

Landwirtschaftliches Unternehmer - Seminar Gut Schlüterhof

Heft 10

1987

Produktion von Mais,
Raps und Alternativkulturen

Veranstalter:
Firma Anton Schlüter München
Werk Freising

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

Produktion von Mais, Raps und Alternativkulturen

good

Produktion von Mais
Raps und Alternativkulturen

bode

Eine Zusammenfassung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern anlässlich der Landwirtschaftlichen Unternehmer-Seminare auf Gut Schlüterhof im Februar 1987 gehalten wurden

	Seite
1. Moderne Schleppergetriebe. Fortschritt durch elektronisch gesteuerte Lastschaltung; von Ing. Franz Müller, Zahnradfabrik Friedrichshafen	7
2. Lastschaltgetriebe in Verbindung mit Fahrerinformationssystemen; von Dipl.-Ing. Johann-Carsten Kipp, Technische Universität Berlin, Institut für Maschinen-Konstruktion, Bereich Landtechnik, Berlin	43
3. Neue züchterische Entwicklungen und Sortenwahl bei Mais; von LOR Dr. L. Hepting, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan	57
4. Mineralische und organische Düngung von Mais; von AOR Dr. Reinhold Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan	72
5. Acker- und pflanzenbauliche Erfahrungen mit der Breitsaat von Mais; von LD Simon Heindl, Regierung von Oberbayern, München	111
6. Verfahren zur Konservierung und Lagerung von Corn-Cob-Mix im Vergleich; von OLR Dr. Jens-Peter Ratschow, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster	135
7. Weiterentwicklung der Bestell- und Erntetechnik für Körner- raps; von Prof. Dr. Hermann J. Heege, Direktor des Institutes für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel und Dr. Hans-H. Voßenrich, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel	152
8. Sortenwahl und Düngung bei Raps; von LOR Rupert Fuchs, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan	185
9. Züchterische Möglichkeiten und Ertragserwartungen bei Alternativkulturen (Ackerbohnen, Erbsen, Massenweizen, Sonnenblumen, Sojabohnen, Zuckerhirse, Flachs, Euphorbia); von LD Dr. Manfred Munzert, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan	205
10. Technische und ökonomische Aspekte bei Alternativkulturen, nachwachsenden Rohstoffen und Energieträgern; von AOR Dr. Arno Strehler, Abteilungsleiter an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan	227

- 11. Marktaussichten für pflanzliche Produktions- und Verwendungsalternativen; von Ministerialdirigent Dr. Herbert Prieu, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn 257
- 12. Markt- und betriebswirtschaftliche Aspekte der Produktion von Raps und Körnerleguminosen; von Prof. Dr. Hugo Steinhäuser, Direktor des Institutes für Wirtschaftslehre des Landbaues der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan, und Dr. Alois Heißenhuber, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan 281

Moderne Schleppergetriebe. Fortschritt durch elektronisch gesteuerte Lastschaltung

von Ing. Franz Müller, Zahnradfabrik Friedrichshafen AG, Friedrichshafen

1. Einleitung

Die Entwicklung der Schleppergetriebe hat in der Zeit nach dem 2. Weltkrieg entscheidende technische Fortschritte gemacht und ist heute keineswegs zum Stillstand gekommen.

Die Entwicklungstrends, die bis zu unserer Gegenwart festzustellen waren, sind in Bild 1 aufgeführt.

Ein typisches Beispiel für diese Entwicklungsphase ist das ZF-Triebwerk T 3000 in seiner heutigen Ausführung.

6-Gang-Hauptschaltgetriebe, 2-Gang-Splitgetriebe und die Vorwärts-/Rückwärtsschaltung sind synchronisiert, Bild 2. Die unabhängige Motorzapfwelle mit 2 Schaltstufen ist vorhanden. Das komplette Schaltgetriebe und der Kraftheber haben einen gemeinsamen Ölhaushalt.

Die Betriebsbremsen in der Hinterachse sind gekapselt und hydraulisch betätigt, die Differentialsperre ist noch mechanisch ausgeführt, Bild 3.

Der Vorderachsenantrieb ist als Zusatzbaueinheit seitlich angeordnet, Bild 4, weil dieses Getriebe ursprünglich in seiner Standardausführung für Schlepper mit nur Hinterradantrieb konzipiert wurde.

Die Entwicklung für die Zukunft und in der Zukunft richtet sich ganz konsequent nach den Anforderungen aus der Praxis, wobei auf eine gute Kosten-Nutzen-Bilanz großen Wert gelegt wird.

Die Hauptforderungen für Schwerpunkte von Zukunftsentwicklungen und die konstruktiven Auswirkungen sind in Bild 5 aufgeführt.

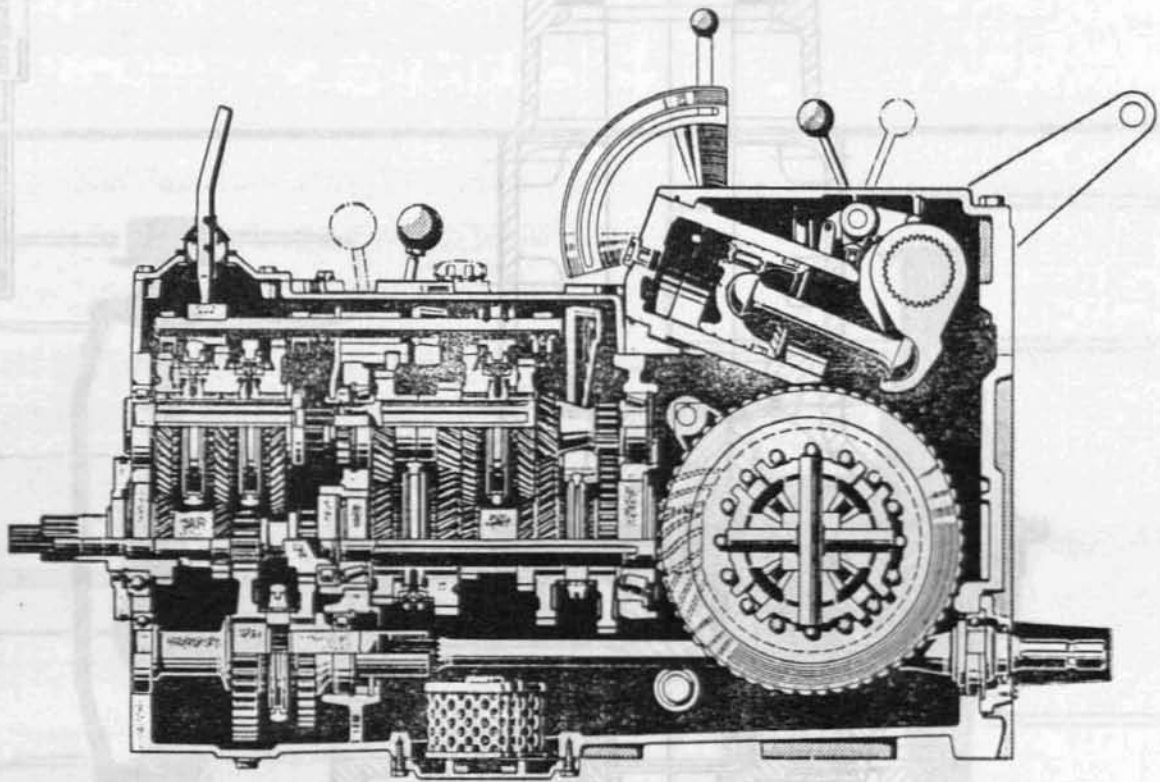
- **Allradantrieb (ab ca. 90 kW 100%-Anteil)**
- **Synchronisation des Schaltgetriebes**
- **Splittergetriebe, teilweise lastschaltbar**
- **Synchronisation der Vorwärts-/
Rückwärts-Gruppen**
- **Vollunabhängige Motorzapfwelle, 2 Stufen
umschaltbar**
- **Hydraulisch betätigte Betriebsbremsen
mit geringer Selbstverstärkung, teilweise naß**
- **Gemeinsamer Ölhaushalt für Getriebe und
Kraftheber**



**Entwicklungstrends
bis zur Gegenwart**

**PE-LT
2/87**

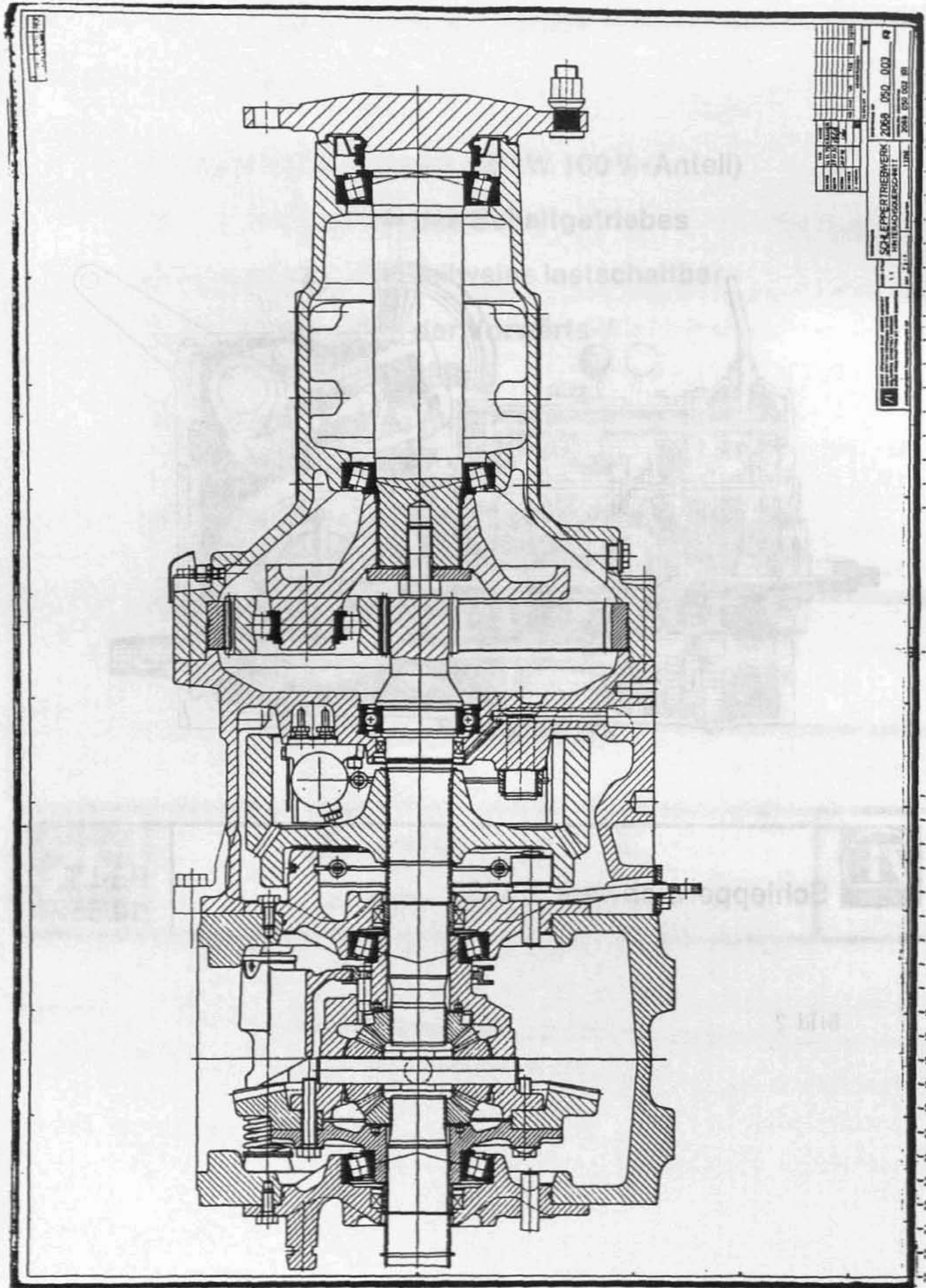
Bild 1



Schleppertriebwerk T 3000

PE-LT
10/85

Bild 2



ITEM NO.	REV.	DATE	DESCRIPTION
SCHLEPPERTRIEBWERK 2066 050 003 49			
INTERAGGREGAT			
LITN			
2066 050 003 01			
LITN			

Bild 3

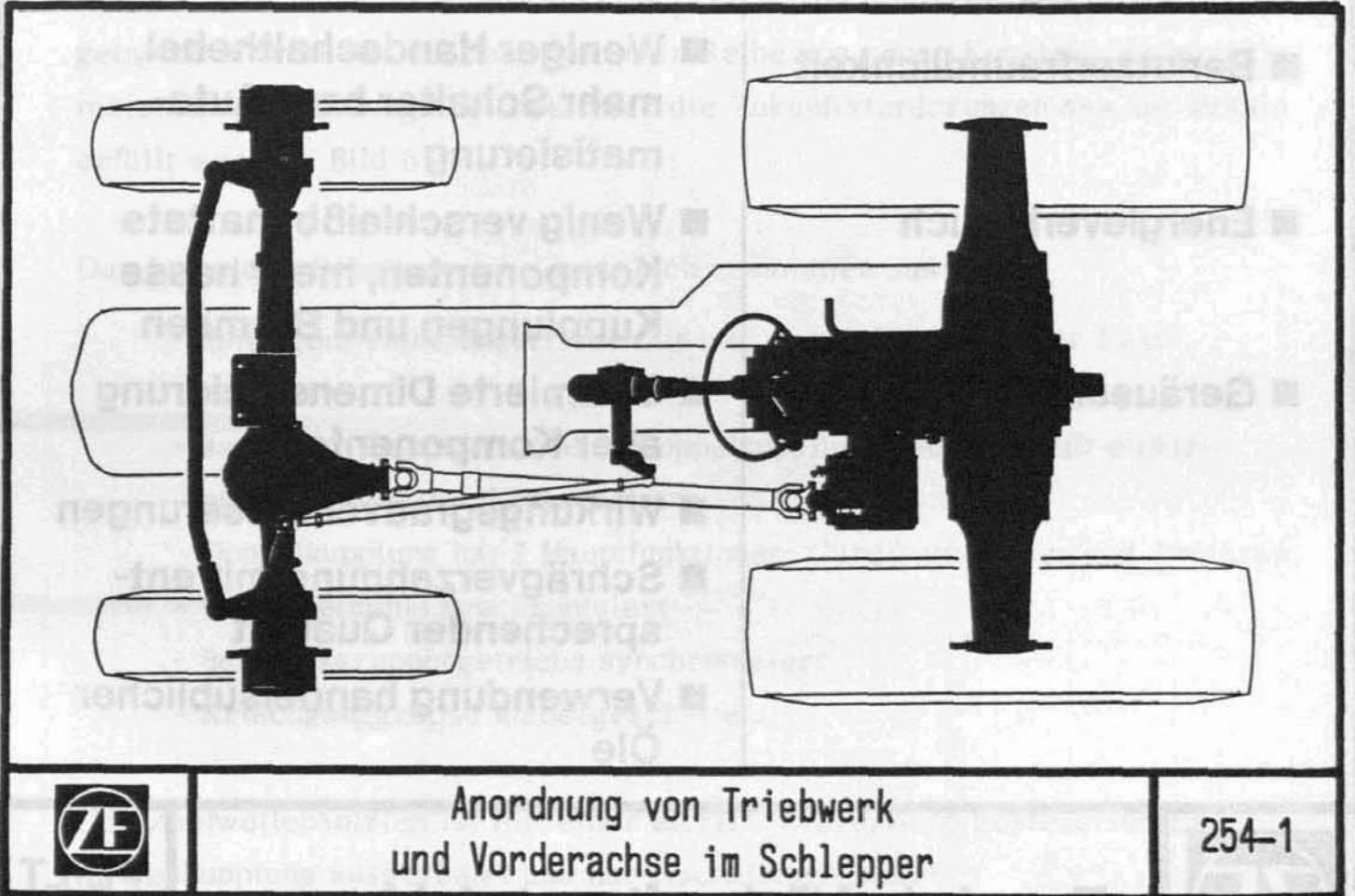


Bild 4

Schwerpunkte	Konstruktive Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none">■ Kosten■ Funktionen■ Zuverlässigkeit■ Benutzerfreundlichkeit■ Energieverbrauch■ Geräusch	<ul style="list-style-type: none">■ Allrad-Antrieb integriert■ Engere Gangstufung, mehr Gänge für vorw. und rückw.■ Mehr lastschaltbare Gänge■ Weniger Handschalthebel, mehr Schalter bzw. Automatisierung■ Wenig verschleißbehaftete Komponenten, mehr nasse Kupplungen und Bremsen■ Optimierte Dimensionierung aller Komponenten■ Wirkungsgradverbesserungen■ Schrägverzahnung mit entsprechender Qualität■ Verwendung handelsüblicher Öle



Bild 5

Für die Lösung dieser komplexen Aufgaben stehen dem Entwicklungsingenieur heute hochwertige Getriebekomponenten (Verzahnungen, Synchronisierungen, Kupplungen) und als ganz entscheidende Größe die Elektronik für Steuerungs- und Regelungsvorgänge zur Verfügung.

2. ZF-Schleppergetriebe T 6500

Für die Anwendung in schweren Traktoren wurde ein modernes Lastschaltgetriebe entwickelt, bei dem mit einer Reihe von neuen Konstruktionsmerkmalen und Anwendung der Elektronik die Zukunftsforderungen aus der Praxis erfüllt werden, Bild 6.

Das komplette Schaltgetriebe setzt sich zusammen aus

- 2stufigem Planetengetriebe mit elektronisch gesteuerter Lastschaltung
- 4stufigem Hauptgetriebe in Doppelkupplungsbauweise mit elektronisch gesteuerter Lastschaltung
- Doppelkupplung hat 2 Hauptfunktionen: Ganglastschalten und Anfahren.
- Wendegetriebe synchronisiert
- Bereichsgruppengetriebe synchronisiert
- Kriechganggruppe klauengeschaltet.

Der Zapfwellenantrieb ist mit einer elektro-hydraulisch gesteuerten Lamellenkupplung ausgerüstet und hat 2 schaltbare Stufen.

Der Vorderachs Antrieb ist mit der Feststell- und Betriebszusatzbremse zu einer Einheit zusammengefaßt und integriert (Allradantrieb ist Standard). Seine Kupplung wird elektro-hydraulisch geschaltet, der Abtrieb ist zentral.

Zwischen Getriebeeingangswelle (entsprechend Motorkurbelwelle), der Hinterachs-Kegelritzelwelle und der Vorderachs Antrieb-Abtriebswelle sind ent-

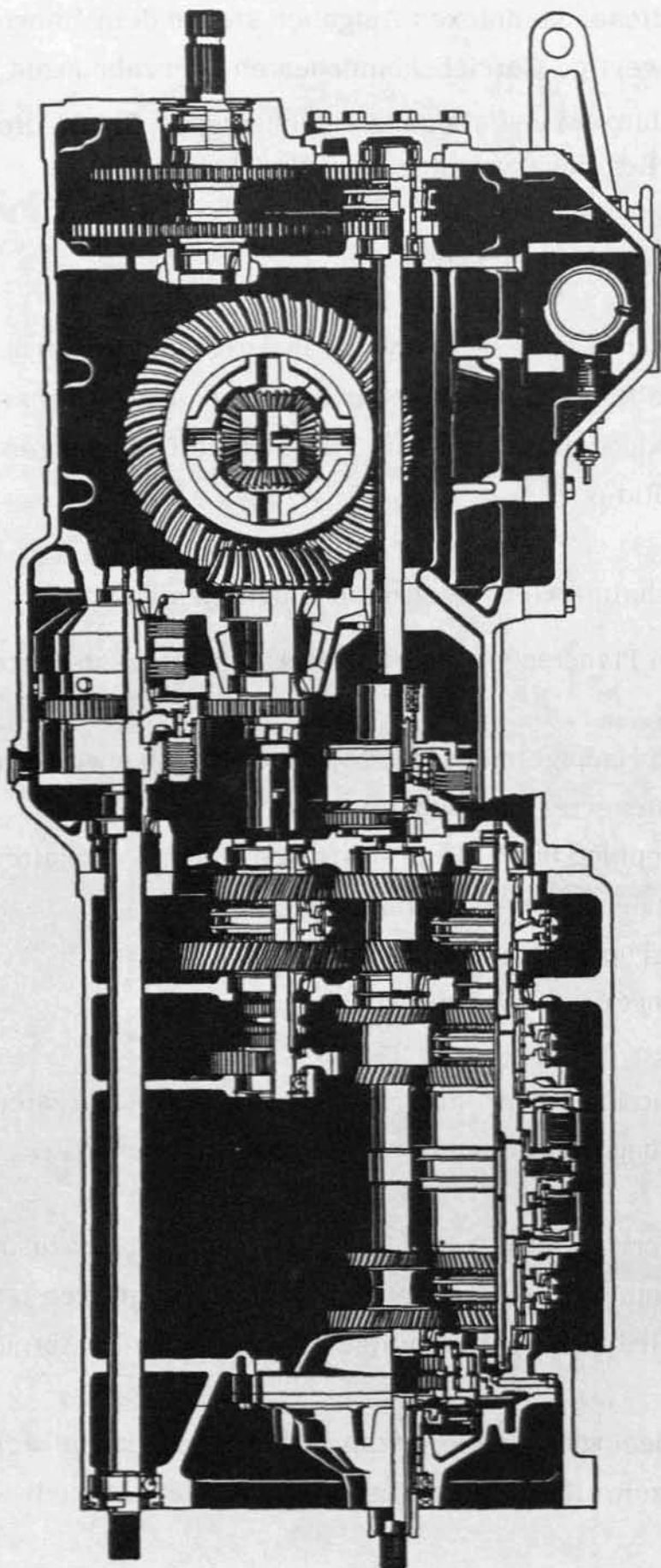


Bild 6

sprechende Achsversätze vorhanden, die ein modernes Fahrzeugkonzept für Allradschlepper gewährleisten.

Alle Kupplungen und Bremsen werden zentral mit Öl versorgt (Kühlung, Schmierung, Schaltung), sind dadurch wartungsfrei und tauchen auch wie fast alle anderen rotierenden Teile nicht in den Ölsumpf ein. Auch die aus Fahrzeugkonzeptgründen unter dem Ölspiegel liegende Vorderachsaneinheits- einheit mit Bremse wird durch Kapselung vor unnötigen Panschverlusten abgeschottet.

