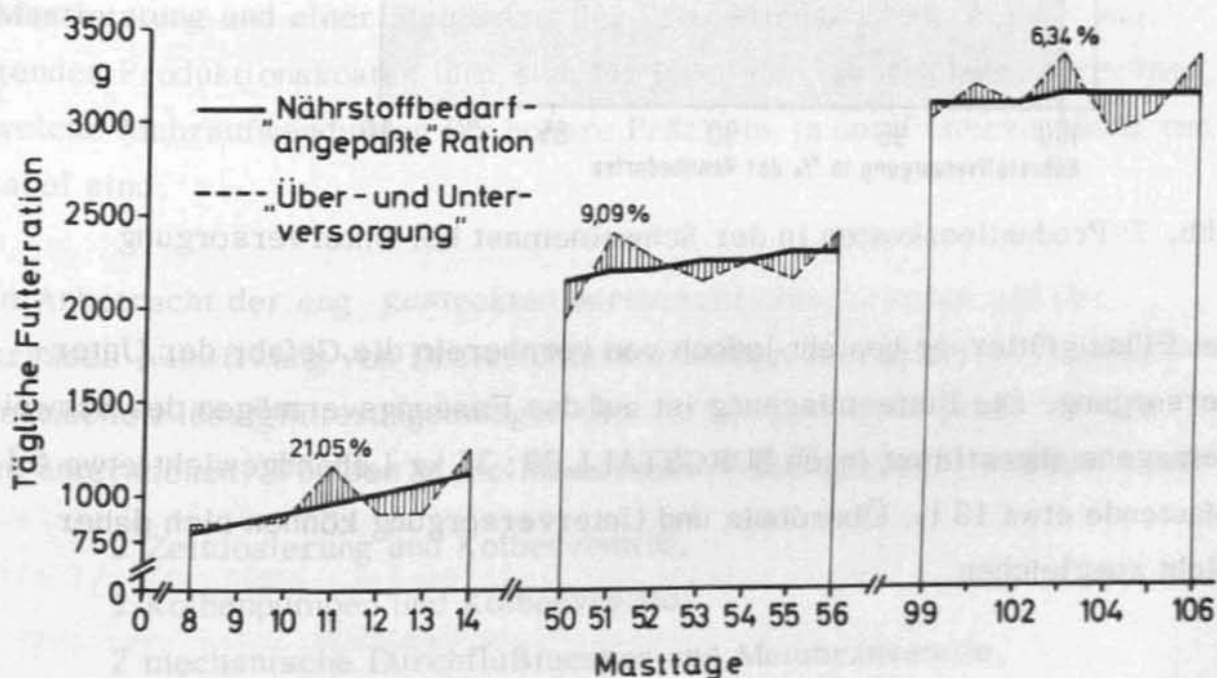


Abb. 6: Theoretisch erforderliche und stochastisch streuende Füttergabe bei gleicher Mastleistung in ausgewählten Mastabschnitten (Verteilung max. ± 200 g, nach PETERSEN, 1981)

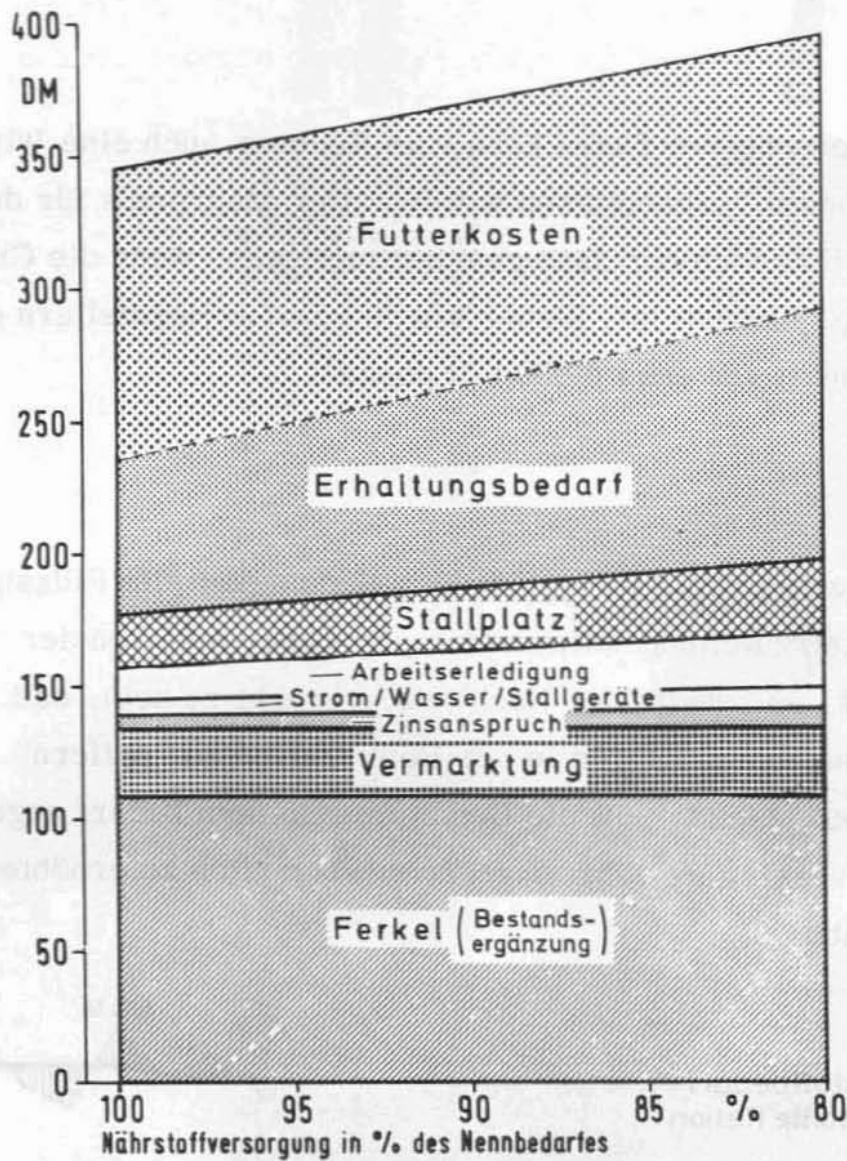


Abb. 7: Produktionskosten in der Schweinemast bei Unterversorgung

Bei Flüssigfütterung besteht jedoch von vornherein die Gefahr der Unterversorgung. Die Futtermischung ist auf das Fassungsvermögen des Schweinemagens abgestimmt (nach BURGSTALLER: 35 kg Lebendgewicht etwa 6 l, Mastende etwa 13 l). Überdosis und Unterversorgung können sich daher nicht ausgleichen.

Die Problematik läßt sich am besten wieder anhand eines Beispiels darstellen. Die Dosiermenge an einem elektrisch gesteuerten Preßluftschieber einer vollautomatischen Anlage schwankt - das sei hier einmal angenommen - um $\pm 5\%$ um den Sollwert. An Tagen mit "Überdosis", also 105% der tatsächlich zuzuteilenden Menge bleibt ein Futterrest im Trog. Im praktischen Betrieb wird daraufhin, um zu verhindern, daß angegorenes Futter später von den Schweinen aufgenommen wird, die Dosiermenge am Steuergerät zurückgestellt. Dieser Vorgang wiederholt sich - immer vorausgesetzt, daß der genannte Fehler auftritt - solange, bis regelmäßig alle Tröge leergefressen werden. Damit hat sich der unterstellte Fehler in Richtung Unterversorgung verschoben. Die Zuteilmenge schwankt nun von 0 bis -10% des Sollwertes, was einer durchschnittlichen Unterversorgung von 5% entspricht.