Durch diese Gegebenheiten und durch auf Minimalverlust entwickelte Bremsen in der Hinterachse, Bild 7, konnte ein Gesamtwirkungsgrad erreicht werden, der sogar leicht über vergleichbaren gängigen synchronisierten Getrieben liegt, Bild 8.

Mit dem gewählten Schaltgetriebekonzept werden 24 Vorwärtsgänge und 22 Rückwärtsgänge je 8 Gänge lastschaltbar erreicht, Bild 9.

Von großem Nutzen ist, daß die Gangsprünge über den gesamten Geschwindigkeitsbereich mit 20 % konstant sind.

Geschaltet werden diese Gänge mit einem Schalter für die jeweils 8 Lastschaltgänge und einem Hebel für Vorwärts/Rückwärts und die Gruppen Acker/Straße. Dabei ist von großem Nutzen, daß für jeden Schaltvorgang immer nur ein Hebel benutzt werden muß, Bild 10.

2.1 Doppelkupplungskonzept

Das Doppelkupplungskonzept für Lastschaltgetriebe, das schon länger bekannt ist, bietet den Vorteil eines kostengünstigen einfachen Getriebeaufbaus mit möglichst wenig Lastschaltkupplungen und dafür mehr Synchronisereinheiten.

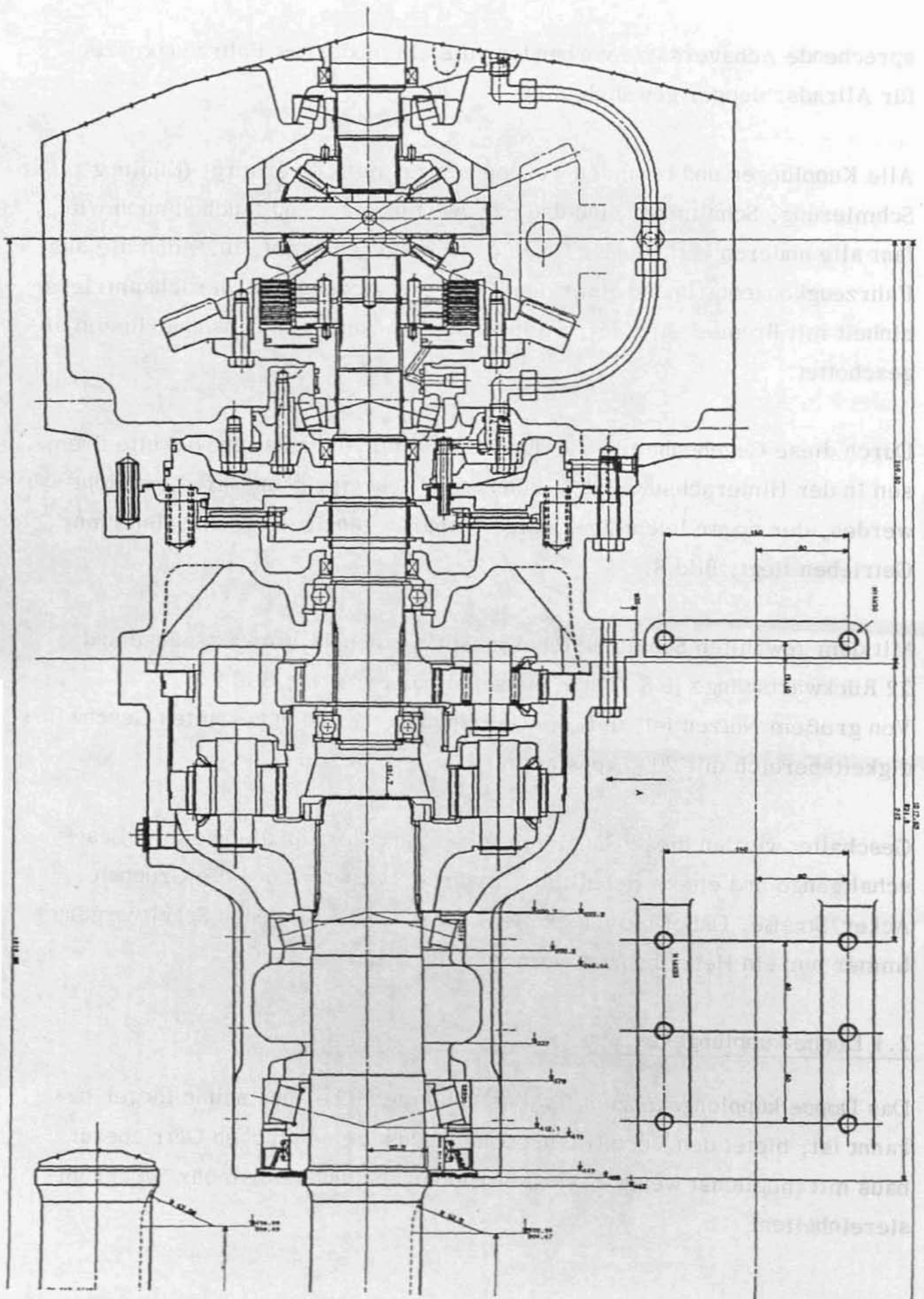
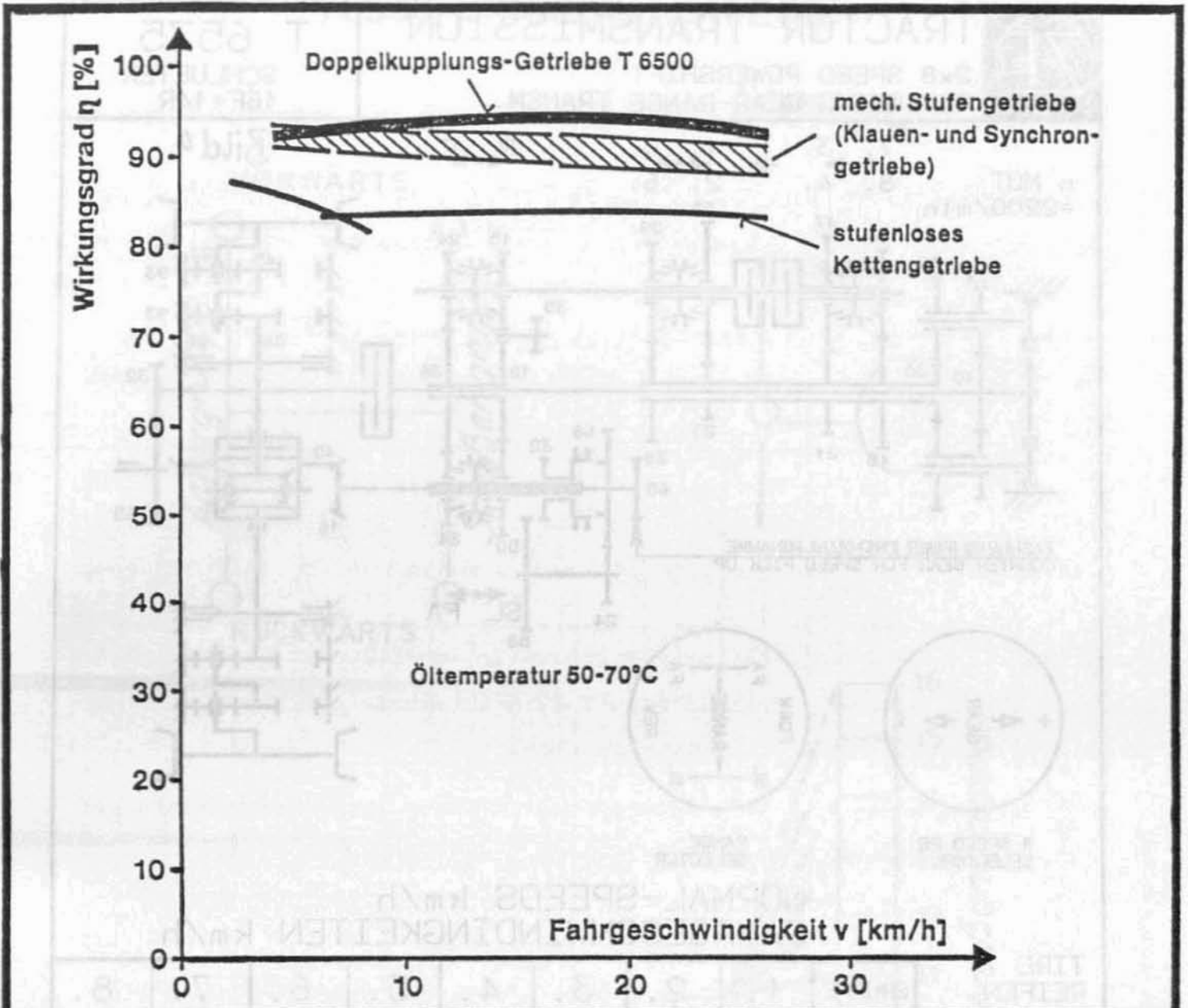


Bild 7



**Vergleich der Gesamtwirkungsgrade
von verschiedenen Schlepptriebwerken
Getriebe, Hinterachse und Hubhydraulik**

**TA
12/85**

Bild 8

Wirkungsgrad [%]	0 km/h	5 km/h	10 km/h	15 km/h	20 km/h	25 km/h	30 km/h
Doppelkupplungs-Getriebe T 6500	92	91.5	91	90.5	90	89.5	89
mech. Stufengetriebe (Klauen- und Synchrongetriebe)	87	85.5	84	82.5	81	79.5	78
stufenloses Kettengetriebe	82	81	80	79	78	77	76



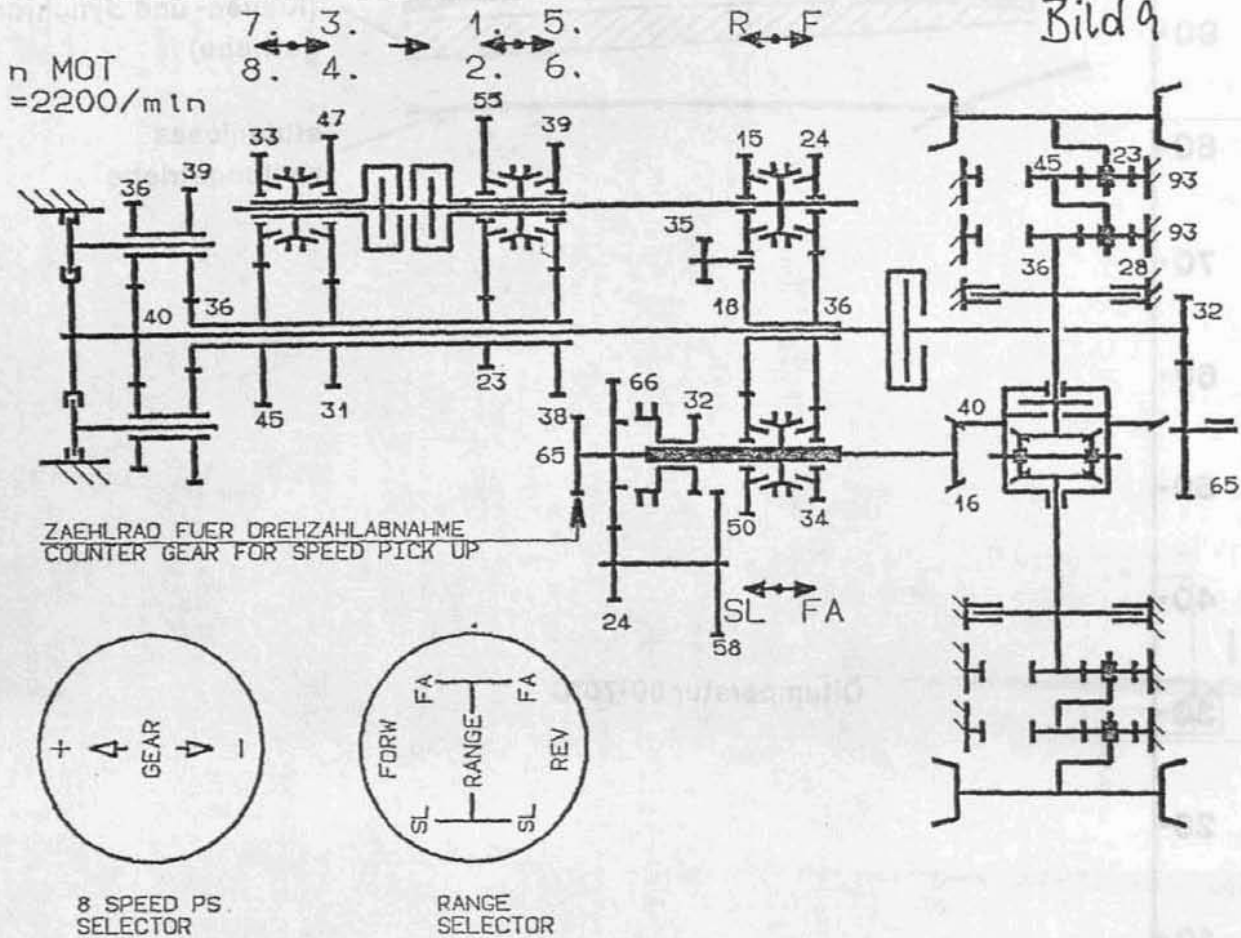
TRACTOR TRANSMISSION

2x8 SPEED POWERSHIFT
REVERSING GEAR-RANGE TRANSM.

T 6535

SCHLUETER
16F+14R

Bild 9



NORMAL-SPEEDS km/h
FAHRGESCHWINDINGKEITEN km/h

TIRE REIFEN	GRUPPE	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
20.8 R42 R _w Ind = 0.937m (CONTI)	F-SLOW	2.84	3.42	4.48	5.39	6.61	7.96	9.26	11.14
	F-FAST	8.35	10.05	13.17	15.85	19.46	23.42	27.23	32.78
	R-SLOW	3.55	4.27	5.60	6.74	8.27	9.95	11.57	13.93
	R-FAST	10.44	12.56	16.46	19.82	24.32	29.27		

CREEPER-SPEEDS km/h
KRIECHGANGGESCHWINDINGKEITEN km/h

Information	FORW.	0.57	0.69	0.90	1.08	1.33	1.60	1.86	2.24
86 23797	REVER.	0.71	0.86	1.12	1.35	1.66	2.00	2.32	2.79

PTO-SPEED=
ZW-DREHZAHN=1083min/1

DATUM: 21.6.85	NAME: BELLER	GEPR.: Fu	ZEICHNUNGS-NR.: 2076 700 119 (4)
-------------------	-----------------	--------------	-------------------------------------

T6500 SCHALTSTRATEGIE

GANG: 1 ÷ 8
9 ÷ 16

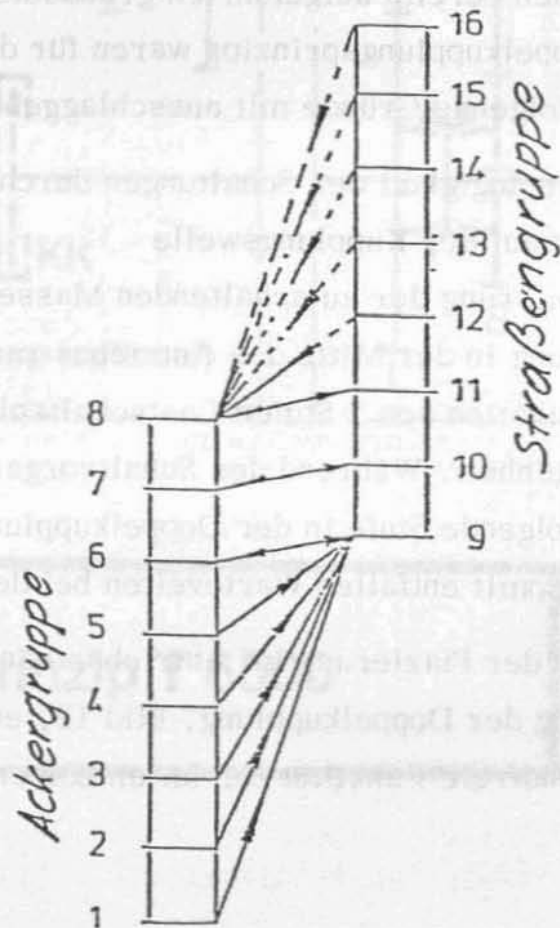
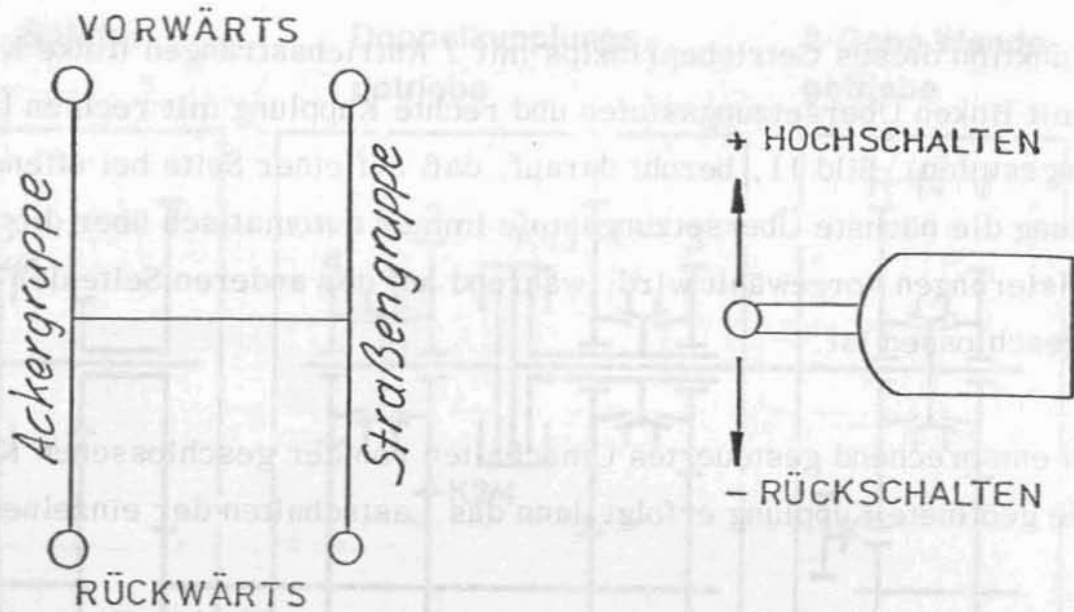


Bild 10



Die Verwirklichung dieses Konzeptes ist in der Vergangenheit immer wieder gescheitert an der Komplexität der Steuerung. Erst die moderne Mikrocomputertechnik erlaubt eine erfolgreiche Realisierung.

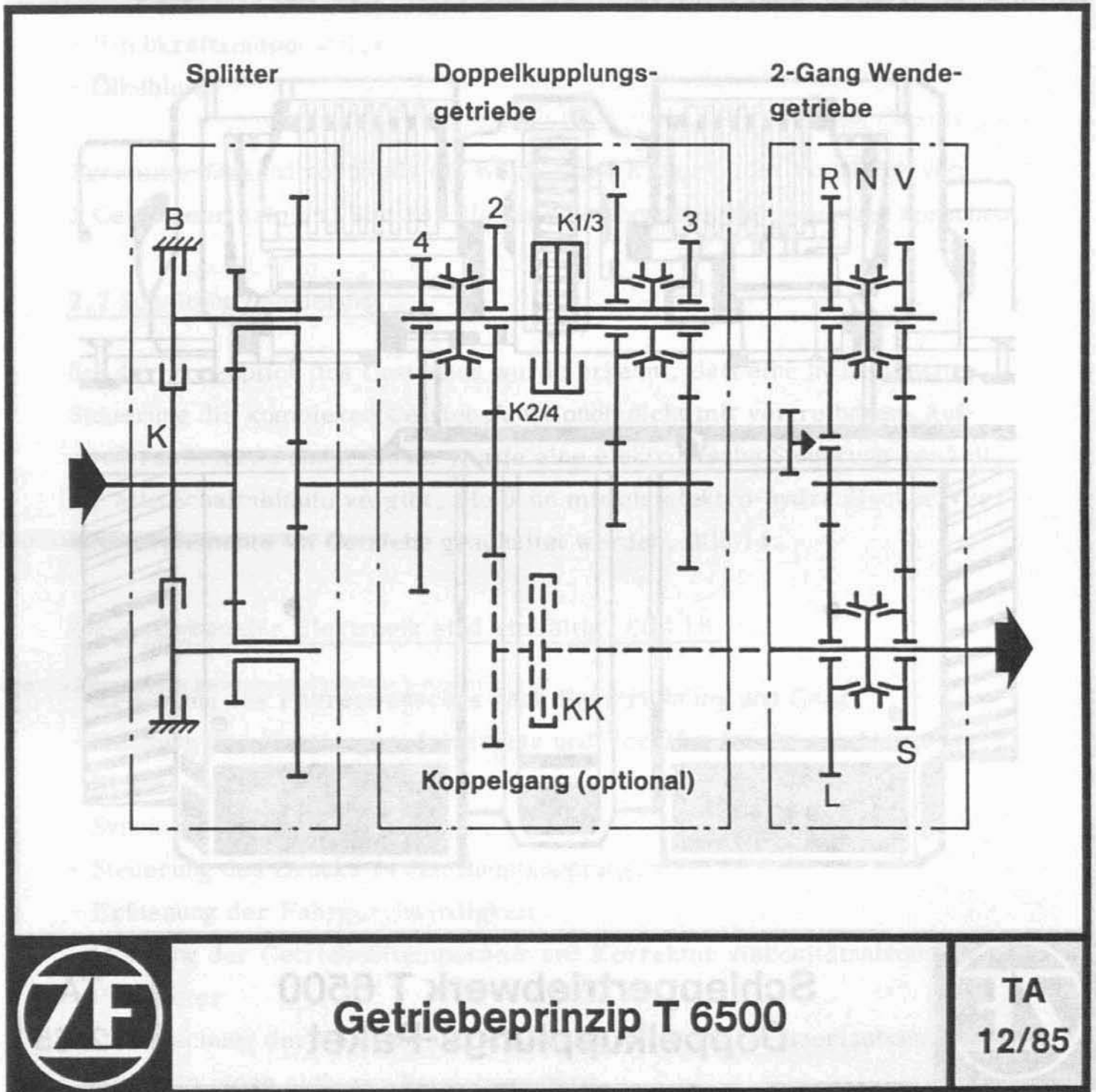
Die Funktion dieses Getriebepinzips mit 2 Antriebssträngen (linke Kupplung mit linken Übersetzungsstufen und rechte Kupplung mit rechten Übersetzungsstufen), Bild 11, beruht darauf, daß auf einer Seite bei offener Kupplung die nächste Übersetzungsstufe immer automatisch über die Synchronisierungen vorgewählt wird, während auf der anderen Seite der Kraftfluß geschlossen ist.