Die Schlüsse aus diesem Beispiel machen einen Vorbehalt notwendig. Um die Fehlergrenze der Dosierung genau festzulegen, müßte bekannt sein, ob nicht doch eine eingeschränkte "Überfütterung" möglich ist. Schließt man dies aus, so äußert sich jeder Dosierfehler in einem Rückgang der Mastleistung und einer Steigerung der Produktionskosten. Aus den steigenden Produktionskosten läßt sich für jeden Betrieb unschwer errechnen, welche Mehraufwendungen für höhere Präzision in der Futterzuteilung rentabel sind.

In Anbetracht der eng gesteckten wirtschaftlichen Grenzen und der krassen Auswirkung von Dosierfehlern erschien es angebracht, vollautomatische Flüssigfütterungsanlagen des derzeitigen technischen Standes zu untersuchen. Von den in die Messungen einbezogenen 11 Anlagen hatten

- 2 Zeitdosierung und Kolbenventile,
- 2 Kolbenpumpen und Kolbenventile,
- 2 mechanische Durchflußmesser und Membranventile,
- 4 induktive Durchflußmesser und Membranventile,
- 1 Wiegemischer und Membranventile.

Alle Anlagen (Einstellungen und Wiederholungen) zusammengenommen ergibt insgesamt 321 Einzelmessungen.

Die Sollwerteinstellungen sollten eine Dosiermenge von 20, 40 und 60 kg je Ventil ergeben. Zwar mögen die Werte zunächst als relativ gering erscheinen, wenn man bei 20 Endmastschweinen je Ventil und zweimaliger täglicher Fütterung 130 kg Mischfutter benötigt. Bei der eindeutigen Tendenz zu häufigerer Futtervorlage kommt den geringeren Werten jedoch zukünftig besondere Bedeutung zu (Beispiel: viermalige tägliche Fütterung, 20 Tiere/Ventil, Dosiermenge Anfangsmast: 30 kg, Mastende: 65 kg).

Ergebnisse

Die Meßergebnisse haben sowohl von Anlage zu Anlage wie auch innerhalb der Anlagen deutlich unterschiedliche Werte ergeben. Mit gezielten Vergleichen sollen nun folgende Fragestellungen erörtert werden:

1. Welche Fehler ergeben sich bei Handdosierung (Durchflußmessung und Monitor)?
2. Liegen die Dosierfehler über der Toleranzgrenze (Mittelwert und Streuung)? Ist ein Ausgleich denkbar?
3. Ist der Fehler gleichgerichtet und relativ gleich?
4. Welche Kombinationen von Bauteilen läßt ein gutes Dosierergebnis erwarten?

Handstreuung

Das Ergebnis der Handzuteilung, allerdings aufgrund einer induktiven Durchflußmenge und Monitoranzeige, ist überraschend positiv (Abb. 8). Die zum Vergleich herangezogene automatische Dosierung weist zwar eine höhere Genauigkeit auf, doch liegt bei Handzuteilung der Fehler im Mittel unter 5%. Es ist davon auszugehen, daß die Bedienungsperson angesichts

der Messung besonders sorgfältig gearbeitet hat. Das Abnehmen des Fehlers mit zunehmender Zahl der betätigten Ventile könnte als "Trainingseffekt" gedeutet werden.