Durch entsprechend gesteuertes Umschalten von der geschlossenen Kupplung auf die geöffnete Kupplung erfolgt dann das Lastschalten der einzelnen Gänge.

Neben den bereits aufgeführten grundsätzlichen vorteilhaften Eigenschaften des Doppelkupplungsprinzips waren für die Wahl dieser Baugruppenkombination folgende Gründe mit ausschlaggebend:

- Leichtgängigkeit der Schaltungen durch Anordnung der Synchronisierungen direkt auf der Kupplungswelle
- Minimierung der zu schaltenden Massen durch Anordnung der Doppelkupplung in der Mitte des Antriebsstranges
- Kombination von 2 Stufen Lastschaltpliteinheit mit 4 Stufen Doppelkupplungseinheit. Während des Schaltvorganges in der Spliteinheit kann die nachfolgende Stufe in der Doppelkupplungseinheit bereits vorgewählt werden. Somit entfallen Wartezeiten bei dem zügigen Durchschalten.

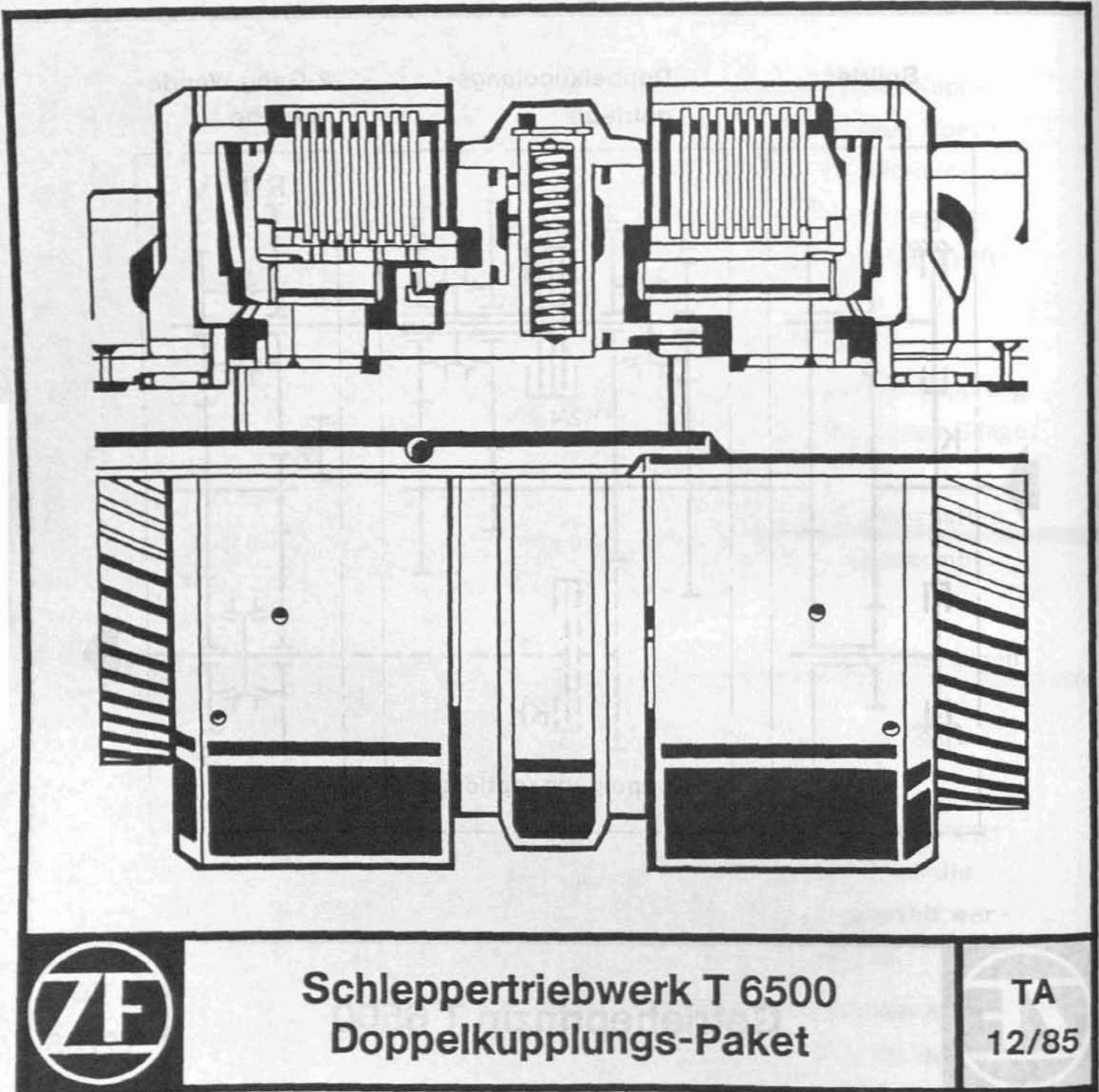
Neben der Plazierung im Antriebsstrang kommt der konstruktiven Ausbildung der Doppelkupplung, Bild 12, entscheidende Bedeutung für deren einwandfreie Funktion zu. Im einzelnen sind folgende Details erwähnenswert:



Getriebeprinzip T 6500

TA
12/85

Bild 11



**Schleppertriebwerk T 6500
Doppelkupplungs-Paket**

TA
12/85

Bild 12

- Schnellbefüllung und Schnellentlüftung
- Hysteresearmut
- Schleppmomentminimierung
- Fliehkraftkompensation
- Ölkühlung

Zusammenfassend nochmals die wichtigsten Kriterien im Vergleich von 3 Getriebeprinzipien, Bild 13, die für das Doppelkupplungsprinzip sprechen.

2.2 Schaltung, Steuerung

Bei der Konzeption des Getriebes wurde erkannt, daß eine hydraulische Steuerung die komplexen Getriebefunktionen nicht mit vertretbarem Aufwand realisieren kann. Daher wurde eine elektronische Steuerung gewählt, die alle Schaltabläufe vorgibt, die dann mittels elektro-hydraulischer Verstärkerelemente im Getriebe geschaltet werden, Bild 14.

Die Aufgaben der Elektronik sind vielfältig, Bild 15.

- Erfassung des Fahrerwunsches nach Fahrtrichtung und Gang
- Messung des Kupplungspedalwinkels und Vorgabe des davon abhängigen Drucks in den Hauptkupplungen
- Synchronisieren des Getriebes
- Steuerung des Drucks in den Hauptkupplungen
- Erfassung der Fahrgeschwindigkeit
- Messung der Getriebeöltemperatur und Korrektur viskositätsabhängiger Parameter
- Überwachung der Getriebefunktionen und Schaltung bei unerlaubten Situationen in einen sicheren Betriebszustand.

Durch das Getriebekonzept bedingt, gibt es 2 unterschiedliche Lastschaltvorgänge:

**Konventionelle
Stufengetriebe:**

- hoher Wirkungsgrad
- geringe Kosten
- bewährte Serientechnik

mit Zugkraftunterbrechung

**Doppelkupplungs-
Getriebe**

- ohne Zugkraftunterbrechung
- hoher Wirkungsgrad
- konventionelle Getriebeteile
- Kosten niedrig, je mehr Gänge

komplex

**Konventionelle
Lastschaltgetriebe**

- ohne Zugkraftunterbrechung

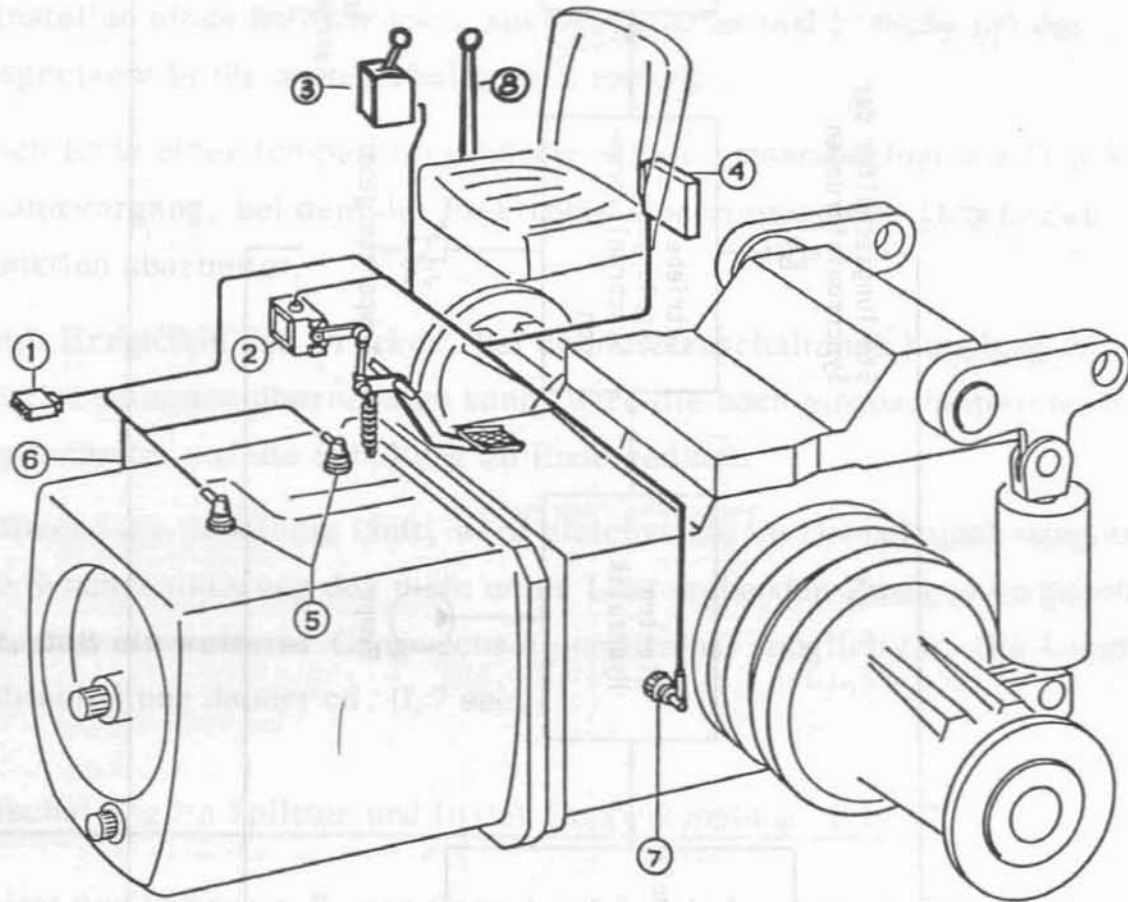
hohe Kosten
reduzierter Wirkungsgrad
komplex



Kriterien Getriebeprinzip

**TA
12/85**

Bild 13



- 1 Bordnetz
- 2 Kupplungsgeber
- 3 1-Hebel-Fahrschalter (8 Gang)

- 4 Elektronische Schaltautomatik
- 5 Synchronisierungs-Endschalter
- 6 Leitung z. Getriebe (Steuerung)
- 7 Induktivgeber Fahrgeschw.
- 8 Schalthebel V/R und Ack/Str



Drive by wire
elektronisch gesteuerte Schaltfunktionen

TA
12/85

Bild 14

GETRIEBESTEUERUNG T 6500
STRUKTURDIAGRAMM

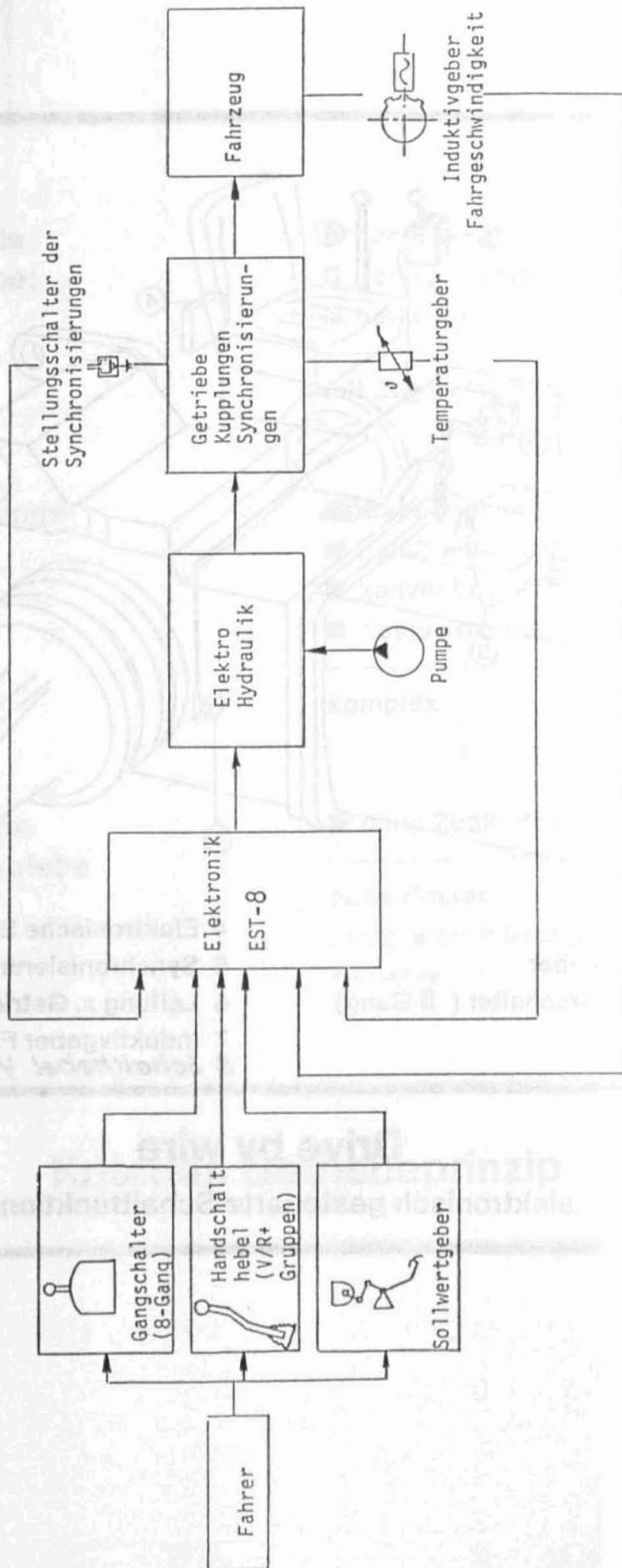


Bild 15

Lastschaltung nur im Splitter, Bild 16:

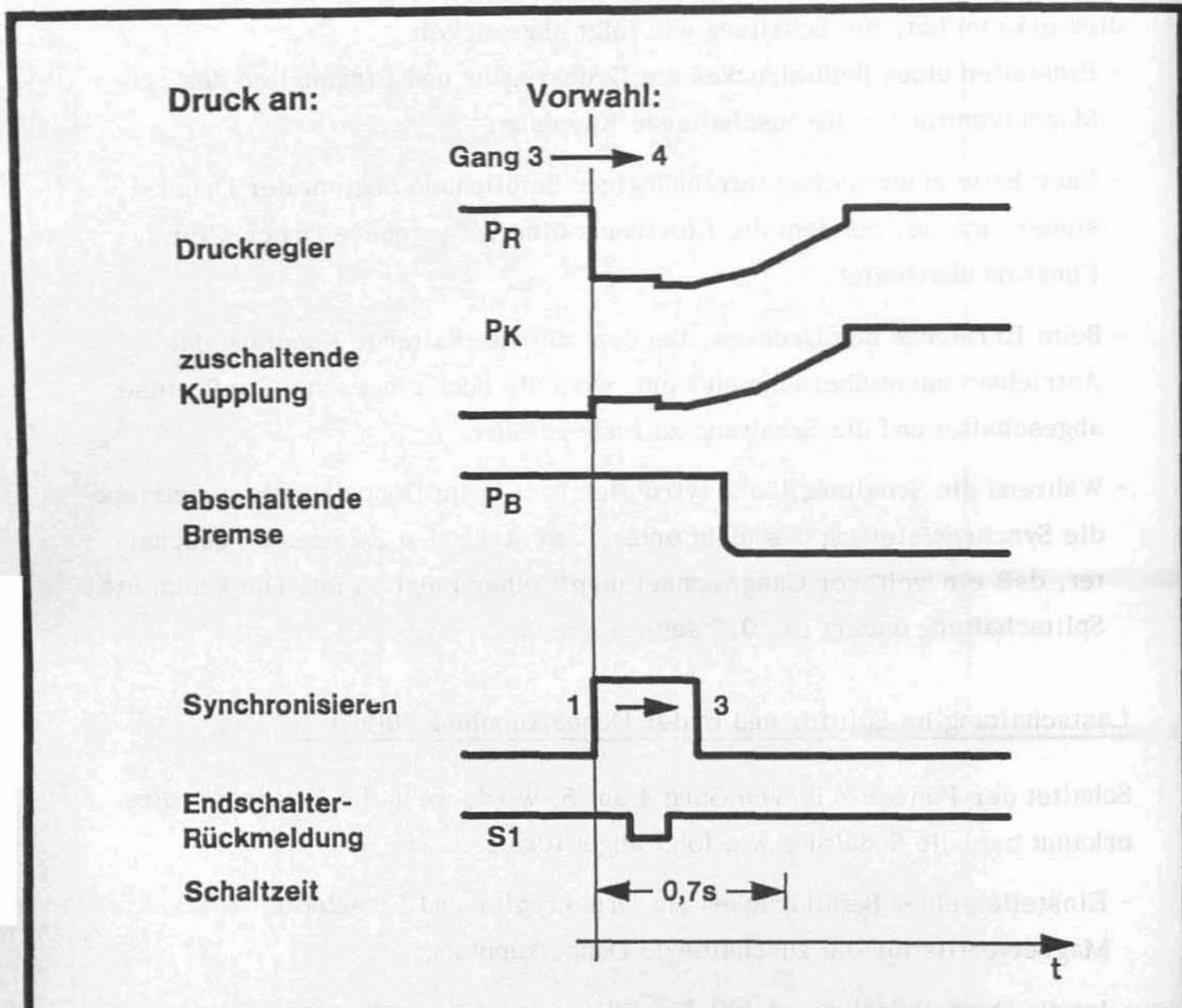
Schaltet der Fahrer z.B. von Gang 3 nach 4, wird, wenn die Elektronik dies erkannt hat, die Schaltung wie folgt abgewickelt

- Einstellen eines Befülldruckes am Druckregler und Einschalten des Magnetventils für die zuschaltende Kupplung.
- Nach Ende einer temperaturabhängigen Befüllphase beginnt der Drucksteuervorgang, bei dem die Elektronik eine vorgegebene Druck-Zeit-Funktion abarbeitet.
- Beim Erreichen des Druckes, bei dem die zuschaltende Kupplung das Antriebsmoment übernehmen kann, wird die noch eingeschaltete Bremse abgeschaltet und die Schaltung zu Ende geführt.
- Während die Schaltung läuft, wird gleichzeitig im Doppelkupplungsgetriebe die Synchronisierung des nicht unter Last stehenden Zweiges so geschaltet, daß ein weiterer Gangwechsel unmittelbar möglich ist. Die komplette Splitschaltung dauert ca. 0,7 sec.

Lastschaltung im Splitter und in der Doppelkupplung, Bild 17.

Schaltet der Fahrer z.B. von Gang 4 auf 5, wird, wenn die Elektronik dies erkannt hat, die Schaltung wie folgt abgewickelt:

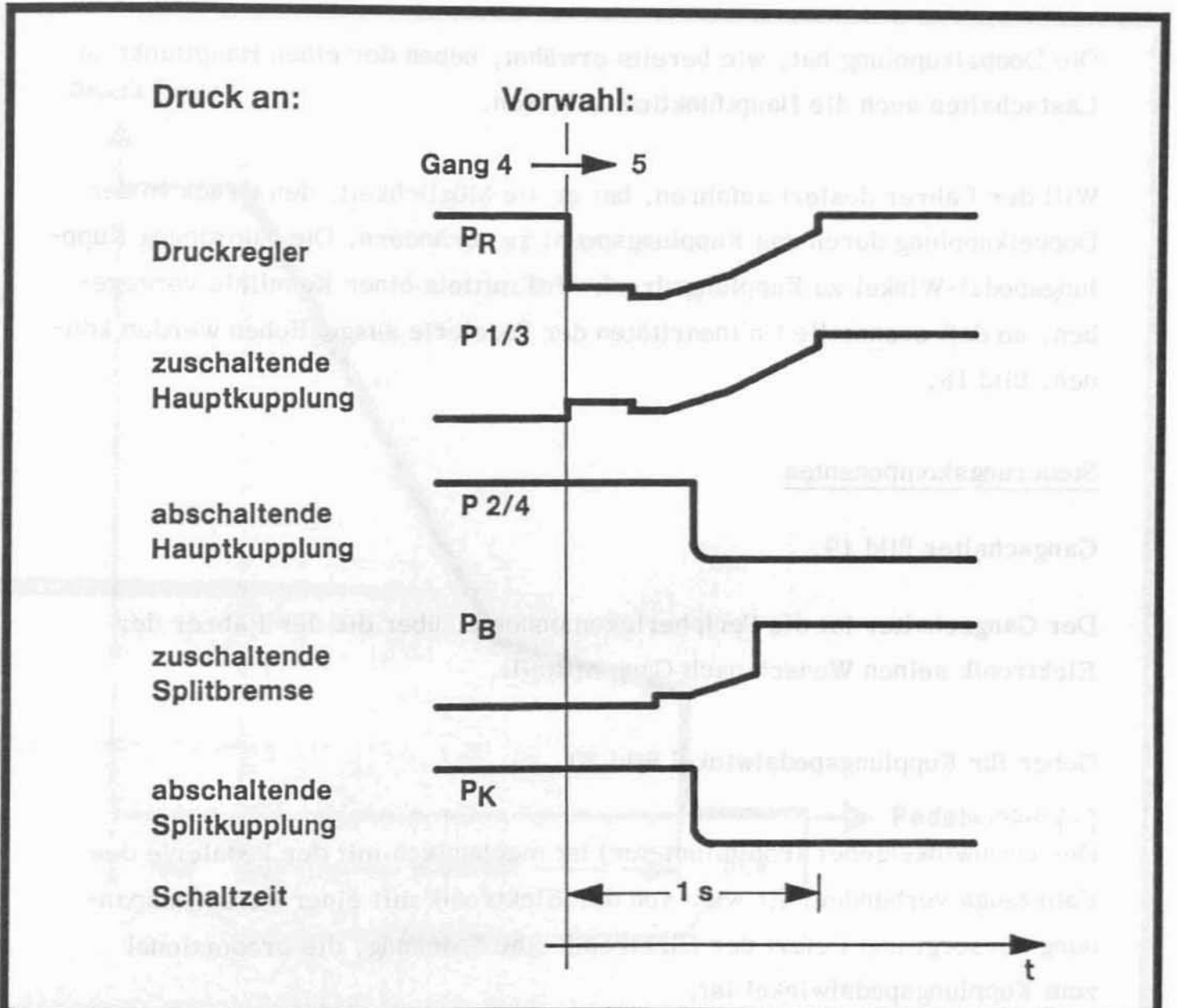
- Einstellen eines Befülldruckes am Druckregler und Einschalten des Magnetventils für die zuschaltende Doppelkupplung.
- Ist die Doppelkupplung ca. 90 % gefüllt, wird die zuschaltende Splitbremse eingeschaltet.
- Nach Ende der Befüllphase beginnt an beiden zuschaltenden Schaltelementen der Drucksteuervorgang.
- Beim Erreichen des Überschneidungsdruckes werden die noch eingeschalteten Schaltelemente (Doppelkupplung und Splitkupplung) abgeschaltet und die Schaltung wird zu Ende geführt.



Schaltungsablauf Splitter

TA
12/85

Bild 16



Schaltungsablauf Doppelkupplung mit Splitter

TA
12/85

Bild 17

Aufgrund der größeren Volumina der Doppelkupplung und der damit verbundenen längeren Füllphase dauert diese komplette Schaltung ca. 1 sec.

Die Doppelkupplung hat, wie bereits erwähnt, neben der einen Hauptfunktion Lastschalten auch die Hauptfunktion Anfahren.

Will der Fahrer dosiert anfahren, hat er die Möglichkeit, den Druck in der Doppelkupplung durch das Kupplungspedal zu verändern. Die Zuordnung Kupplungspedal-Winkel zu Kupplungsdruck wird mittels einer Kennlinie vorgegeben, so daß eventuelle Unlinearitäten der Pedalerie ausgeglichen werden können, Bild 18.

Steuerungskomponenten

Gangschalter Bild 19.

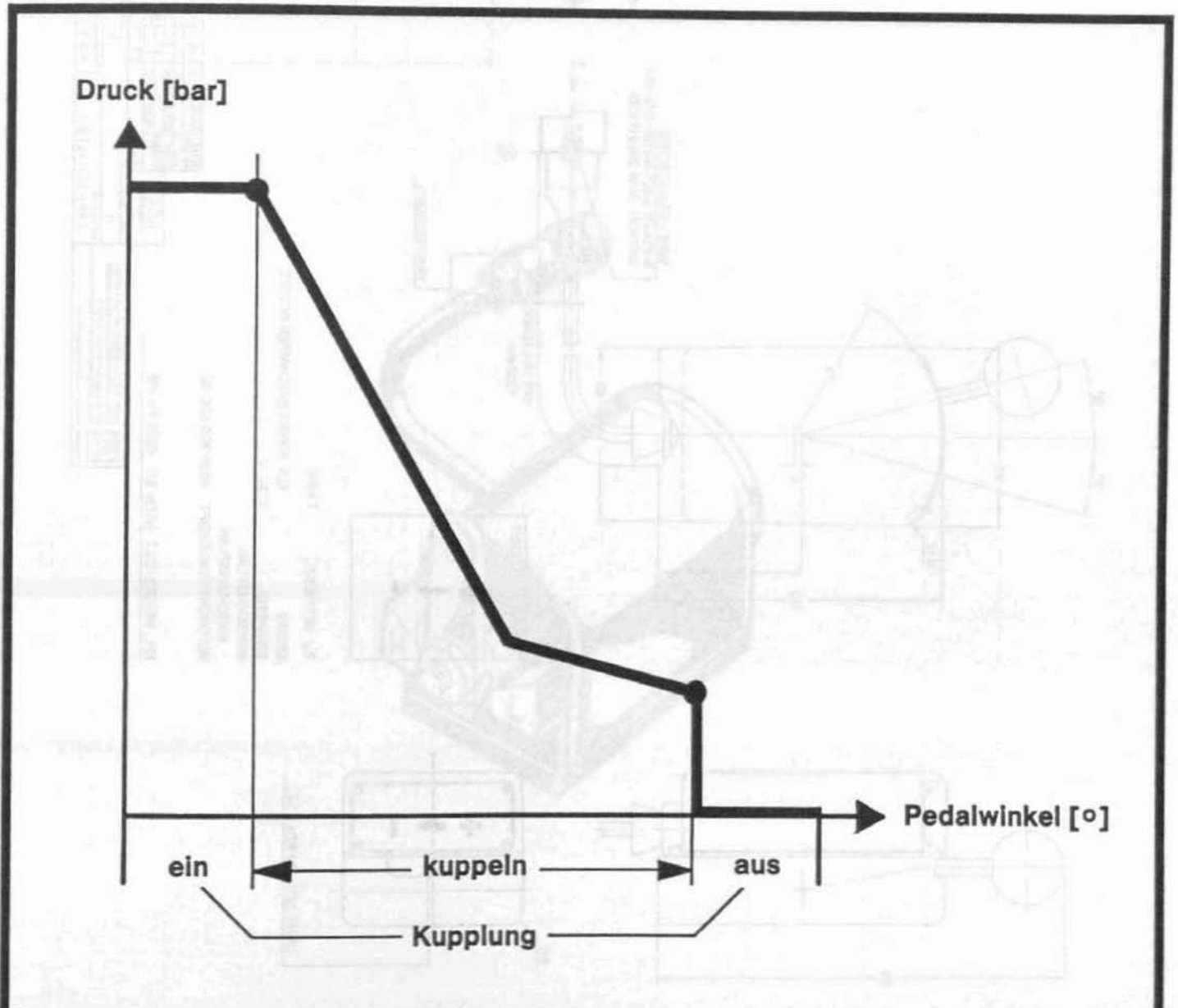
Der Gangschalter ist die Peripheriekomponente, über die der Fahrer der Elektronik seinen Wunsch nach Gang mitteilt.

Geber für Kupplungspedalwinkel Bild 20.

Der Drehwinkelgeber (Potentiometer) ist mechanisch mit der Pedalerie des Fahrzeugs verbunden. Er wird von der Elektronik mit einer Referenzspannung versorgt und liefert der Elektronik eine Spannung, die proportional zum Kupplungspedalwinkel ist.

Elektronik, Bild 21.

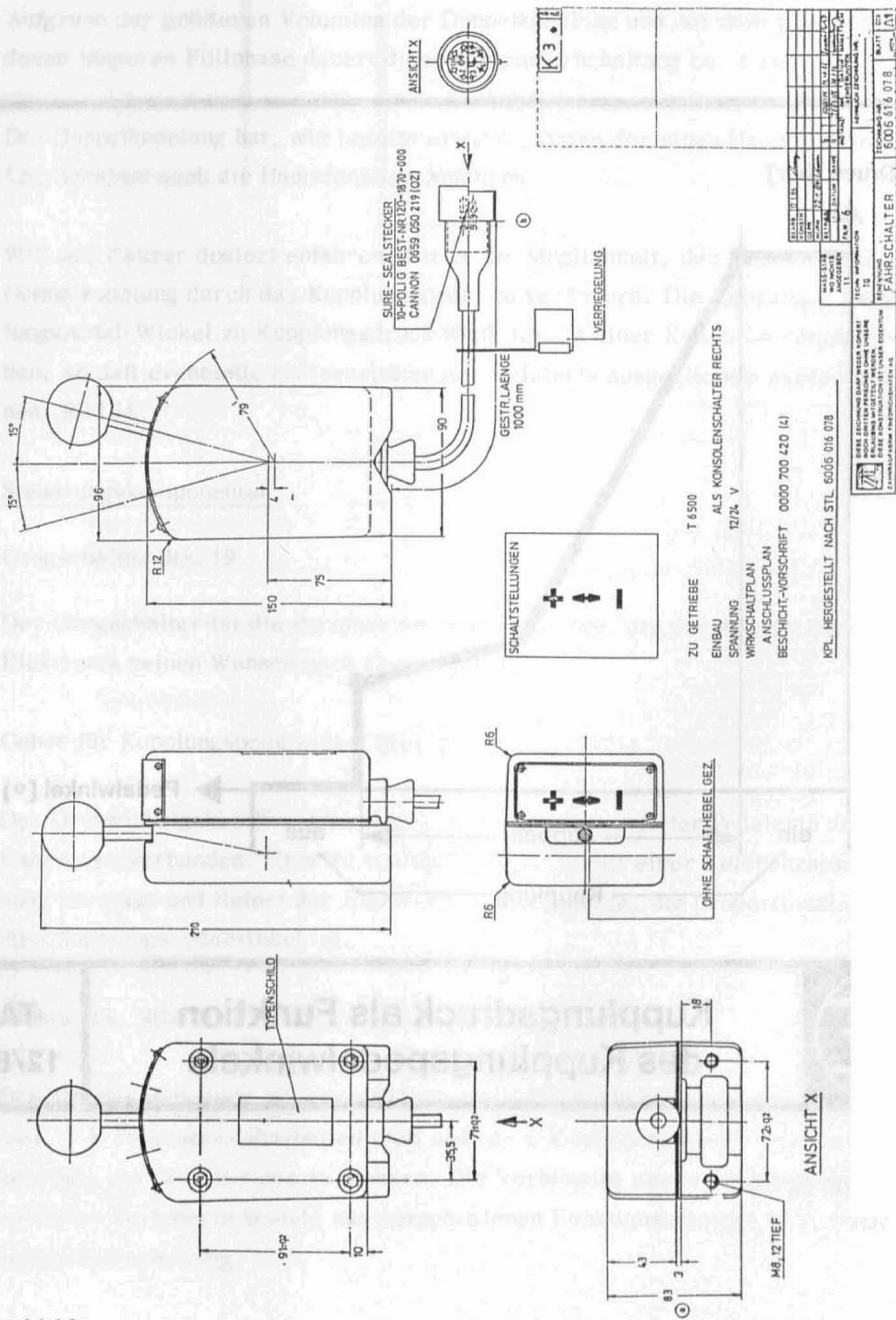
Die Elektronik besteht im wesentlichen aus einem 8-Bit-Microcomputer, der max. 7 K Programm abarbeiten muß und ca. 1 K fahrzeugspezifische Daten benötigt, um das Getriebe zu steuern. Die Verbindung des Microcomputers zu seiner Peripherie besteht aus verschiedenen Funktionsblöcken, u.a. einer Sicherheitsschaltung.



Kupplungsdruck als Funktion des Kupplungspedalwinkels

TA
12/85

Bild 18



ZU GETRIEBE T 6500
EINBAU ALS KONSOLENSCHALTER RECHTS
SPANNUNG 12/24 V
WIRKSCHALTPLAN
A ANSCHLUSSPLAN
BESCHICHT-VORSCHRIFT 0000 700 420 (4)

KPL. HERGESTELLT NACH STL. 6006 016 078

TECHNISCHE INFORMATION				
STELLE	IN LAGE	ZUSÄTZL.	VERMIDLUNGSSTELLE	
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	11	11	11	11

FAK. 6

TECH. NACHSTELLUNG

TECHNISCHE ZEICHNUNG

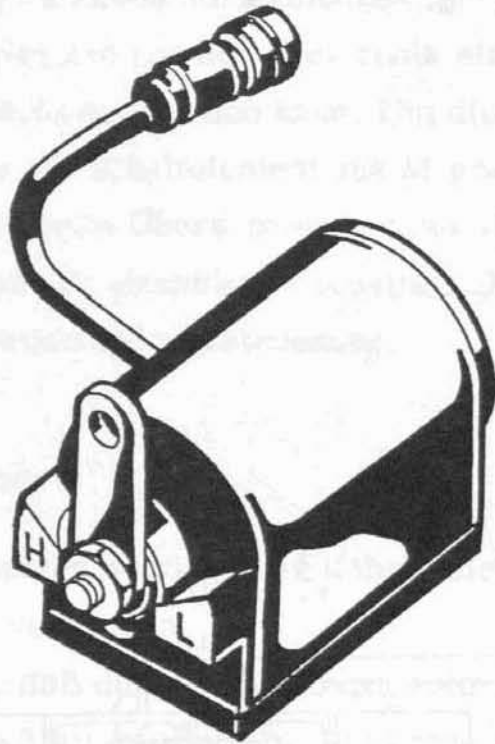
FAHRERSCHALTER

5006 016 078

BLATT 11

ALLE RECHNUNGS- UND VERMIDLUNGSSTELLEN MÜSSEN BEI DER VERANWENDUNG BEACHTET WERDEN. ÜBERHAUPT DIESER ANSCHLUSSE SIND ÜBER DIE VERANWENDUNG ZU BESTÄTIGEN.

Bild 19



**Geber für
Kupplungspedalwinkel**

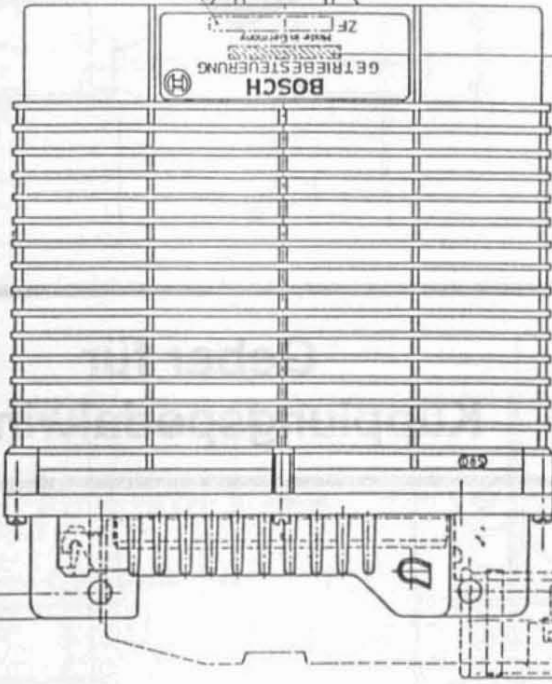
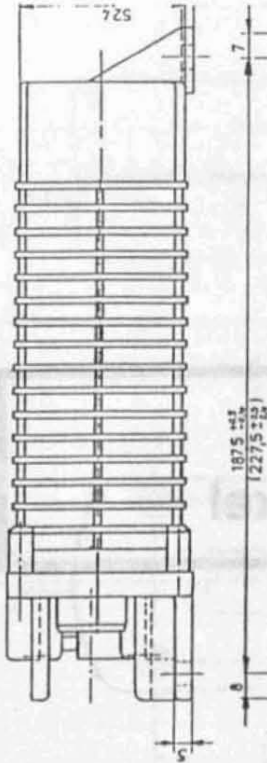
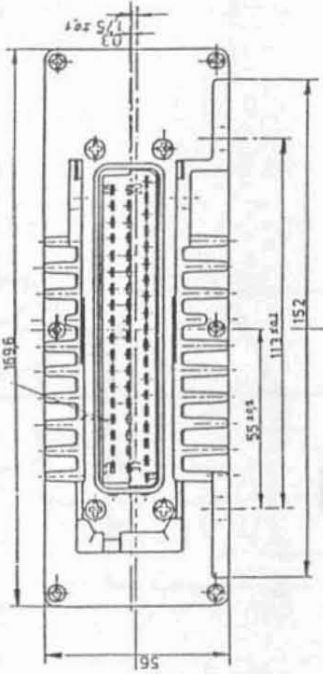
**TA
12/85**

Bild 20

A 260 503 001

Sonderzubehör: Nicht im Bestellumfang enthalten.
Steckerbindung 55 pol. D 260 500 065 A (Code Nr. 12)
(Abgang waagrecht)

Steckerbelegung siehe Bl. 2



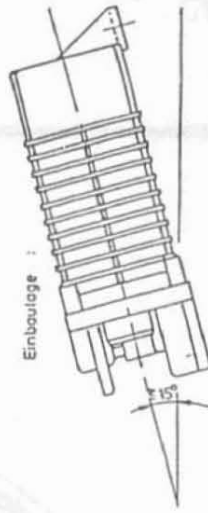
Einbauhinweis: Durch geeignete Maßnahme am Kabelbaum muß ausgeschlossen sein, daß Wasser über den Kabelbaum in die Steckverbindung eindringen kann.
Die Steckverbindung muß über den Kabelbaum belüftet sein.
Ein Überfluten des Gerätes mit Wasser muß ausgeschlossen sein

Schutzart nach DIN 40 050 Blatt 9
Klemmen ohne Steckverb. IP 2D
Gehäuse IP 6L A

Werkstoffe : Gehäuse; PA 66 GF
Frontplatte; Al-Legierung

Techn. Daten : TL,

Einbauage :



ca. 130
Schwenkbereich des Steckers

BZ 260 503 001	Typ-Nummer	ZF-Nummer
Einbaueinheit		

150 E		1:1		Gesamt	
Angebotszeichnung		A 260 503 001			
Steuerung		Ge trie be steue rung			
Name		GS 5.1			
Nr.		107			
Gr. St.		2, 6, 55			
Ordnung		KATZELLE			
DN		ROBERT BOSCH			
DN		GMBH			
A 2		STUTTGART			
Nr.		A 260 503 001			
Anmerkung		Eck 17			

Bild 21

Die Sicherheitsschaltung überwacht, unabhängig vom Microcomputer und dessen Software, die digitalen Ausgangsstufen und stellt bei unzulässigen Konstellationen einen sicheren Betriebszustand her (meist neutral).

Hydraulischer Steuerblock, Bild 22.

Das wesentliche Merkmal dieses Steuerblockes ist, daß über einen zentral angeordneten Druckregler ein von der Elektronik eingestellter Druck auf jedes Schaltelement geschaltet werden kann. Um dies zu erreichen, besteht jeder Steuerungsteil für ein Schaltelement aus Magnetventil, Verstärkerschieber und Halteventil, das beim Überschreiten eines eingestellten Druckes im Schaltelement dieses auf den Hauptdruck schaltet. Dieses Halteventil ermöglicht somit die Überschneidungssteuerung.

Kabelbaum, Bild 23.

Alle Steuerungskomponenten werden über Kabel, die zu einem Kabelbaum zusammengefaßt sind, verbunden.

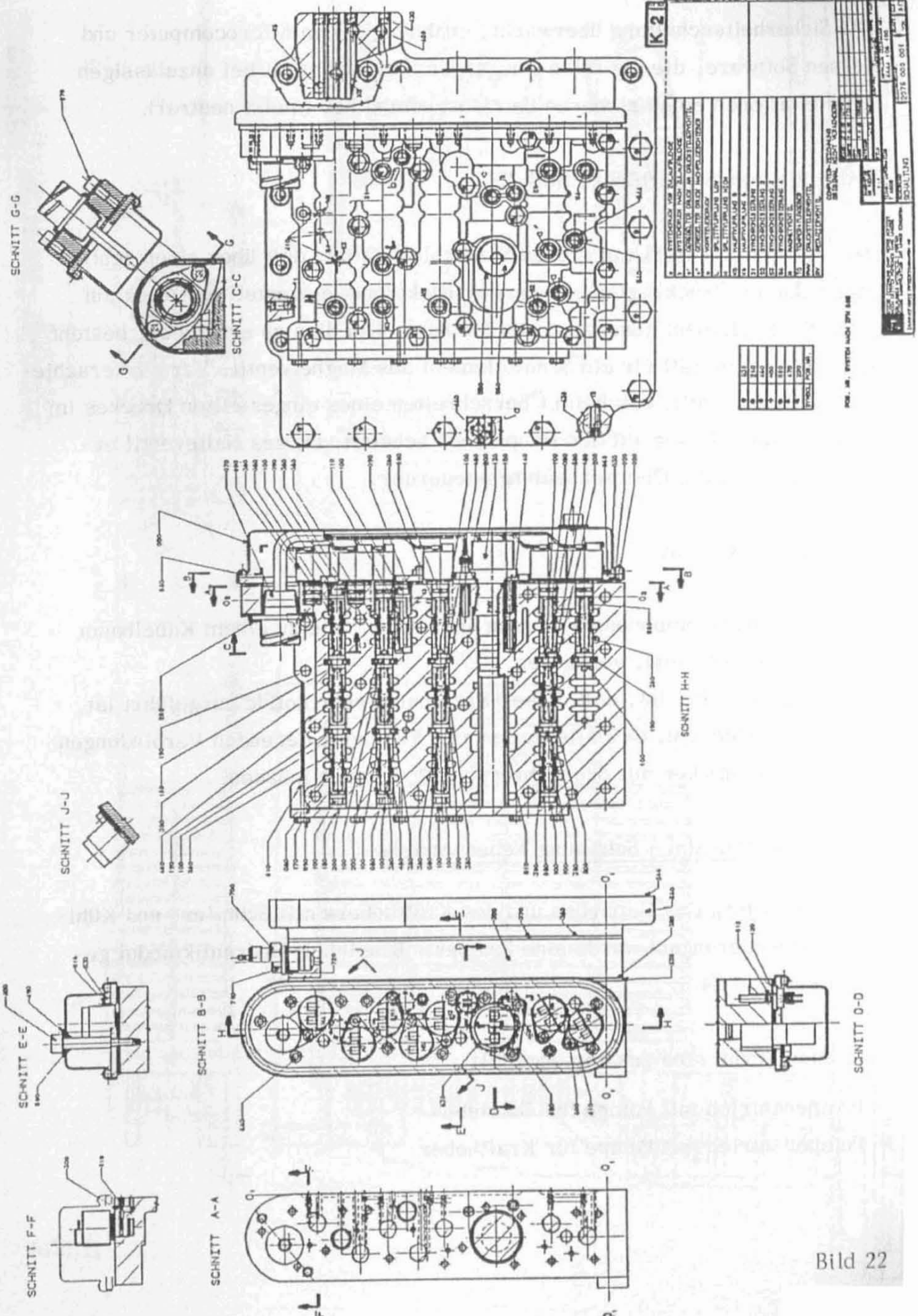
Entscheidend dabei ist, daß dieser Kabelbaum sehr solide ausgeführt ist, d.h. unter anderem, daß alle außen am Fahrzeug liegenden Verbindungen über stabile Stecker mit Schraubverschluß erfolgen müssen.