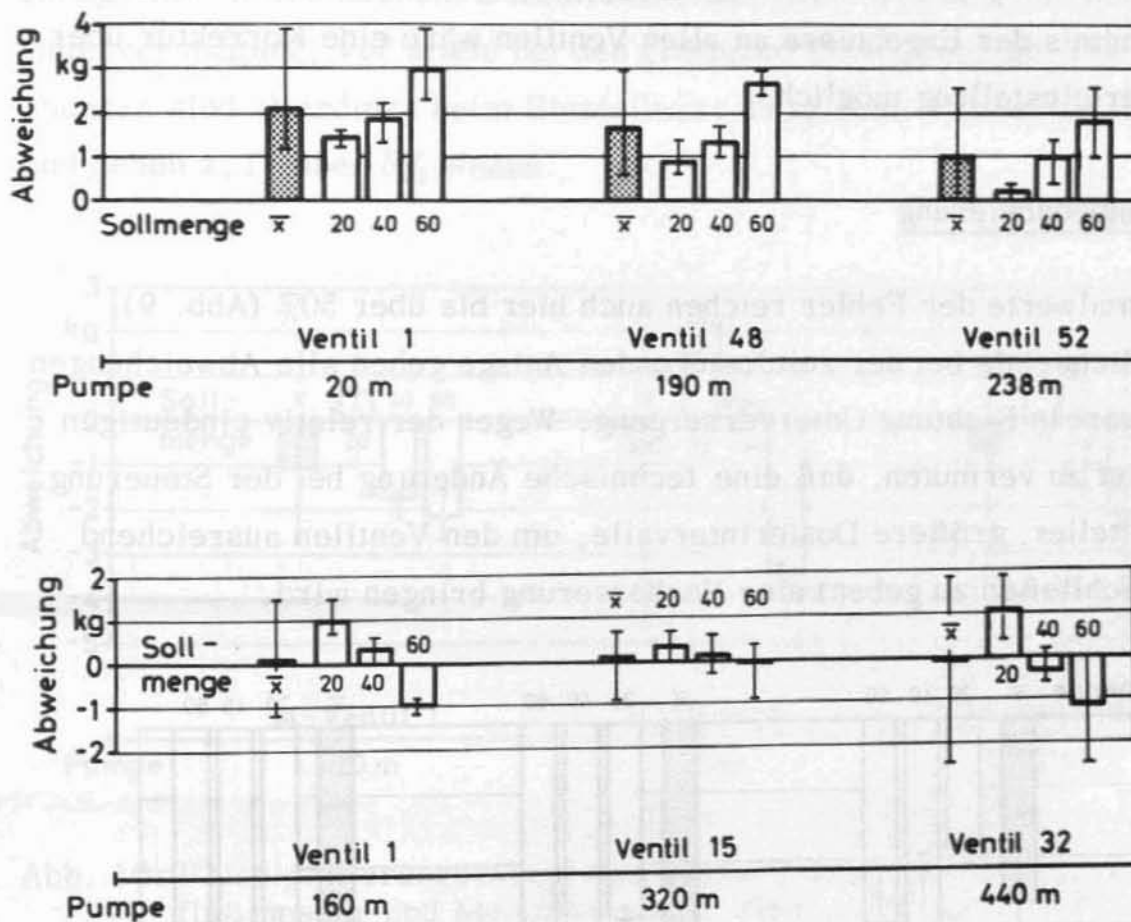


Abb. 8: Dosiergenauigkeit bei Hand- und automatischer Steuerung

(2 Anlagen mit baugleichem induktivem Durchflußmesser, Kugelventil und Monitor, autom. Membranventil).

Das gute Ergebnis bei Ventil 52, ca. 240 m von der Pumpe entfernt, deutet auf eine exakte Messung und Anzeige hin. Rohrreibungs- oder Druckverluste beeinflussen das Ergebnis nicht.

Zeitdosierung

Im Gegensatz dazu nimmt bei der Zeitdosierung der Fehler mit der Entfernung zu und erreicht Maximalwerte bis über 50%. Interessant ist auch, daß diese Fehler erst durch die Messung offensichtlich wurden. Bei genauer Kenntnis der Ergebnisse an allen Ventilen wäre eine Korrektur über die Sollwerteneinstellung möglich.

Kolbenpumpendosierung

Die Maximalwerte der Fehler reichen auch hier bis über 50% (Abb. 9). noch deutlicher als bei der zeitdosierenden Anlage gehen alle Abweichungen vom Sollwert in Richtung Unterversorgung. Wegen der relativ eindeutigen Tendenz ist zu vermuten, daß eine technische Änderung bei der Steuerung (laut Hersteller: größere Dosierintervalle, um den Ventilen ausreichend Zeit zum Schließen zu geben) eine Verbesserung bringen wird.

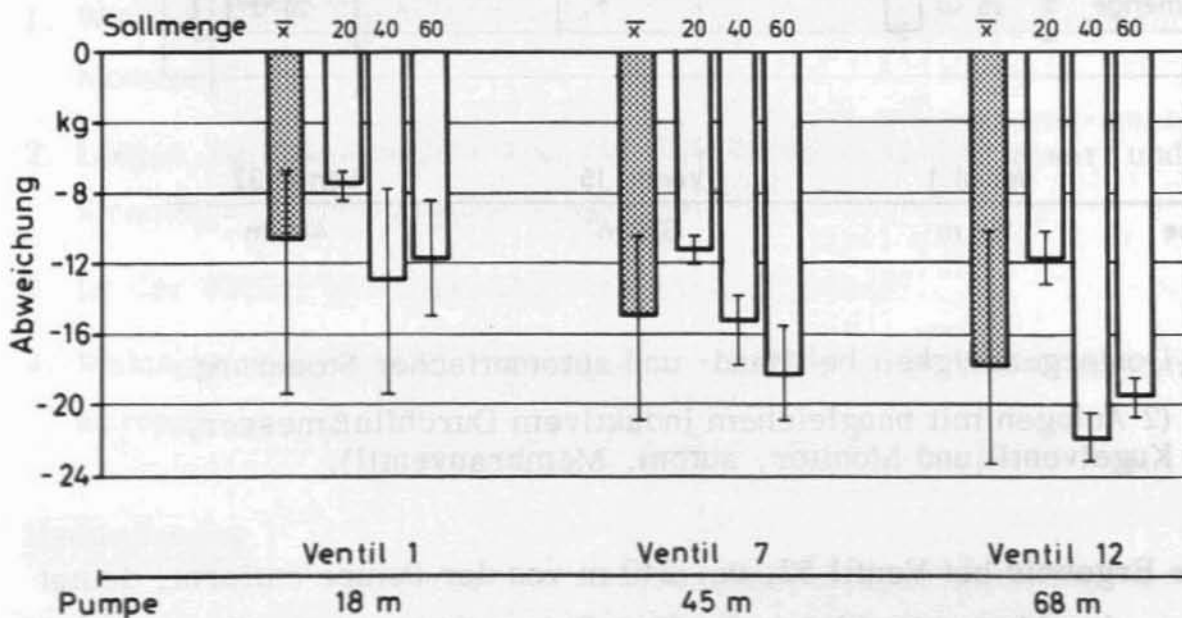


Abb. 9: Abweichung der Dosiermenge vom Einstellwert bei einer Fütterungsanlage mit Kolbenpumpe und Kolbenventil (3 Messungen je Ventil und Einstellung)

Durchflußmesser

Im Rahmen der Messungen konnten sowohl Anlagen mit mechanischer Durchflußmessung als auch mit induktiver Durchflußmessung erfaßt werden. Die Anlage mit mechanischem Durchflußmesser (Abb. 10) zeigt im Schnitt eine Unterversorgung, vor allem bei den größeren Einstellwerten. Die Abweichungen sind allerdings beim Einstellwert 20 kg positiv (Übersorgung) und gehen z. T. über 5% hinaus.