2.3 Hydraulikmodul - Schaltung Nebenantriebe

Zur Versorgung des Getriebes und des Krafthebers mit Schmier- und Kühlöl sowie Steuerungsol wurde eine kompakte Baueinheit Hydraulikmodul geschaffen, Bild 24.

In diesen Modul sind zusammengefaßt:

- Pumpenantrieb mit Pumpe für Getriebe
- Pumpenantrieb mit Pumpe für Kraftheber



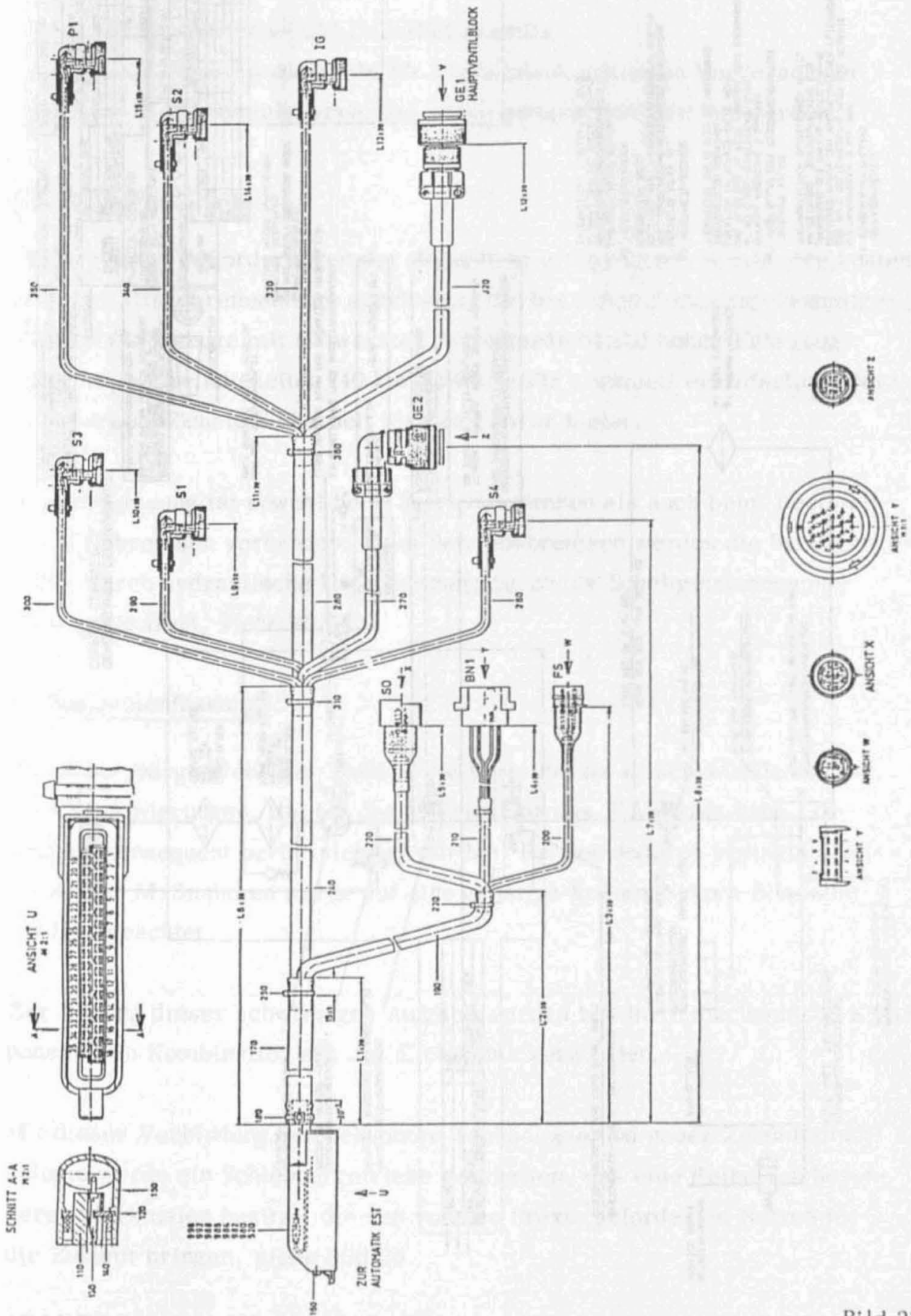
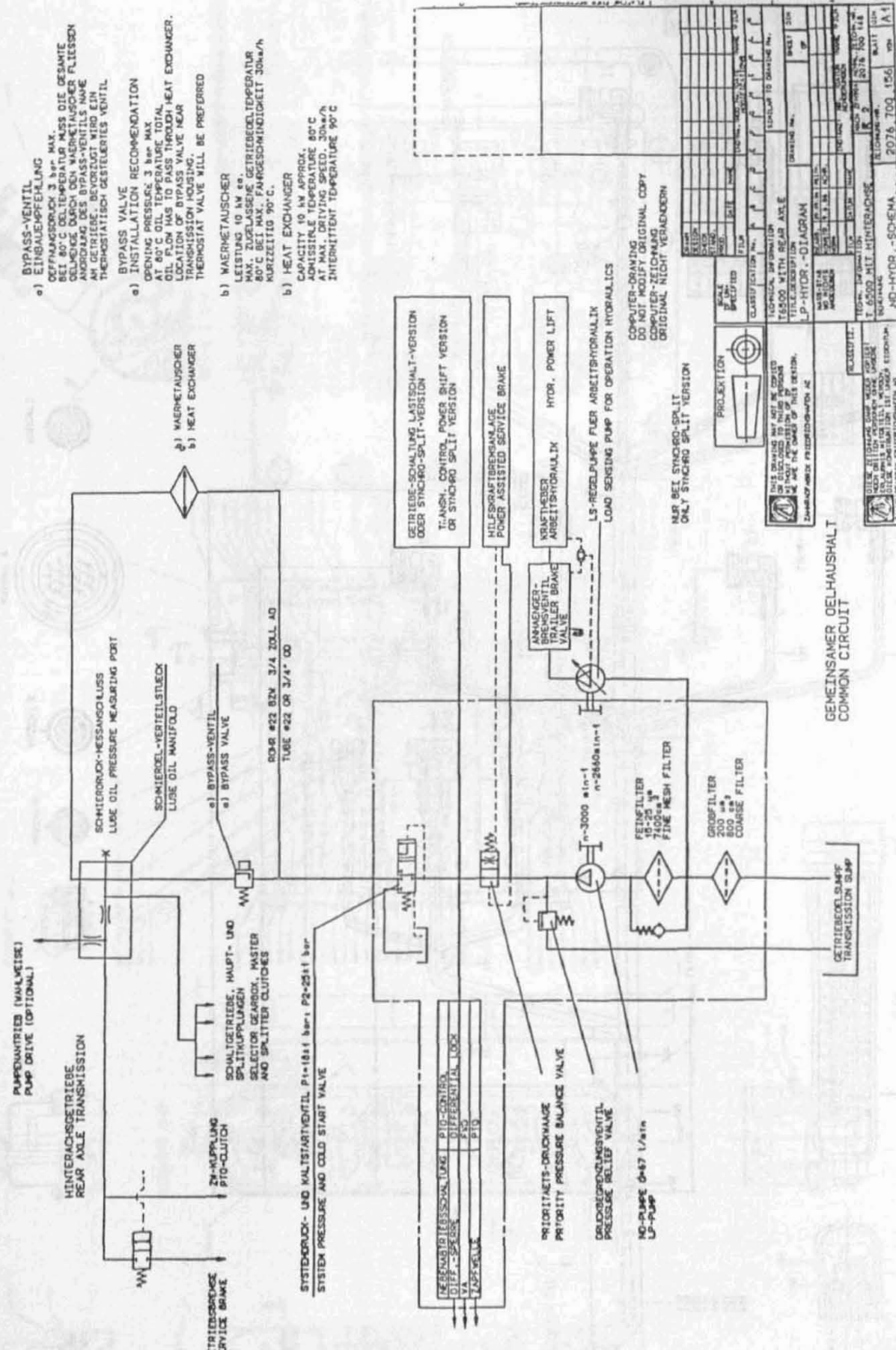


Bild 23



- e) **BYPASS-VENTIL**
 EINGAUFTEMPERATUR MAX. 80°C
 OILTEMPERATUR MAX. 80°C
 ANGEBORENER BYPASS-VENTIL NUR AN GETRIEBE-BEVORZUGT WIRD EIN THERMOSTATISCH GESTEUERTES VENTIL
- e) **INSTALLATION RECOMMENDATION**
 OPENING PRESSURE 3 bar MAX
 AT 80°C OIL TEMPERATURE TOTAL LOCATION MUST BE THROUGH HEAT EXCHANGER. LOCATION OF BYPASS VALVE FOR TRANSMISSION HOUSING VALVE FOR THERMOSTAT VALVE WILL BE PREFERRED
- b) **WAERMETAUSCHER**
 LEISTUNG 10 kW ±5%
 MAX. ZUGELASSENE GETRIEBEÖLTEMPERATUR 80°C BEI MAX. FAHRGESCHWINDIGKEIT 30km/h KURZZEITIG 90°C.
- b) **HEAT EXCHANGER**
 CAPACITY 10 KW APPROX.
 MAX. ALLOWED OIL TEMPERATURE AT MAX. DRIVING SPEED 80°C INTERMITTENT TEMPERATURE 90°C

PROJEKTION	PROJEKTION	PROJEKTION	PROJEKTION	PROJEKTION
FRONT	LEFT	RIGHT	REAR	ISOMETRIC
SCALE	SCALE	SCALE	SCALE	SCALE
DATE	DATE	DATE	DATE	DATE
DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	DATE	SCALE

TECHNICAL INFORMATION	LOCATION TO QUOTE NO.
T6500 WITH REAR AXLE	
TRAILER DESCRIPTION	
LP-HYDR.-DIAGRAM	
MAX. OIL PRESS. 80°C	
MAX. OIL PRESS. 90°C	
MAX. OIL PRESS. 100°C	
MAX. OIL PRESS. 110°C	
MAX. OIL PRESS. 120°C	
MAX. OIL PRESS. 130°C	
MAX. OIL PRESS. 140°C	
MAX. OIL PRESS. 150°C	
MAX. OIL PRESS. 160°C	
MAX. OIL PRESS. 170°C	
MAX. OIL PRESS. 180°C	
MAX. OIL PRESS. 190°C	
MAX. OIL PRESS. 200°C	
MAX. OIL PRESS. 210°C	
MAX. OIL PRESS. 220°C	
MAX. OIL PRESS. 230°C	
MAX. OIL PRESS. 240°C	
MAX. OIL PRESS. 250°C	
MAX. OIL PRESS. 260°C	
MAX. OIL PRESS. 270°C	
MAX. OIL PRESS. 280°C	
MAX. OIL PRESS. 290°C	
MAX. OIL PRESS. 300°C	
MAX. OIL PRESS. 310°C	
MAX. OIL PRESS. 320°C	
MAX. OIL PRESS. 330°C	
MAX. OIL PRESS. 340°C	
MAX. OIL PRESS. 350°C	
MAX. OIL PRESS. 360°C	
MAX. OIL PRESS. 370°C	
MAX. OIL PRESS. 380°C	
MAX. OIL PRESS. 390°C	
MAX. OIL PRESS. 400°C	

TECH. INFORMATION	SCALE	DATE
T. 6500 MIT HINTERACHSE	SCALE	DATE
TRAILER	SCALE	DATE
LP-HYDR.	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 80°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 90°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 100°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 110°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 120°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 130°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 140°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 150°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 160°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 170°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 180°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 190°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 200°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 210°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 220°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 230°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 240°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 250°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 260°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 270°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 280°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 290°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 300°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 310°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 320°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 330°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 340°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 350°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 360°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 370°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 380°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 390°C	SCALE	DATE
MAX. OIL PRESS. 400°C	SCALE	DATE

Bild 24

- Filter für Pumpen
- Sicherheitsprioritäts- und Druckhalteventile
- Schalt- und Steuerungsventile für Zapfwellenkupplungen Vorderachs-antrieb und Differentialsperre, die elektromagnetisch betätigt werden.

2.4 Bremssystem

Um den hohen Anforderungen der Zukunft zu entsprechen, wurde eine kosten-günstige Allradbremsanlage entwickelt, die bei hohen Fahrzeug-Gesamtge-wichten (Fahrzeuge mit schwersten Anbaugeräten) und hohen Fahrzeug-Maximalgeschwindigkeiten (40 km/h) sowie für eventuell erforderliche Not-bremsungen höchste Sicherheit für den Fahrer bietet.

Allradbremsung ist sowohl beim Betriebsbremsen als auch beim Feststell- und Hilfsbremsen vorhanden. Beim Betriebsbremsen werden die Betätigungs-kräfte durch hydraulische Unterstützung durch die Schalttriebepumpe niedrig gehalten, siehe Bild 25.

3. Zusammenfassung

Für Schleppergetriebe der Zukunft stellt die Praxis entscheidende Schwer-punktsanforderungen, die bei der Entwicklung des T 6500 für hohe Lei-stungen konsequent berücksichtigt wurden. Bei den dadurch bedingten kon-struktiven Maßnahmen wurde auf eine günstige Kosten/Nutzen-Bilanz be-sonders geachtet.

Zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe wurden bewährte mechanische Kom-ponenten in Kombination mit der Elektronik verwendet.

Mit dieser Verbindung von bekannter Technologie und neuer Zukunftstech-nologie wurde ein Schleppergetriebe geschaffen, das eine Reihe von beson-deren Merkmalen besitzt, die den von der Praxis geforderten Nutzen für die Zukunft bringen, siehe Bild 26.

BEFESTIGUNGSGRUPPE MITOP. HYDRAULISCH ANGETRIEBENE BREMSE
BRAKE ACTUATION SYSTEM - RECOMMENDED FOR T6534 AND T6535
SYSTEME D'ACTIONNEMENT DE FREIN - RECOMMANDE POUR T6534 ET T6535

ZUBETRIEBENUNG MITOP. HYDRAULISCH ANGETRIEBENE BREMSE
SERVICE BRAKE, HYDRAULICALLY ACTUATED POWER BRAKE
FREIN DE SERVICE, FREIN A COMMANDE HYDRAULIQUE AVEC DISPOSITIF D'ASSISTANCE

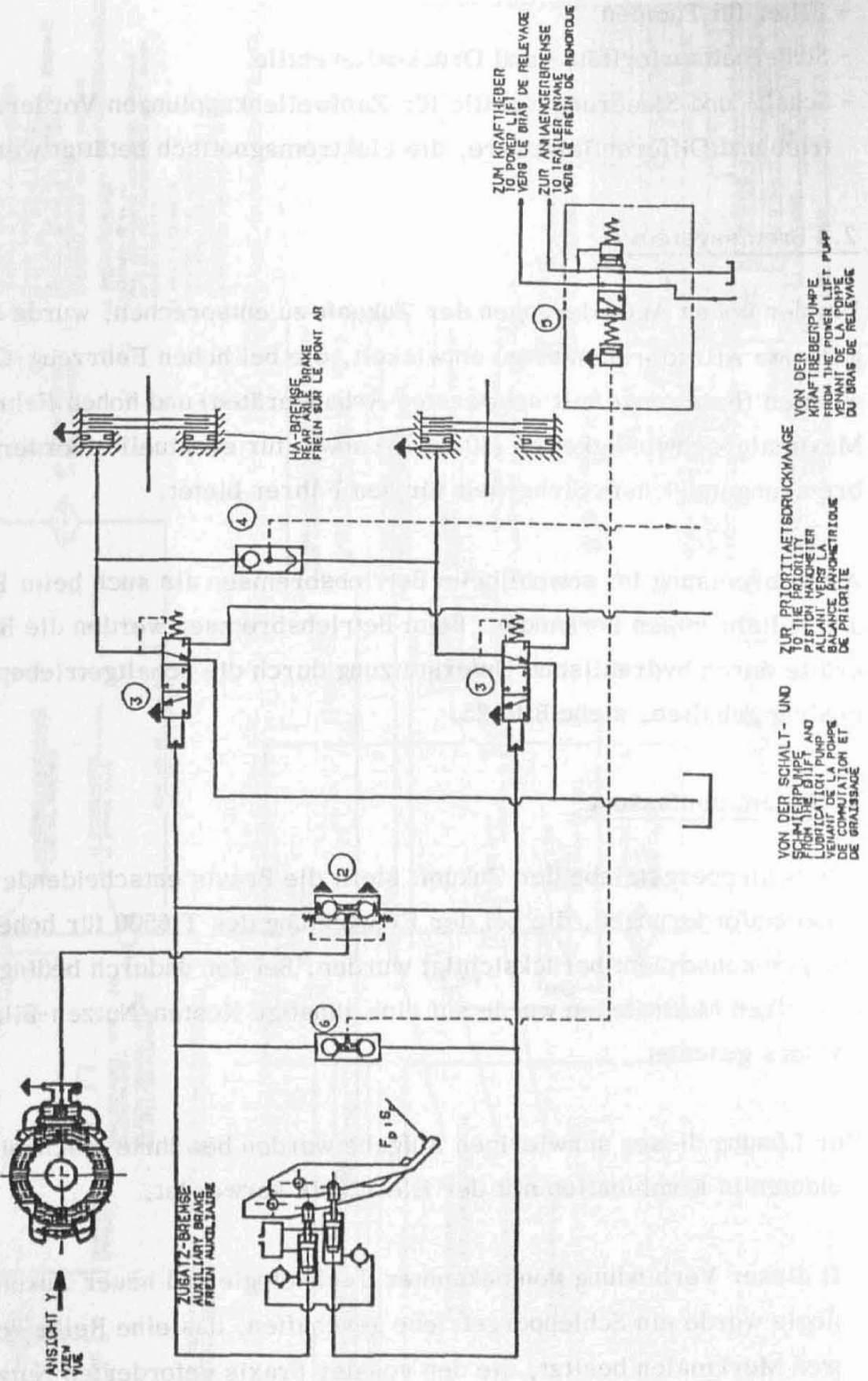


Bild 25

Besondere Merkmale	Nutzen
■ 24 Vorwärtsgänge, je 8 Gänge lastschaltbar 0,6 bis 40 km/h	■ Universaler Einsatz auf Feld und Straße mit komfortablen Schaltungen
■ Wendegetriebe – synchronisiert	■ Einfache und schnelle Wende- manöver
■ 22 Rückwärtsgänge, je 8 Gänge lastschaltbar 0,8 bis 38 km/h	■ Optimales Arbeiten in Rück- wärtsgängen mit komfortablen Schaltungen
■ Konstanter, kleiner Gangsprung 20 %	■ Wirkungsvoller Einsatz über ganzen Geschwindigkeitsber.
■ Elektro-hydraulische Schaltung von Lastschaltgängen, allen Kupp- lungen und der Differentialsperre	■ Hoher Bedienungskomfort
■ Elektronik für Steuerung der Schaltabläufe	■ Teil-Automatisierung, Weiter- entwicklung zum Automat- getriebe



Schleppertriebwerk T 6500

Blatt 1

PE-LT
2/87

Besondere Merkmale	Nutzen
<ul style="list-style-type: none">■ Integrierter Vorderachsantrieb mit Kupplungs-Brems-Kombination■ Bremsbetätigung mit hydraulischer Unterstützung■ Alle Kupplungen und Bremsen mit zentraler Ölversorgung■ Hoher Wirkungsgrad $\leq 92\%$ in allen Gängen unter Last■ Schrägverzahnung mit hoher Qualität■ Verwendung handelsüblicher Öle	<ul style="list-style-type: none">■ Allradbremsung, hohe Sicherheit■ Hoher Bedienungskomfort■ Wartungsfrei■ Niederer Kraftstoffverbrauch bzw. höhere Flächenleistung■ Niederes Geräusch■ Wartungsvereinfachung



Schleppertriebwerk T 6500

Blatt 2

PE-LT
2/87

Lastschaltgetriebe in Verbindung mit Fahrerinformationssystemen

von Dipl. -Ing. Johann-Carsten Kipp, Technische Universität Berlin,
Institut für Maschinen-Konstruktion, Bereich Landtechnik, Berlin

Oberflächlich betrachtet hat sich der Traktor als Schlüsselmaschine in der Landwirtschaft in seinen Grundfunktionen als Zug- und mobile Antriebsmaschine in den letzten Jahrzehnten kaum verändert. Dennoch ist, einhergehend mit der ständig gestiegenen Schlepperleistung, auch die Größe der Geräte und ihre Arbeitsbreite stark angestiegen. Gleichzeitig erhöhte sich die Zahl der einzelnen Gerätefunktionen, unterstützt durch die vermehrte Anwendung von Gerätekombinationen und den Trend zum zusätzlichen Frontanbau.

Die Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit des Systems Schlepper - Gerät sind im gleichen Zeitraum erheblich in den Mittelpunkt gerückt, da, bedingt durch sinkende Erzeugerpreise, die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit oftmals der einzige Weg ist, größere Gewinneinbußen zu vermeiden. Die Folgen sind u. a. ein Ansteigen der Fahrgeschwindigkeit, der Zwang zur genauen Einhaltung optimaler Betriebsparameter sowie die Forderung nach einer hohen Flexibilität in bezug auf Einsatzgebiet und Kombinationsmöglichkeiten des Systems Schlepper - Gerät, was seinen Niederschlag in der praktischen Anwendung von ca. 30 gängigen Anbaugeräten mit zusammen mehr als 100 Stellfunktionen findet.