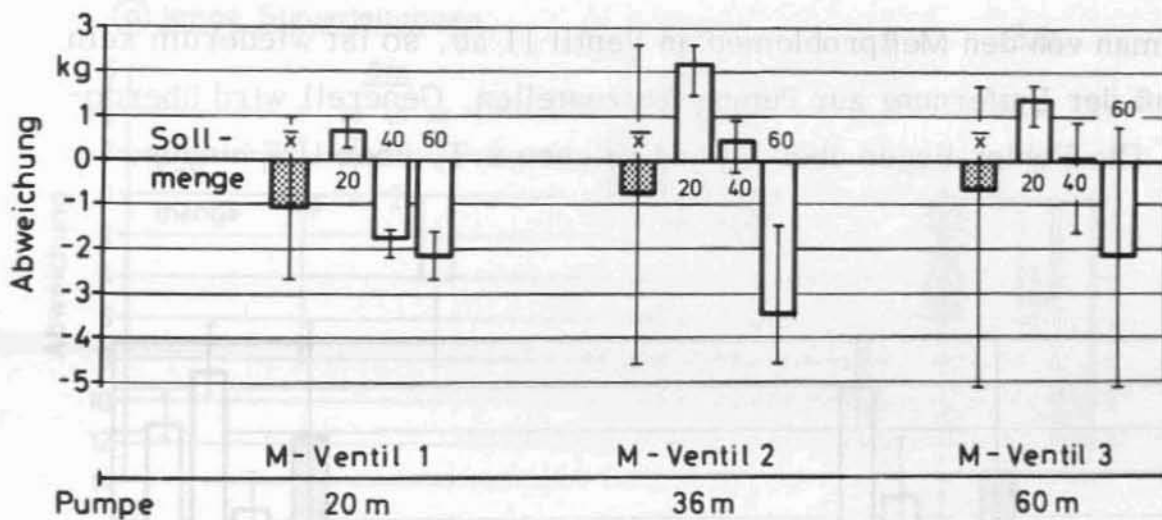


Abb. 10: Flüssigfütterungsanlage mit Kreiselpumpe, mechanischem Durchflußmesser und Membranventil, Abweichung der Dosiermenge vom Einstellwert (3 Messungen je Ventil und Einstellung)

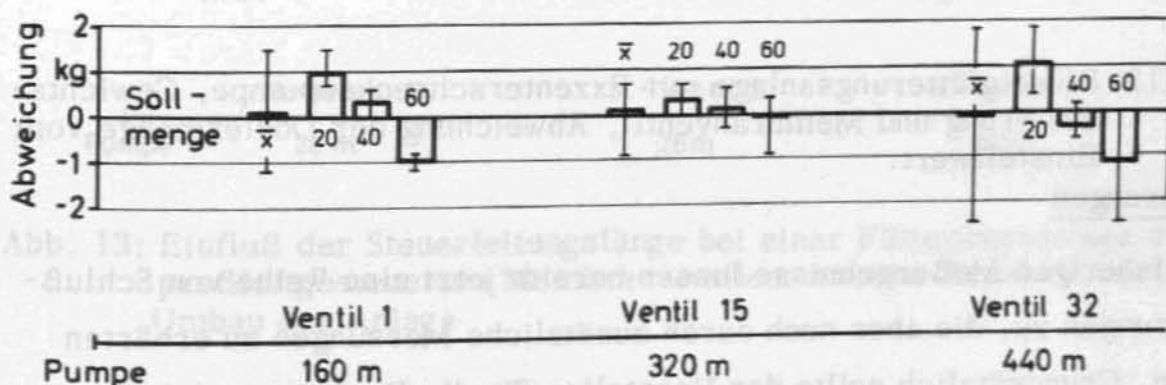


Abb. 11: Flüssigfütterungsanlage mit Kreiselpumpe, induktivem Durchflußmesser und Membranventil, Abweichung der Dosiermenge vom Einstellwert (3 Messungen je Ventil und Einstellung).

Deutlich günstiger liegen die Ergebnisse bei den Anlagen mit induktivem Durchflußmesser. Ventil 1 und Ventil 32 erreichen beim Einstellwert 20 kg zwar im Durchschnitt eine 5%ige Überdosierung mit Maximalwerten um 7 bis 9%. Bei Sollmengen von 40 und 60 kg liegt der Fehler ca. 2% und weniger. Der Abstand zur Pumpe beeinflusst die Dosiergenauigkeit der Ventile anscheinend nicht.

Gewichtsdosierung

Sieht man von den Meßproblemen an Ventil 11 ab, so ist wiederum kein Einfluß der Entfernung zur Pumpe festzustellen. Generell wird überdosiert. Die Fehler liegen über 5% und reichen z.T. über 10% hinaus.