Betrachtet man die Entwicklung der Traktoren in den letzten 30 Jahren und leitet aus der Anzahl der Ein- und Ausgangskanäle den Grad der Fahrerbelastung ab, so fällt auf, daß bei einem nahezu linearen Anstieg der mittleren Traktornennleistung die Zahl der Ein- und Ausgangsfunktionen in den letzten 10 Jahren überproportional angewachsen ist, Bild 1.

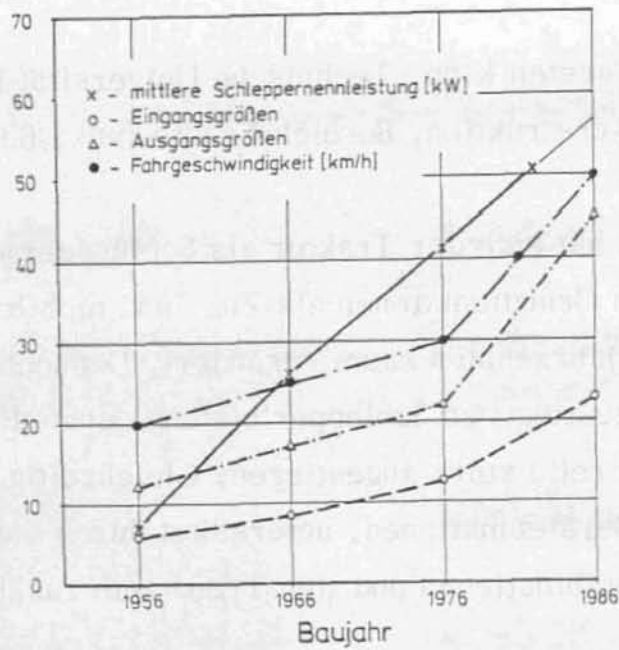


Bild 1: Entwicklung der Traktornennleistung, der Fahrgeschwindigkeit sowie der Anzahl von Kontroll- und Bedienelementen in Deutschland seit 1956

Ordnet man die Ein- und Ausgangskanäle einzelnen Gruppen zu, so ist zu erkennen, daß insbesondere die elektrischen Kanäle, wie Schalter und Kontrolllampen, diesen Anstieg hervorrufen, Bild 2.

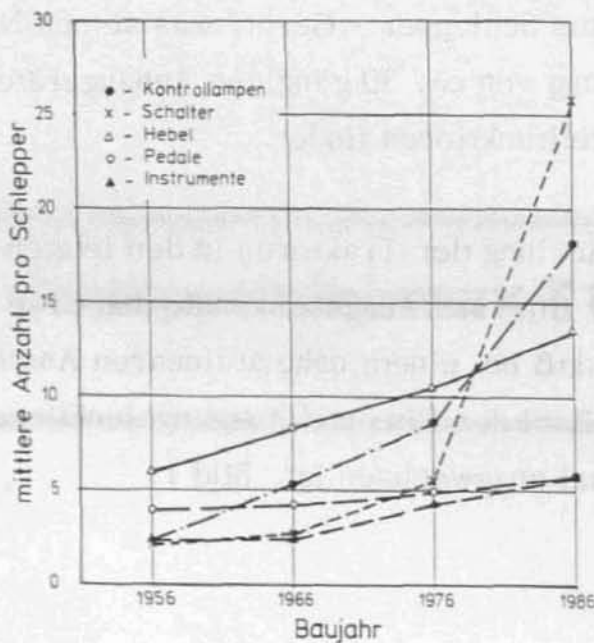


Bild 2: Entwicklung der Anzahl von Kontroll- und Bedienelementen in deutschen Traktoren seit 1956

Ihre Ursache findet diese Entwicklung zum einen in dem zunehmenden Einsatz geschlossener Fahrerinnenkabinen, die den Bediener einerseits vor Störgrößen schützen, andererseits jedoch direkte Informationskanäle abtrennen, die durch entsprechende Anzeigen ersetzt werden müssen, zum anderen in der aus der Forderung nach erhöhter Schlagkraft, guter Arbeitsqualität und sparsamem Betriebsmitteleinsatz erwachsenen Notwendigkeit der Maschinenverfeinerung. Deren Hauptziel ist es, mögliche Störquellen rechtzeitig zu erkennen, wobei jedoch keine grundsätzlich neuen Informationsinhalte geliefert werden.

Unter den zahlreichen Möglichkeiten, das System Traktor - Gerät in Richtung höhere Wirtschaftlichkeit beeinflussen zu können, ist bei schwerer Zugarbeit der Einstellung eines optimalen Motorbetriebspunktes besondere Bedeutung beizumessen.

Soll der Motorbetriebspunkt in einen optimalen Bereich verlagert werden, ist für den Fahrer die Kenntnis über

- den momentanen Betriebspunkt,
- den optimalen Betriebspunkt und
- die zum optimalen Betriebspunkt gehörende Übersetzung

erforderlich. Hilfsmittel oder Anhaltspunkte hierzu stehen dem Bediener zur Zeit jedoch nur unzureichend zur Verfügung.

Diese ohnehin schwer zu beurteilenden Fragen werden durch die für den Fahrer undurchsichtige Zuordnung von Hebelstellungen und zugehöriger Übersetzung bei den gängigen vielstufigen Gruppengetrieben zusätzlich erschwert. So sind im Hauptarbeitsbereich von üblichen 16-Gang-Getrieben oftmals 3 Schaltoperationen notwendig, um in den nächstliegenden Gang zu gelangen.

Diese Unzulänglichkeiten führen, verbunden mit mangelhafter Fahrerschulung und einer hierin begründeten Angst vor einer Motorüberlastung, zu

Betriebspunkten weit unterhalb der maximalen Motorleistung bei gleichzeitig maximaler Motordrehzahl. Bei Betrieb auf der Abregelkennlinie bewirkt eine Drehzahlerhöhung des Motors von 2 % bereits eine LeistungseinbuÙe von nahezu 20 % bei gleichzeitig nicht unerheblicher Steigerung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs, Bild 3.

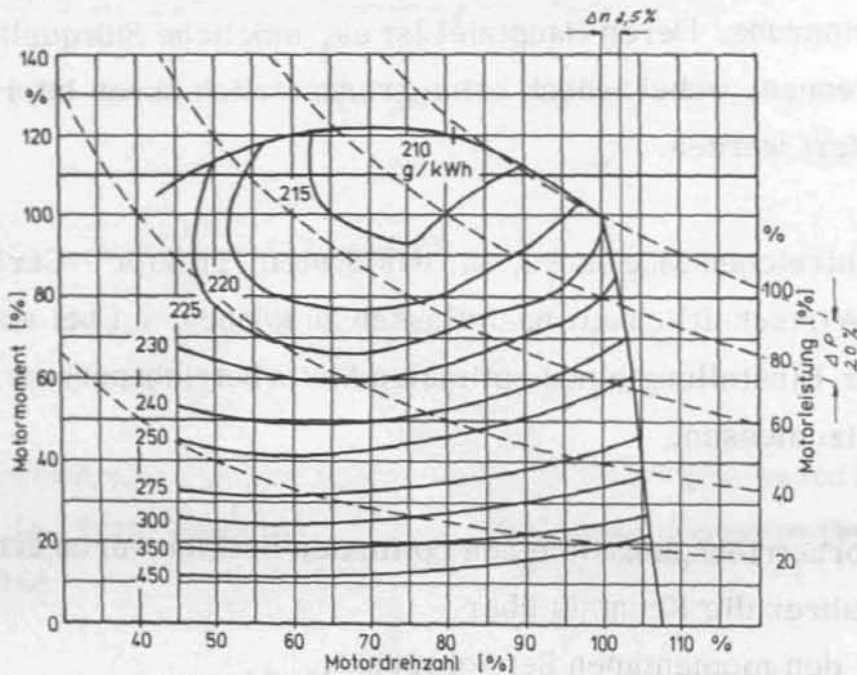


Bild 3: Motorkennfeld eines typischen Dieselmotors für Traktoren.

Starker Leistungsabfall bei geringer Drehzahlvariation.

Durch die direkte Abhängigkeit von Investitionskosten und Schlepperleistung - ca. 1300 DM/kW - sind nicht nur reduzierte Schlagkraft, erhöhter Kraftstoffverbrauch und erhöhte Arbeitszeitkosten, sondern auch ein nicht unbeträchtlicher Anteil Investitionsverluste die Folge.

Hier können "intelligente" Informationssysteme dazu beitragen, daß bei steigender Flächenleistung, steigender Arbeitsqualität und steigendem Komfort eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs sowie des Verschleißes von Traktor und Gerät erzielt werden.

Ausgangspunkt aller Bemühungen um eine Optimierung des Betriebes von Schleppern ist das Motorkennfeld mit seinen, den Wirkungsgrad des Motors beschreibenden, muschelförmigen Verbrauchskennlinien. Durch die Wahl von Reglerstellung und Übersetzung kann der Motorbetriebspunkt innerhalb der Grenzen des Kennfeldes abhängig vom Stufensprung des Getriebes frei bewegt werden. Lediglich bei Zapfwellenbetrieb ist durch die zur Gerätefunktion erforderliche Abtriebsdrehzahl die Lage des Motorbetriebspunktes auf eine oder bei schaltbaren Zapfwellen auf zwei Arbeitsgeraden beschränkt.

Untersuchungen am Institut für Landtechnik und Baumaschinen der TU-Berlin und anderen Institutionen weisen darauf hin, daß innerhalb des Motorkennfeldes Bereiche existieren, die es sich hinsichtlich einer Betriebsoptimierung anzusteuern lohnt.

Diese Erkenntnisse führten an der TU-Berlin zur Entwicklung zweier Informationssysteme für schwere Zugarbeiten.

- Das Anzeigesystem "OPTDISP" für Schlepper mit konventionellen Gruppengetriebe und
- das System "OPTPS" für Schlepper mit einem vollast-schaltbaren Getriebe.

Bedingt durch die unterschiedlichen Getriebeeigenschaften und die daraus resultierenden Anforderungen an die Anzeige wurden in beiden Systemen unterschiedliche Optimierungsalgorithmen eingesetzt.

Das System OPTDISP wurde an dieser Stelle bereits vorgestellt, Bild 4. Der Fahrer gibt durch Tastendruck zu erkennen, welche Handlungsstrategien er wünscht (minimaler Kraftstoffverbrauch oder maximale Flächenleistung). OPTDISP berechnet daraufhin selbständig die optimale Übersetzung, sowie die optimale Motordrehzahl und zeigt dem Fahrer durch

blinkende Lampen an, welcher Gang momentan der optimale ist. Die Motordrehzahl wird durch Pfeile als zu hoch oder zu niedrig ausgewiesen.

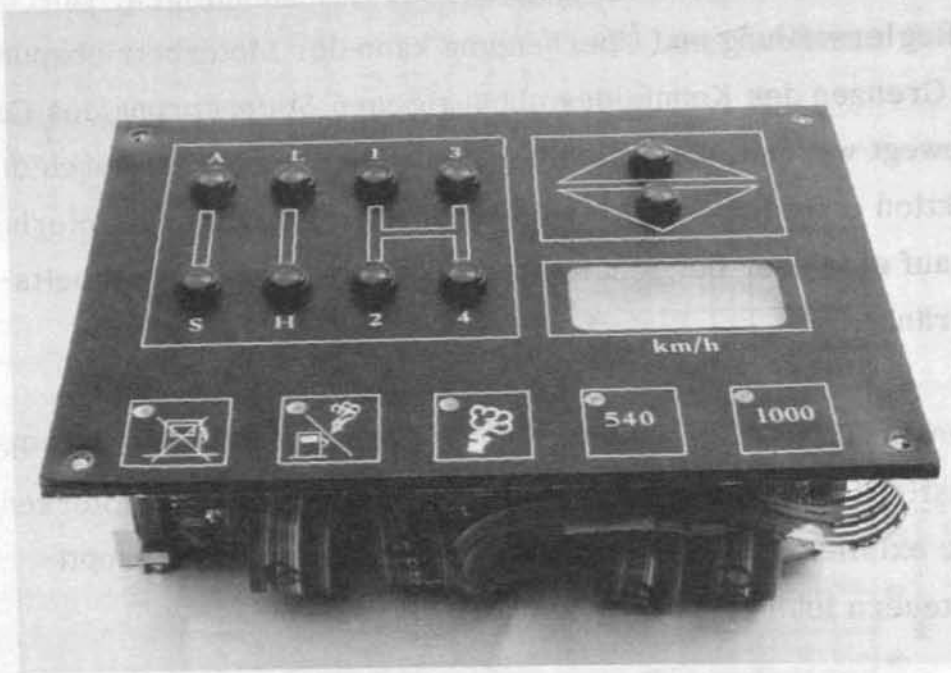


Bild 4: Fahrerinformationssystem für konventionelle Traktoren

Nachfolgende Feldversuche zeigten, daß der Fahrer durch das Informationssystem in die Lage versetzt wird, eine gute Grundübersetzung zu wählen, aber keinen Gebrauch von der Möglichkeit des Schaltens in der Furche macht.

Dieses Verhalten wird verständlich, wenn man sich vor Augen führt, daß für Anhalten, Schalten und Anfahren etwa 10 - 20 s zu veranschlagen sind. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 7 km/h und einem Stufensprung des Getriebes von 10 % steigt die Flächenleistung nach einem Gangwechsel daher erst nach einer Wegstrecke von 300 m an.

Schaltanzeigen für Traktoren mit konventionellen, d.h. nicht volllastschaltbaren Getrieben, sind aus diesen Gründen eher als Instrumente zur Erinnerung an eine sparsame Fahrweise und weniger zur Prozeßoptimierung zu verstehen.

Voraussetzung zur Optimierung unter Ausnutzung möglichst aller, dem System Traktor-Gerät eigenen Reserven ist daher der Einsatz von Lastschaltgetrieben.

Für die Einsatzfälle wurde das System OPTPS, Bild 5, entwickelt. Abweichend vom System OPTDISP sind nicht definierte Betriebsbereiche im Motorkennfeld angestrebtes Optimierungsziel, sondern die Linie des minimalen leistungsbezogenen Kraftstoffverbrauchs, deren Verlauf so linearisiert wurde, daß er den Punkt maximaler Leistung bei minimalem Kraftstoffverbrauch beinhaltet. Durch diese Näherung ergeben sich im ungünstigsten Fall 2 % Abweichung in bezug auf den geringstmöglichen Kraftstoffverbrauch, gleichzeitig wird eine für den praktischen Fahrbetrieb sinnvolle Momentenreserve geschaffen.

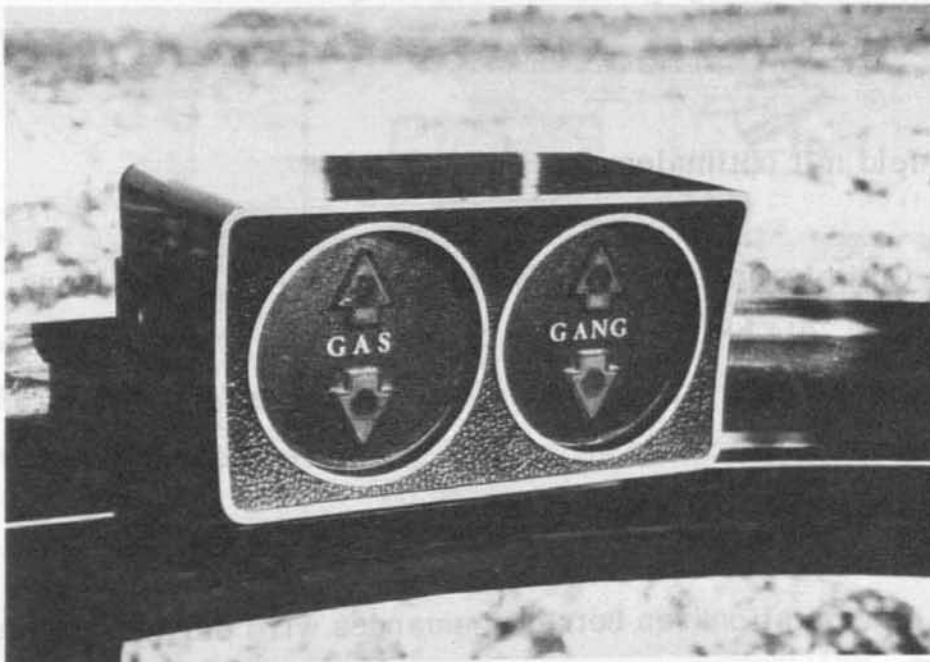


Bild 5: Fahrerinformationssystem für lastschaltbare Traktoren

Durch die im Hauptarbeitsbereich nahezu geometrische Stufung der Übersetzungen des Versuchsfahrzeugs konnte ein dem Stufensprung entsprechender optimaler Bereich definiert werden, Bild 6, der symmetrisch zur opti-

malen Arbeitsgeraden angeordnet ist. Die für den praktischen Betrieb notwendige Hysterese wurde durch eine geringfügige Erweiterung dieses Bereiches geschaffen.

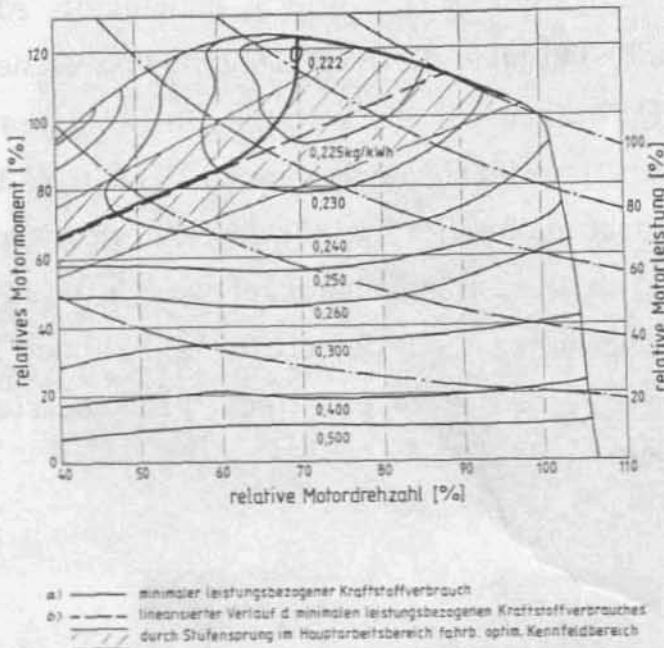


Bild 6: Motorkennfeld mit optimalem Betriebsbereich

Zusätzlich in den Optimierungsprozeß einbezogen ist eine Überwachung des Antriebsschlupfes, die bei überhöhtem Schlupf ($s > 20\%$) zur Verringerung der Fahrgeschwindigkeit auffordert. Durch Tastendruck erfolgt bei Straßenfahrt ein automatischer Nullschlupfabgleich, der Unterschiede in Bereifung, Luftdruck und Gerätegewicht ausgleicht.

Nach Einstellung eines stationären Betriebszustandes wird der Betriebspunkt durch eine "Gasabweisung" so lange in Richtung maximale Flächenleistung geführt, bis Vollgas erreicht ist, der Schlupf den zulässigen Maximalwert überschreitet oder der Fahrer durch 15-sekündiges Nichtbefolgen dieser Anweisung zu erkennen gibt, daß er eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeit nicht wünscht, mithin die Schlepperleistung nicht vollständig ausnutzen möchte.

Die als Leuchtpfeil ausgeführte Gasanzeige erlischt nun oder wechselt bei nicht ausgelastetem Motor vom Blinkmodus auf Konstantlicht. Liegt der Betriebspunkt zu diesem Zeitpunkt nicht innerhalb des optimalen Bereichs, erfolgt zusätzlich eine Aufforderung zum Schalten, die ebenfalls durch Leuchtpfeile sichtbar gemacht wird.

Bei Getrieben mit einer elektrischen Ansteuerung kann die Schaltanweisung auch direkt an das Getriebe erfolgen und der Prozeß somit weitgehend automatisiert werden.

Bild 7 zeigt den Aufbau des Informationssystems OPTPS einschließlich der erforderlichen Sensoren und Schalter.

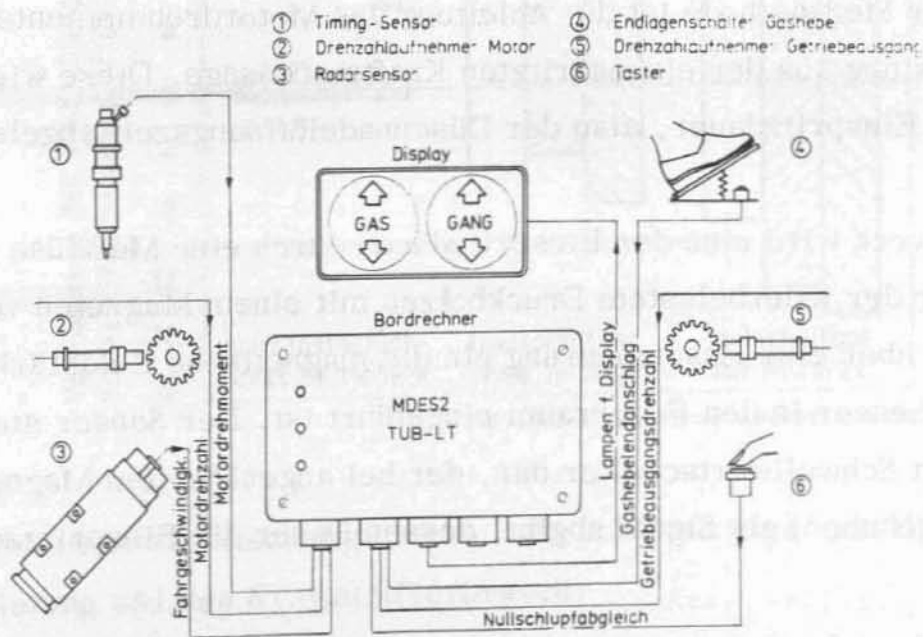


Bild 7: Konfiguration des Informationssystems für lastschaltbare Traktoren

Eingangsgrößen des Systems sind

- Motordrehmoment (aus Düsennadelbewegung)
- Motordrehzahl (induktiver Impulsgeber)
- Getriebeausgangsdrehzahl (induktiver Impulsgeber)

- wahre Fahrgeschwindigkeit (Radar-Sensor)
- Endlagenschalter für Gashebel
- Schalter für Nullschlupfabgleich.