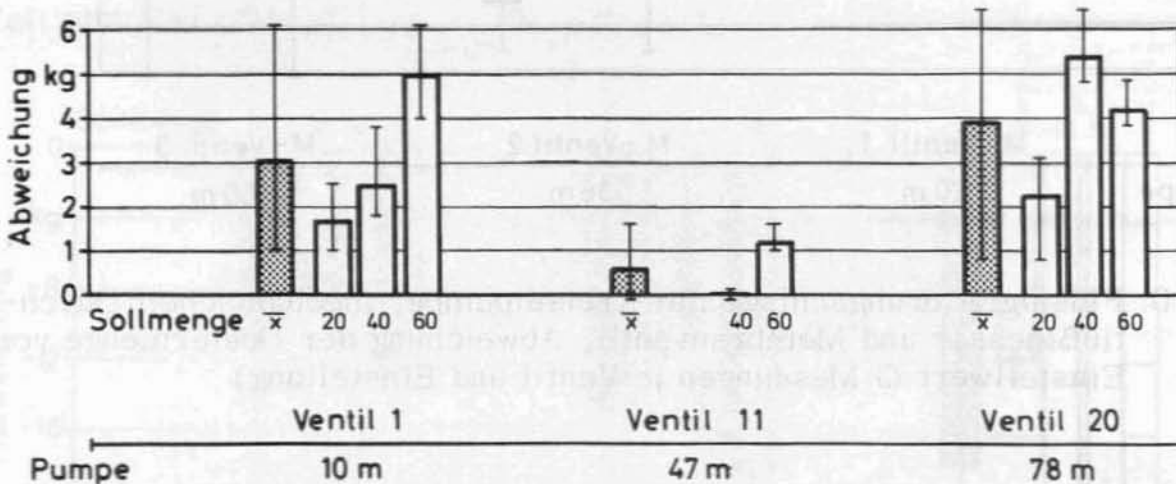


Abb. 12: Flüssigfütterungsanlage mit Exzentrerschneckenpumpe, Gewichtsdosierung und Membranventil, Abweichung der Dosiermenge vom Einstellwert.

Folgerungen

Die bisherigen Meßergebnisse lassen bereits jetzt eine Reihe von Schlußfolgerungen zu, die aber noch durch zusätzliche Messungen zu erhärten wären. Grundsätzlich sollte der Hersteller für die Dosiergenauigkeit garantieren und der Landwirt an Kontrollmessungen interessiert sein. Schon

technische Detailänderungen bringen erstaunlich bessere Ergebnisse (Abb. 13). Durch das direkte Aufsetzen der Steuerventile auf die Dosier-ventile konnte in diesem Beispiel eine höhere Dosiergenauigkeit erzielt werden. Offensichtlich hat der längere Druckaufbau in den langen Preßluft-Steuerleitungen das Dosierergebnis negativ beeinflusst.

Anlagen mit Durchflußmessern bringen gute Dosiergenauigkeiten, insbesondere bei induktiver Messung.