Abgeleitete Größen sind

- eingestellte Übersetzung
- theoretische Fahrgeschwindigkeit
- Antriebsschlupf

Da der Sensor zur Ermittlung des Motordrehmomentes eine Besonderheit darstellt und zudem weitgehend unbekannt ist, soll hier kurz auf seinen Aufbau und seine Funktion eingegangen werden.

Prinzip dieser Meßmethode ist die Ableitung des Motordrehmomentes bzw. der Motorleistung aus der eingespritzten Kraftstoffmenge. Diese wiederum wird aus der Einspritzdauer, also der Düsennadelöffnungszeit abgeleitet.

Zu diesem Zweck wird eine der Einspritzdüsen durch eine Meßdüse ersetzt, bei der der federbelastete Druckbolzen mit einem Magneten versehen ist und über eine Zusatzbohrung ein die magnetische Feldstärke detektierender Sensor in den Federraum eingeführt ist. Der Sensor stellt dabei eine Art Schwellwertschalter dar, der bei angenähertem Magneten (Düsennadel gehoben) ein Signal abgibt, dessen Dauer die Einspritzzeit darstellt.

Der Zusammenhang zwischen Einspritzzeit und Motordrehmoment wird für jeden Motortyp ermittelt und im Bordrechner abgespeichert. Der für den Einsatz in elektronische Dieseleinspritzsysteme entwickelte Sensor arbeitet präzise, zuverlässig und ohne mechanischen Verschleiß.

Wir führten umfangreiche Feldversuche mit einem lastschaltbaren Traktor im Bereich Ostholstein durch, wobei das Schwergewicht der Untersuchungen auf der Optimierung im Pflugeinsatz gelegt wurde.

Die vergleichenden Untersuchungen zeigten, daß, ausgehend vom konventionellen Schlepper über den lastschaltbaren Schlepper bis hin zum lastschaltbaren Schlepper mit Anzeige (= Automatik), eine ständige Steigerung der Flächenleistung bei gleichzeitiger Reduktion des Kraftstoffverbrauchs möglich ist, Bild 8. Das Ausmaß der Wirtschaftlichkeitssteigerung hängt dabei, wie ersichtlich, auch vom Geschick des Fahrers ab. Auch bei den lastschaltbaren Fahrzeugen kann daher durch eine entsprechende Fahrer-schulung ein hohes Maß an Wirtschaftlichkeit erlangt werden.

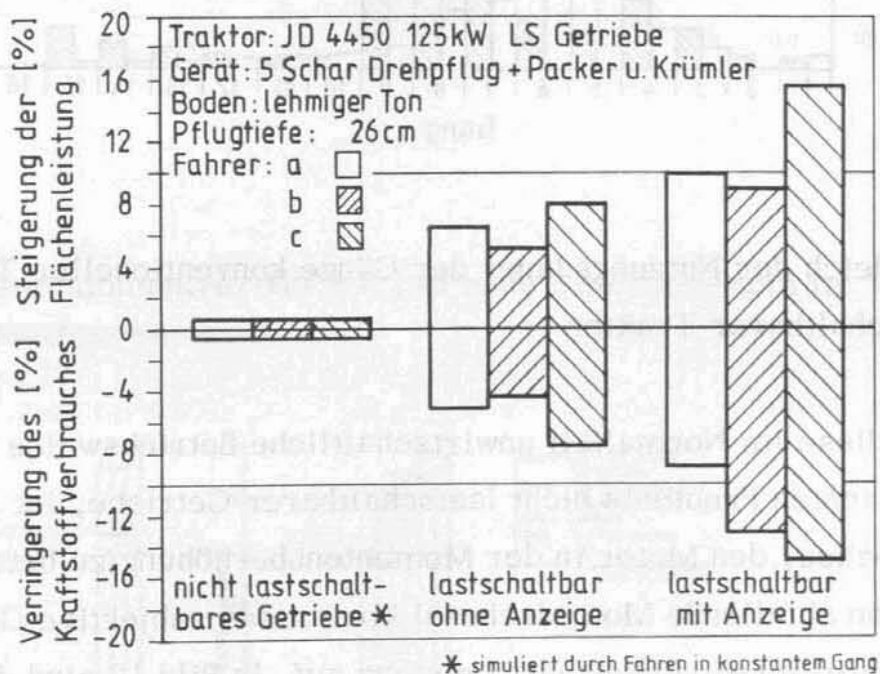


Bild 8: Einfluß von Lastschaltgetriebe und Schaltanzeige auf die Flächenleistung und den Kraftstoffverbrauch.

Inwieweit sich eine Schaltanzeige im Zusammenwirken mit einem Lastschaltgetriebe auf die Auslastung der einzelnen Gänge auswirkt, zeigt Bild 9. Sind die Schlepper wegen ihrer unterschiedlichen Motorleistung nicht direkt vergleichbar, ist doch zu erkennen, daß die Hauptarbeitszeit des lastschaltbaren Schleppers mit Anzeige über 3 Gänge verteilt ist, während das konventionelle Fahrzeug unter gleichen Arbeits- und Bodenbedingungen überwiegend in einem Gang betrieben wird.

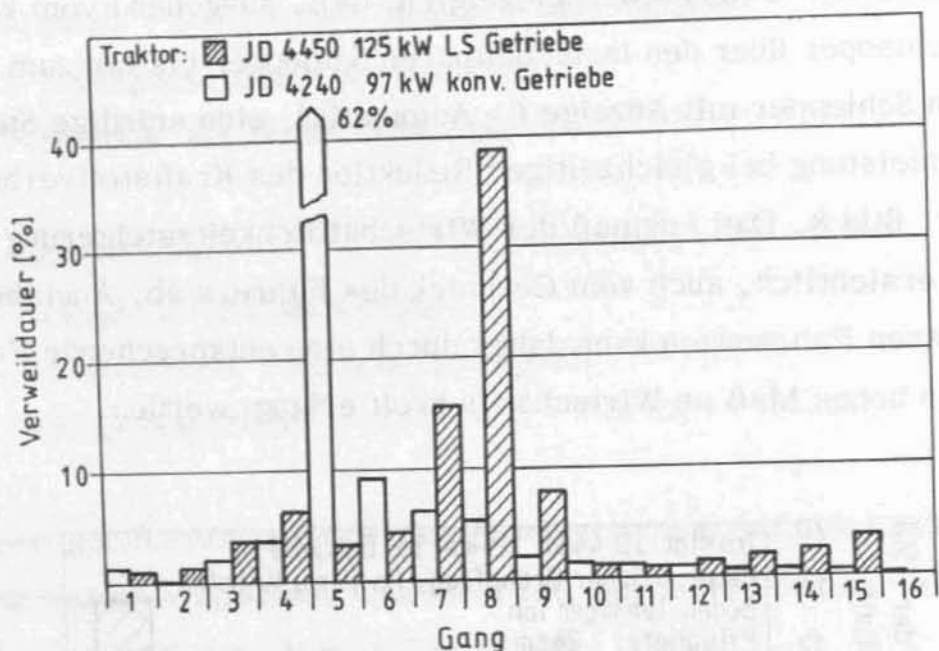


Bild 9: Vergleich der Nutzungsdauer der Gänge konventioneller Traktorlastschaltbarer Traktor

Ursache für diese im Normalfall unwirtschaftliche Betriebsweise sind zum einen die bekannten Probleme nicht lastschaltbarer Getriebe, ist aber zum anderen die Scheu, den Motor in der Momentenüberhöhung zu betreiben. Durch die dann abfallende Motordrehzahl kommt das subjektive Gefühl von sinkender Fahrgeschwindigkeit und Leistung auf. In Bild 10 sind die zeitlichen Verläufe des Drehmomentes für den lastschaltbaren Traktor mit und ohne Anzeige dargestellt. Es ist zu erkennen, daß das mittlere Moment bei Betrieb und Anzeige deutlich höher liegt. Ohne Anzeige verläßt der Fahrer nach einem Schaltversuch in die Motordrückung diesen Betriebspunkt sofort wieder.

Um die Motorauslastung ausreichend beurteilen zu können, wurden die Betriebspunkte zweidimensional (nach Drehzahl und Moment) für jeden Gang getrennt klassiert. Bild 11 zeigt die so gewonnene Häufigkeitsverteilung der Verweildauern in allen Gängen nach einem mehrtätigen Pflugeinsatz. Auffallend ist der hohe Zeitanteil des durch die Anzeige erwirkten Betriebes in der Motordrückung.

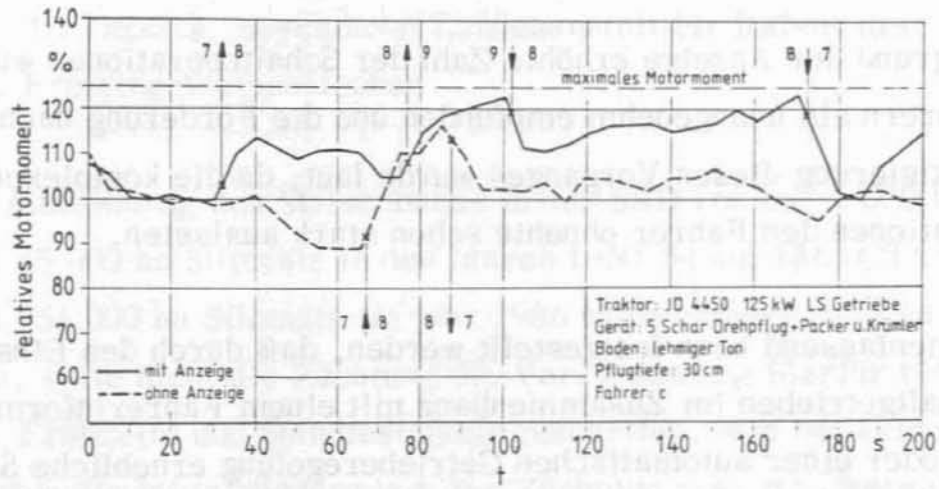


Bild 10: Drehmomentverlauf mit und ohne Anzeigesystem im Vergleich

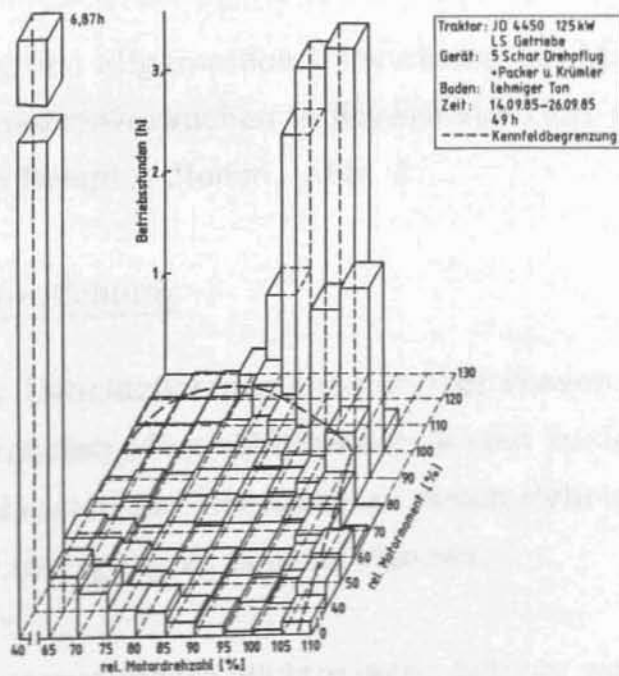


Bild 11: Verteilung der Motorbetriebspunkte bei Beachtung der Schalt-
anzeige nach einem 50-stündigen Pflugeinsatz

Als sinnvolles Anzeigeintervall für die Gas- und Ganganweisungen wurde eine Zeit von 5 s ermittelt.

Die aufgrund der Anzeige erhöhte Zahl der Schaltoperationen wurde von den Fahrern als unangenehm empfunden und die Forderung nach einer Automatisierung dieses Vorganges wurde laut, da die komplexen Gerätekombinationen den Fahrer ohnehin schon stark auslasten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch den Einsatz von Lastschaltgetrieben im Zusammenhang mit einem Fahrerinformationssystem oder einer automatischen Getrieberegulierung erhebliche Steigerungen der Flächenleistung bei gleichzeitiger Reduzierung des Kraftstoffverbrauches erreicht werden. So entspricht die Leistungsfähigkeit eines LS-Traktors etwa der eines 10 - 15 % leistungstärkeren konventionellen Traktors. Bei den derzeitigen Kosten von ca. 1.300.-- DM/kW Schlepperleistung sind das für einen 150 kW Traktor ca. 20.000.-- DM, eine Summe, die mit Sicherheit größer ist als der Aufwand für das LS-Getriebe und das Anzeigesystem.

Neue züchterische Entwicklungen und Sortenwahl bei Mais

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

Die enorme Ausdehnung des Maisanbaues in der BRD von ca. 6 000 ha Körner- und 45 000 ha Silomais in den Jahren 1950/54 auf 186 000 ha Körner- und 954 000 ha Silomais im Jahr 1986 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 von der Züchtung aus: die Übergang von den offen blühenden Landsorten zu den Topcross- und Doppelhybriden, später auch zu den Dreiweg- und m.E. zu den Einfachhybriden, die ständige, enorm starke Sortenentwicklung. Die wichtigste Nutzungsrichtung, nämlich die Verwertung als Silomais wäre ohne die starke Steigerung des Kolbenertrages in der Art, wie sie heute praktiziert wird, nicht möglich gewesen.

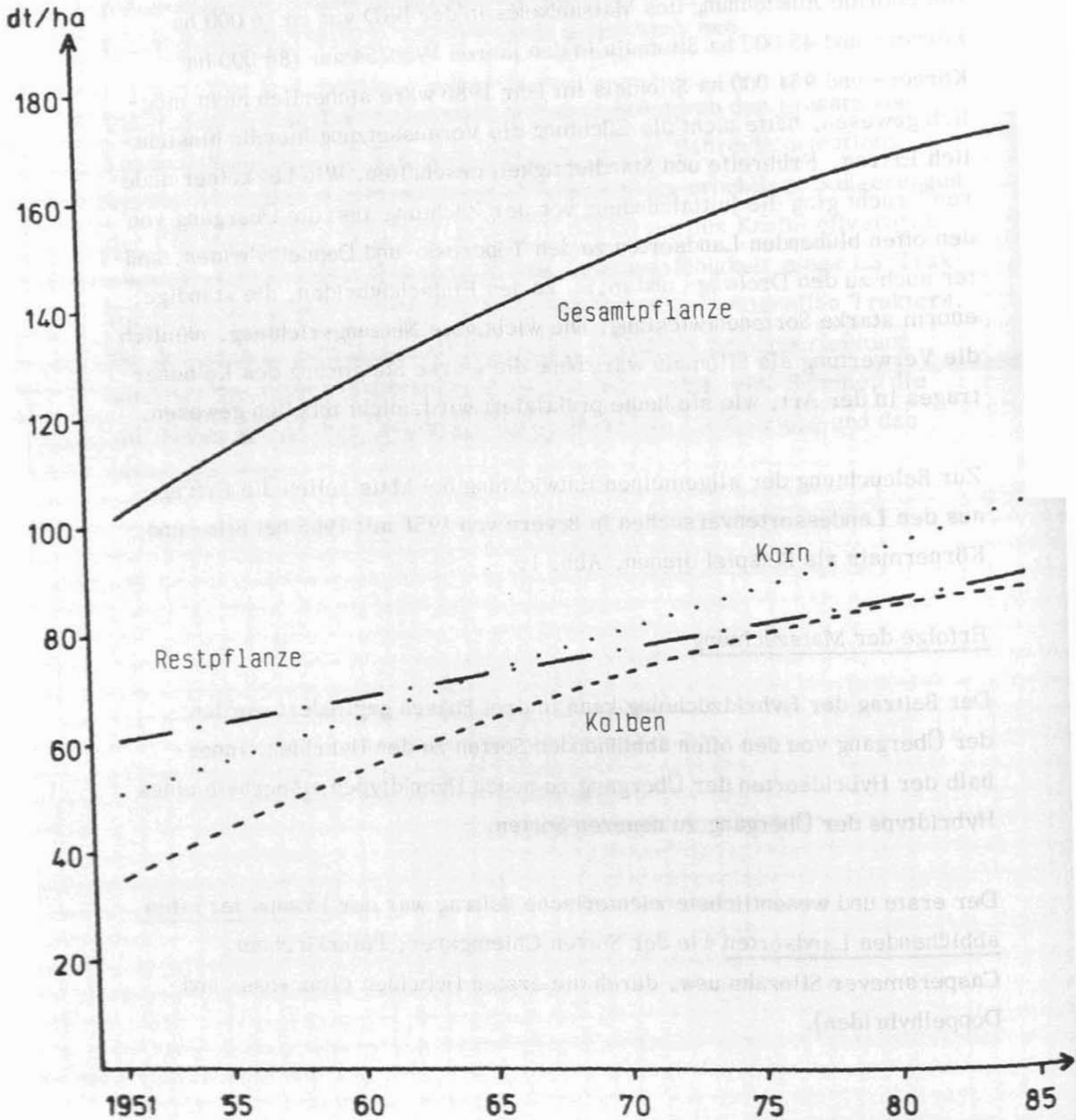
Zur Beleuchtung der allgemeinen Entwicklung bei Mais sollen die Erträge aus den Landessortenversuchen in Bayern von 1951 mit 1985 bei Silo- und Körnermais als Beispiel dienen. Abb. 1.

Erfolge der Maiszüchtung

Der Beitrag der Hybridzüchtung kann in drei Phasen gegliedert werden: der Übergang von den offen abblühenden Sorten zu den Hybriden, innerhalb der Hybridsorten der Übergang zu neuen Hybridtypen, innerhalb eines Hybridtyps der Übergang zu neueren Sorten.

Der erste und wesentlichste züchterische Beitrag war der Ersatz der offen abblühenden Landsorten wie der Sorten Chiemgauer, Pfarrkirchner, Caspersmeyer Silozahn usw. durch die ersten Hybriden (Topcross- und Doppelhybriden).

Abb. 1: Entwicklung des Gesamt- und Kolbentrockenmasseertrages und des Kornertrages, dargestellt anhand der Landes-sortenversuchsergebnisse in Bayern, 1951 - 1985.



Zur besseren Beleuchtung des züchterischen Beitrages sei die Entwicklung des Kornertrages bei den Land- und Hybridsorten in den Landessortenversuchen Bayerns 1956 - 1971 herangezogen. Die jeweils geprüften Hybriden brachten im 15-jährigen Durchschnitt um 15,2 dt/ha (=34,5%) mehr Korn-ertrag als die offen abblühenden Sorten. Analoge Daten für die Silomaisleistung können leider nicht geliefert werden. In Wirklichkeit wird der Beitrag der Züchtung noch größer sein, da anfangs nur wenig adaptierte Hybriden mit heimischen Sorten verglichen wurden und die Hybriden den agrotechnischen Fortschritt mehr nutzen konnten. 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.

Die Ablösung der Topcrosshybriden durch die Doppelhybriden brachte einen Fortschritt an Ertrag, Standfestigkeit und Ausgeglichenheit, die bei jeder Nutzungsrichtung wünschenswert war. Aus den Landessortenversuchen läßt sich für die mittelfrühen Sorten ein Ertragsfortschritt von 2,3 dt/ha (= 3,5 %) (1955 - 1971) und für die mittelspäten Sorten von 3,7 dt/ha (= 5,5 %) (1960 - 1973) errechnen. Der Übergang zu den Dreiweghybriden kann wohl kaum als Fortschritt an Ertrag, Standfestigkeit und Frühreife nachgewiesen werden, zumindest nicht aus Sortenversuchen. Der Effekt des Hybridtyps ist nämlich mit dem Sorteneffekt vermengt. Die zunehmende Homogenität hat sicherlich noch keine Depression der Ertragsstabilität zur Folge gehabt: sie war lediglich wünschenswert für den Körnermaisbau. Die Einfachhybriden, die erst in den letzten 5 Jahren im praktischen Anbau nennenswerten Eingang finden konnten, zeigen höhere Ertragsschwankungen. Über ihre allgemeine Anbaueignung unter unseren Bedingungen wird der praktische Anbau entscheiden.

Neben den Fortschritten an Ertrag sollen diejenigen in der Züchtung auf Frühreife mit Tabelle 1 beleuchtet werden.

Tabelle 1

Prozentualer Anteil von Sorten bestimmter FAO-Zahl

Jahr	180/190	200/210	220/230	240/250	260/270	280/290
1966	13	4	13	26	4	39
1970	0	4	21	29	0	46
1974	3	6	23	16	13	39
1978	2	15	23	18	15	28
1982	2	16	21	28	14	19
1986	3	17	19	34	15	12

In ihr sind die eingetragenen Sorten nach FAO-Zahlen von 1966 bis 1986 aufgegliedert. Danach ist es der Züchtung nur sehr beschränkt gelungen, Sorten mit FAO 180/190 zur Eintragung in die Sortenliste zu bringen. Die Probleme der Standfestigkeit, Stengelfäuleanfälligkeit und des Ertragsniveaus bei Silomais verglichen mit den Sorten 210/220 sind groß. Hingegen konnten die Sorten mit FAO 200/210 in den letzten Jahren stärker ausgebaut werden und zu einem Ertragsniveau bei Körner- und bei Silonutzung geführt werden, wie es ursprünglich für Sorten mit FAO 230/240 üblich war. Allerdings mußte eine stärkere Anfälligkeit für Wurzellager toleriert werden. Sorten mit FAO 230/250 hatten einen hohen Anteil von 1966 an und konnten diesen

leicht ausdehnen. Insgesamt konnten die frühen und mittelfrühen Sorten ihren prozentualen Anteil an allen zugelassenen Sorten halten, während Sorten mit FAO 280/290 in ihrem Anteil stark zurückgehen.

Insgesamt ist die durchschnittliche FAO-Zahl aller frühen, mittelfrühen und mittelspäten Sorten mit FAO 261 in den Jahren 1971/73 auf FAO 244 (1984 - 86) gefallen. Das Angebot an Sorten im relevanten mittelfrühen Bereich hat sich ganz wesentlich erhöht.

Der Fortschritt in der Standfestigkeit soll anhand der Bewertungsnoten des Bundessortenamtes in einem Vergleich der alten und neu eingetragenen Sorten aufgezeigt werden, getrennt für das mittelfrühe und mittelspäte Sortiment (Tab. 2). Die Lagerneigung und Anfälligkeit für Stengelfäule wurde durch die neu eingetragenen Sorten danach ständig verbessert. Die große Distanz zwischen den alten und neuen Sorten in den Jahren 1971/72 deutet auf die wesentliche Verbesserung der Dreiweg- und Doppelhybriden gegenüber den Topcrosshybriden hin.