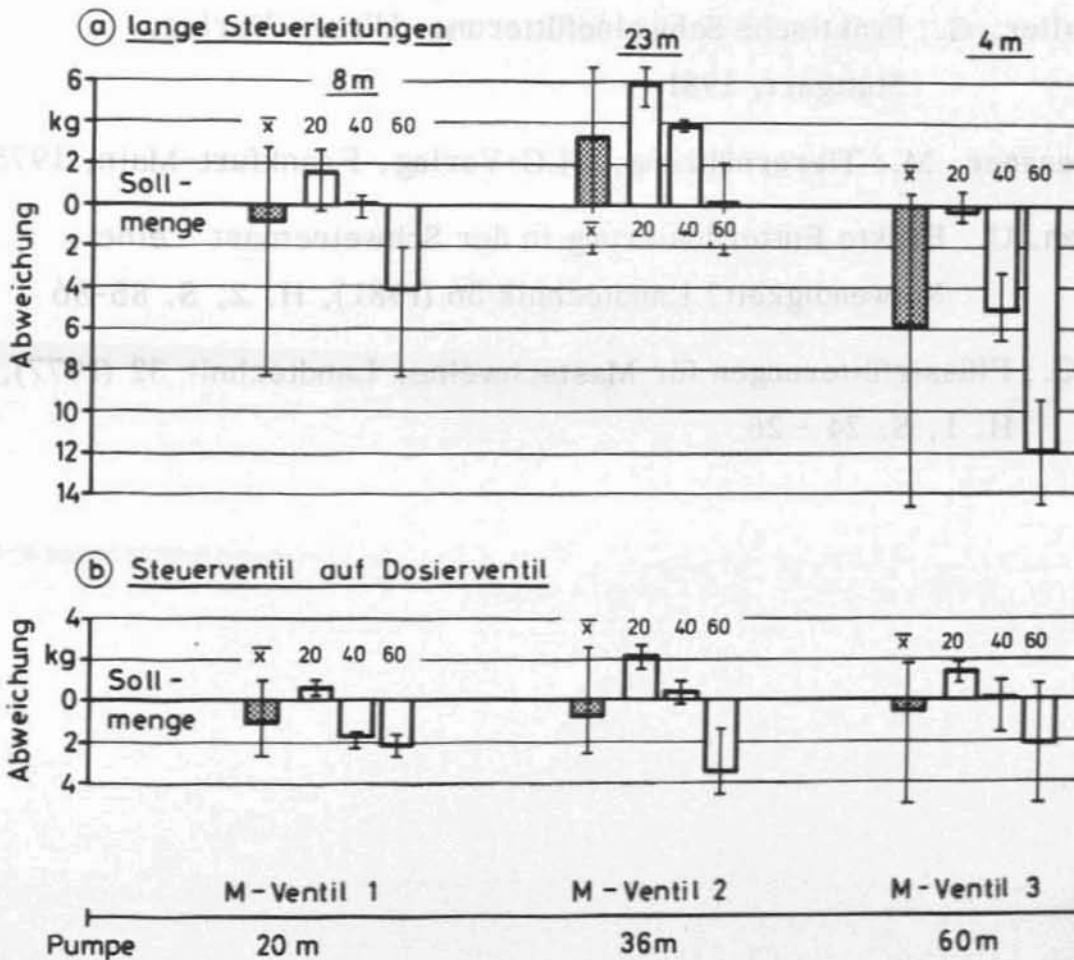
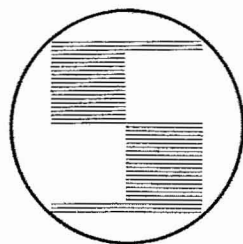


Abb. 13: Einfluß der Steuerleitungslänge bei einer Fütterungsanlage mit preßluftgesteuerten Membranventilen; unteres Ergebnis nach Umbau der Anlage

Die Handbetätigung kann bei einer geschickten und konzentriert arbeitenden Bedienungsperson zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Die Dosiergenauigkeit guter vollautomatischer Anlagen wird jedoch nicht erreicht.

Literatur

- (1) Boxberger, J.: Zur Beurteilung technischer Verfahren bei der Fütterung von Mastschweinen, Landtechnik 32, (1977), H.1, S. 12 - 15
- (2) Burgstaller, G.: Praktische Schweinefütterung. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1981
- (3) Kirchgessner, M.: Tierernährung, DLG-Verlag, Frankfurt-Main, 1975,
- (4) Petersen, U.: Exakte Futterdosierung in der Schweinemast - eine Notwendigkeit? Landtechnik 36 (1981), H. 2, S. 85-86
- (5) Vogt, C.: Flüssigfütterungen für Mastschweine, Landtechnik 32 (1977), H. 1, S. 24 - 26



Motorenfabrik Anton Schlüter München · Werk Freising