Daneben konnten wesentliche Fortschritte in anderen agronomisch wichtigen Merkmalen erzielt werden. Bestockung und Lieschblattspreiten sind fast ganz verschwunden, der Kolben sitzt mit einem kürzeren Stiel an der Pflanze, insbesondere die früheren Sorten sind wüchsiger und blattreicher geworden. Der optische Eindruck der Hybriden wurde wesentlich gefälliger.

Entwicklungstendenzen

Den breitesten Raum hat in den letzten Jahren die Diskussion um die Züchtung auf Silomaisleistung eingenommen, ausgehend von einer obligatorischen Wertprüfung auf Silomaisleistung. In der ersten Phase wurde der Restpflanzenleistung und dem Abreifeverhalten große Aufmerksamkeit gewidmet. Die züchterischen Fortschritte in der Restpflanzenleistung sind auch sehr offensichtlich. Der Restpflanzentyp hat sich vom früheren, rasch

Tabelle 2

Züchtungsfortschritt in Lagerneigung u. Anfälligkeit für Stengelfäule

Jahr	Lagerneigung		Anfälligkeit für Stengelfäule	
	mfr.	msp.	mfr.	msp.
1971	+ 2.6	+ 1.3	+ 2.1	+ 0.7
1972	+ 2.4	+ 2.2	+ 1.6	+ 0.6
1973	+ 1.5	+ 1.4	+ 0.3	+ 0.9
1974	+ 0.3	+ 1.5	+ 1.2	+ 1.1
1975	+ 0.2	+ 0.9	+ 0.6	+ 1.2
1976	+ 0.9	+ 1.1	+ 1.3	+ 0.9
1977	+ 1.2	+ 0.9	+ 1.4	+ 0.6
1978	+ 2.0	+ 0.5	+ 1.3	+ 0.5
1979	+ 1.1	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.5
1980	+ 1.2	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.1
1981	+ 1.4	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.1
1982	+ 1.1	+ 1.3	- 0.1	+ 0.8
1983	+ 0.8	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.2
Ø	+ 1.3	+ 1.0	+ 0.9	+ 0.6

abreifenden Blattwerk zum länger grün bleibendem Typ gewandelt. Bei letzterem hat man einen geringeren Trockenmasseabbau nach der Blüte, damit auch eine bessere Ausgangsbasis für höheren Gesamttrockenmasseertrag bei allerdings etwas erniedrigtem Kolbenanteil. Ferner hat man dieser verzögerten Abreife eine höhere Verdaulichkeit unterstellt, was sich aber nur teilweise bewahrheitet hat.

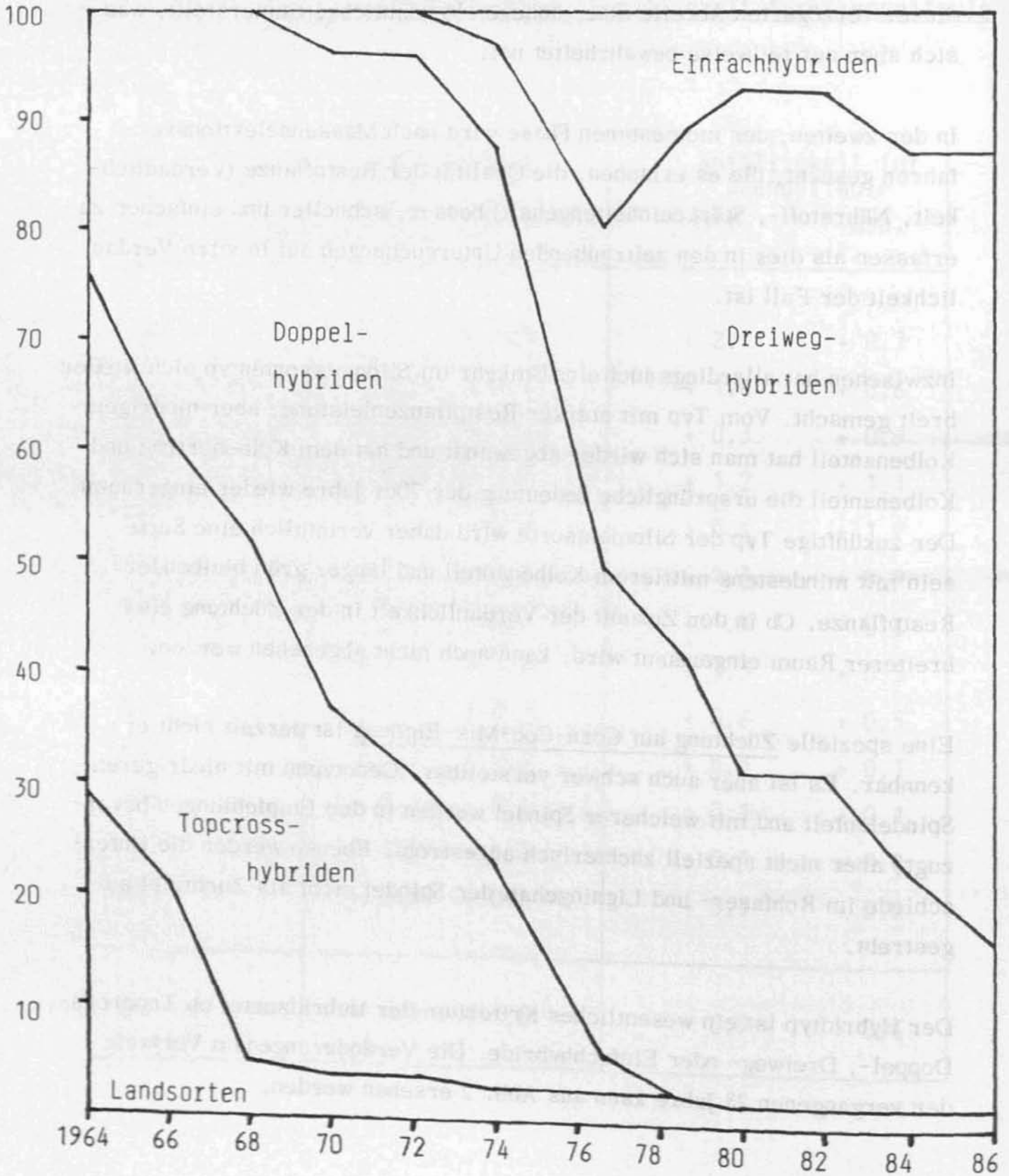
In der zweiten, der momentanen Phase wird nach Massenselektionsverfahren gesucht, die es erlauben, die Qualität der Restpflanze (Verdaulichkeit, Nährstoff-, Stärkeeinheitsgehalt) besser, schneller und einfacher zu erfassen als dies in den zeitraubenden Untersuchungen auf in vitro Verdaulichkeit der Fall ist.

Inzwischen hat allerdings auch eine Umkehr im Silomaissortentyp sich wieder breit gemacht. Vom Typ mit starker Restpflanzenleistung, aber niedrigem Kolbenanteil hat man sich wieder abgewandt und hat dem Kolbenenertrag und Kolbenanteil die ursprüngliche Bedeutung der 70er Jahre wieder eingeräumt. Der zukünftige Typ der Silomaissorte wird daher vermutlich eine Sorte sein mit mindestens mittlerem Kolbenanteil und länger grün bleibender Restpflanze. Ob in der Zukunft der Verdaulichkeit in der Züchtung ein breiterer Raum eingeräumt wird, kann noch nicht abgesehen werden.

Eine spezielle Züchtung auf Corn-Cob-Mix-Eignung ist derzeit nicht erkennbar. Es ist aber auch schwer vorstellbar. Genotypen mit niedrigerem Spindelanteil und mit weicherer Spindel werden in den Empfehlungen bevorzugt, aber nicht speziell züchterisch angestrebt. Ebenso werden die Unterschiede im Rohfaser- und Ligningehalt der Spindel nicht als Zuchtziel angestrebt.

Der Hybridtyp ist ein wesentliches Kriterium der Hybridsorte: ob Topcross-, Doppel-, Dreiweg- oder Einfachhybride. Die Veränderungen im Verlaufe der vergangenen 23 Jahre kann aus Abb. 2 ersehen werden.

Abb. 2: Entwicklung des Hybridtypes von 1964 bis 1986



Danach sind die Landsorten (offen bestäubte Sorten) noch in den 60er Jahren abgelöst worden. Die oben bereits namentlich erwähnten Topcrosshybriden als Brücke zwischen Landsorten und eigentlichen Hybridsorten hielten sich bis Mitte der 70er Jahre. Die Doppelhybriden, die 1972/75 fast zwei Drittel aller Hybridsorten stellten, sind 1986 auf einen Anteil zurückgefallen, der geringer ist als 1964. Ihren Platz haben sich nach und nach, beginnend mit Anjou 21 im Jahr 1970, die Dreiweghybriden erobert, die 1986 zwei Drittel der eingetragenen Sorten stellten. Der Anteil der Einfachhybriden, die mit Kapio 1973 erstmals in Deutschland vertreten sind, schwankt noch recht stark von 19 % im Jahr 1977 bis 7,3 % in den Jahren 1980/81.

Die Tabelle 3 zeigt die Vor- und Nachteile der Hybridtypen auf: Die Uniformität nimmt von der Landsorte zur Einfachhybride hin kontinuierlich zu, was besonders im Körnermaisbau von Interesse ist. Im Ertrag sind die älteren zwei Hybridtypen von geringer Wertschätzung, während die Unterschiede zwischen Dreiweg-, Doppel- und Einfachhybriden fließend sind, wesentlich geprägt von den jeweils am Markt befindlichen Sorten. Die Stabilität in den Merkmalen wie Ertrag, Ausreife und Standfestigkeit nimmt von der Landsorte bis zur Einfachhybride hin kontinuierlich ab. Dies erklärt auch die großen Schwankungen in der Wertschätzung von Einfachhybriden, die derzeit am Markt sind. Es gibt aber auch Unterschiede in der Merkmalsstabilität zwischen den Einfachhybriden, Tab. 3.

Die Bemühungen, um frühreife Sorten mit FAO 180 bis ca. 210 hielten unvermindert an, obgleich das Angebot noch gering ist. Frühreife Sorten dürfen nämlich im Korn- und Silomaisertrag, in der Standfestigkeit und Fusariumresistenz nicht deutlich geringer als der Standardtyp der Sorten sein, da sie sonst nicht angenommen werden. Frühreife versucht man derzeit dadurch zu erreichen, daß man Genotypen mit hohen Wasserabgaberaten aus den Körnern, daß man den Zahnmaistyp oder besser den zahnmaisähnlichen Typ mit seiner im allgemeinen schnelleren Wasserabgabe in der Endphase den Vorzug gibt.

Tabelle 3

Vor- und Nachteile der Hybridtypen

Hybridtyp	Uniformität	Ertrag	Stabilität
Einfachhybride	++++	+++(+)	0
Dreiweghybride	+++	+++	+(+)
Doppelhybride	++	++(+)	++
Topcrosshybride	+	+	+++
Landsorte	0	0	++++

Das Zuchtziel der Standfestigkeit, d.h. Verminderung des Wurzellagers, des Stengelbruchs und Erhöhung der Resistenz gegen Stengelfäule ist in den letzten Jahren ganz wesentlich in den Vordergrund gerückt. Die gute Standfestigkeit des mittelspäten Sortimentes gilt es auf die mittelfrühen Sorten zu übertragen. Erste Erfolge sind auch zu verzeichnen. Da aber dem Ertrag ein sehr hoher Stellenwert eingeräumt wird, sind Rückschläge in der Standfestigkeit wahrscheinlich.

Recht bescheiden sind - wenn überhaupt vorhanden - die Ansätze zur Züchtung auf Kältetoleranz in der Keim- und Auflaufphase. Sicherlich sind die Bemühungen um bessere Kältetoleranz im Jugendstadium größer und auch erfolgversprechender. Wenn allerdings die Zahnmais- oder zahnmais-

ähnliche Sorte mehr kommen wird, ist ein Rückschritt zu befürchten. Den Wärmebedarf des Maises zu verringern, ist wohl auch eine sehr langfristige Züchtungsaufgabe.

Es gibt verschiedene Bestrebungen, die Inhaltsstoffe des Maiskornes zu verändern. Am meisten wurde bei uns an der Eiweißmenge und -qualität gearbeitet. Durch die Arbeiten an der Universität Hohenheim, Professor Pollmer, gelang es, den Eiweißgehalt des Kolbens von allgemein 9,5 bis 10,0 % Eiweiß auf 10,8 bis 11,0 % zu erhöhen (nach Ergebnissen aus LSV Bayern, 1982 - 1986). Allerdings kann dieser Vorsprung nicht voll auf die Maissilage weitergegeben werden, weil der derzeitige Sortentyp einen geringeren Kolbenanteil hat. Erst bei einem veränderten Sortentyp könnte der höhere Eiweißgehalt im Kolben etwas genutzt werden. Alle Arbeiten zur Erhöhung der limitierenden Aminosäuren Lysin und Tryptophan haben keinen hohen Stellenwert in der Maiszüchtung und lassen auch kaum verbesserte Sorten in nächster Zukunft erwarten. (Tab. 4).

Eine Resistenzzüchtung gegen Krankheiten und Schädlinge, wie sie bei Getreide heute üblich ist, gibt es bei Mais nicht. Die Selektion gegen Beulenbrand, alle Arten von Blattflecken und -krankheiten, gegen Wurzel-, Stengel-, Kolbenfäule, Auflaufkrankheiten, Fritfliege und Maiszünsler erfolgt intensiv in der Inzuchtphase und auf dem Hybridniveau. Damit erscheint auch das Krankheitsniveau unter unseren Anbaubedingungen ausreichend bekämpft zu werden. Bei einigen Schädlingen, insbesondere beim Maiszünsler wird man versuchen müssen, prophylaktische Maßnahmen und Pflanzenschutz abgewogen zu kombinieren. Resistente Sorte i. e. S. gegen Beulenbrand, Stengelfäule, Maiszünsler u. a. wird es kaum geben.

Verfolgt man die Anzahl der Neuanmeldung in der Wertprüfung, die Entwicklung der anmeldenden Firmen beim Bundessortenamt, die Zunahme der Maisprüfungen in Deutschland und die allgemeine Steigerung der

Tabelle 4

Eiweißgehalt von Sorten im dreijährigen Durchschnitt

Sorte	Kolben	Restpflanze	Gesamtpflanze
Regent	9.3	6.1	7.8
Ass	9.5	5.7	7.5
Bastion	9.7	6.0	7.8
Primat	10.8	6.0	8.4
Protagold	10.9	6.7	8.5
Tau	9.6	6.4	8.0
Felix	10.7	5.9	8.6
Leader	9.5	6.3	8.1
Santos	10.0	7.0	8.4
Olymp	10.8	6.6	8.6
Garant	9.0	6.8	8.0
Golda	10.4	6.6	8.5
Sava	10.2	6.6	8.2
Passat	9.3	6.6	8.0
Protador	10.9	6.6	8.5
Carlos	10.6	6.9	9.0
Suroit	9.8	6.9	8.5
Amazone	9.0	6.9	8.1
Baroness	9.8	7.6	8.7

Tabelle 5

SORTENBESCHREIBUNG MAIS 1986

S o r t e	FAO-Zahl	Hybrid-typ	Silomais				Standfestigkeit	Körnermais		Widerstands gegen Kälte	
			kSTE-Ertrag	Kolben-ertrag	TS-% in GTM	STE/kg GTM		Korn-ertrag	TS-% im Korn		Resist-gegen Stengelf.
Alize	180	DWH	⊕	⊕	++	⊕	0	-	++	⊕	0
Regent	200	DWH	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	0	+	⊕	0
Zenit ¹⁾	200	DH	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	+	+	0	⊕
Ass	210	DWH	⊕	⊕	⊕	0	0	0	⊕	⊕	0
Bastion	210	EH	⊕	⊕	⊕	0	⊕	⊕	⊕	0	⊕
Forla	210	DWH	⊕	⊕	+	+	+	⊕	+	⊕	⊕
Primat	210	DWH	⊕	-	⊕	⊕	0	⊕	+	⊕	⊕
Protagold	220	DWH	0	--	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	0
Tau	220	DWH	⊕	+	⊕	⊕	⊕	0	⊕	⊕	0
Axon ¹⁾	230	EH	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Blizzard	230	DWH	⊕	⊕	0	0	0	⊕	⊕	⊕	⊕
Felix	230	EH	-	⊕	+	+	+	⊕	⊕	0	⊕
Leader	230	DWH	⊕	⊕	⊕	+	+	0	0	⊕	⊕
Olymp	230	DH	⊕	-	0	0	0	⊕	⊕	⊕	⊕
Santos	230	DH	⊕	0	⊕	0	0	⊕	⊕	⊕	⊕
Brummi	240	DWH	⊕	--	-	-	-	⊕	⊕	⊕	0
Garant	240	DWH	⊕	+	⊕	0	0	⊕	⊕	+	0
Golda	240	DWH	+	⊕	0	0	0	+	⊕	⊕	0

Karat ²⁾	240	DWH	⊕	⊕	0	0	0	0	0	0	0	⊕	0	0
Ludwig ¹⁾	240	DWH	⊕	⊕	⊕	0	0	0	0	0	0	⊕	+	⊕
Mutin	240	DWH	⊕	⊕	0	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Sava	240	DWH	⊕	0	⊕	0	++	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Sonia ³⁾	240	DWH	⊕	⊕	0	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
(Buras)	240	DH	⊕	⊕	0	0	0	0	0	0	0	⊕	0	0
Anko	250	DWH	0	⊕	0	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Cargilys ²⁾	250	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⊕	0	⊕
Lixis ²⁾	250	DWH	⊕	⊕	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Passat	250	DWH	⊕	⊕	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Pinto	250	DWH	0	⊕	⊕	0	+	+	+	+	+	⊕	⊕	⊕
Protador	250	DH	⊕	-	⊕	0	-	-	-	-	-	⊕	⊕	⊕
Carlos	260	DWH	⊕	⊕	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Mirage ²⁾	260	DWH	+	+	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Suroit	260	DH	0	⊕	⊕	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Contessa ²⁾	270	EH	0	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Amazona	280	DWH	0	0	⊕	⊕	+	+	+	+	+	⊕	⊕	⊕
Baroness	280	DWH	0	⊕	-	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Monarque ¹⁾	310	EH	++	++	-	-	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

1) vorläufige Beurteilung, einjährig geprüft in LSV
 2) vorläufige Beurteilung, zweijährig geprüft in LSV
 3) Beurteilung wie in Beschreibenden Sortenliste

Zeichenerklärung:
 +++ sehr gut
 ++ gut bis sehr gut
 + gut
 ⊕ mittel bis gut
 0 mittel
 - mittel bis gering

DH: Doppelhybride
 DWH: Dreiweghybride
 EH: Einfachhybride
 gering
 gering bis sehr gering
 sehr gering

GTM: Gesamttrockenmasse

Mineralische und organische Düngung von Mais

von AOR Dr. Reinhold Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan

Mais stellt eine sehr nährstoffintensive Pflanze dar: nach einer relativ langsamen Jugendentwicklung folgt etwa 2 Wochen vor und bis 4 Wochen nach dem Rispschieben ein sehr starkes Wachstum mit hohen Ansprüchen an das Nährstoffangebot sowie die Wasserversorgung; in dieser kurzen Zeit nimmt diese Pflanze bis zu drei Viertel der gesamten Nährstoffmenge auf (12). In der Jugendphase besitzt Mais wohl in erster Linie als Folge des schwachen Wurzelsystems ein schlechtes Nährstoff-Aneignungsvermögen (z.B. für Phosphat).

Mais wird auch oft als Güllepflanze bezeichnet; deren hohe Ertragsleistung ermöglicht hohe Viehbestände mit entsprechend hohem Anfall an Gülle; dieser Wirtschaftsdünger wird gerne über Mais verwertet. Eine Berücksichtigung der mit den Wirtschaftsdüngern zugeführten Nährstoffmengen in der Düngerbilanz des landwirtschaftlichen Betriebes ist sowohl aus ökonomischer wie auch ökologischer Sicht dringend erforderlich.

1. Ansprüche an den Kalkzustand und pH-Wert des Bodens

Kalk stellt in erster Linie einen Bodendünger dar, der die chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften eines Bodens optimieren soll. Ein ausreichender Kalkzustand gewährleistet eine gute Bodenfruchtbarkeit (Bodenstruktur, Verfügbarkeit von Nährstoffen, Umsatz der organischen Substanzen etc.). Richtwerte für optimale pH-Werte der Böden in Abhängigkeit vom Tongehalt sind in Tab. 1 vereinfacht wiedergegeben.

Tab.1: Anzustrebende pH-Werte für Mineralböden

Boden		
leicht	mittel	schwer
5.3 – 6.0	6.2 – 6.7	6.8 – 7.2

Darüber hinaus besitzt Mais keine spezifischen Kalkansprüche zum Unterschied z.B. von Rüben, die auf einer Lößbraunerde am deutlichsten auf Kalkung reagieren (Tab. 2).

2. Düngung mit Phosphat und Kalium

Die Aussagekraft der Bodenuntersuchung (P, K, Mg, Spurenelemente) wird heute von Beratung und Landwirten vielfach überbewertet; sie kann nur eine grobe Orientierung für die Düngerbemessung sein. Als eine ausreichend gute Versorgung der Böden mit Phosphat (P_2O_5) und Kalium (K_2O) können im Durchschnitt etwa 15 mg/100 g Boden angesehen werden, eine Zahl, die ich in vielen Vorträgen bereits vor 15 Jahren immer wieder genannt habe (u.a. auch hier anlässlich eines Unternehmer-Seminars).

Als Grundlage für die Bemessung der P- und K-Düngung dient neben dem Versorgungszustand der Böden (ausgewiesen durch die Bodenuntersuchung unter Berücksichtigung von wichtigen Standortgrößen wie Bodenfeuchte, Tiefgründigkeit usw.) der Nährstoffentzug. Abb. 1 enthält ein vereinfachtes Schema des Zusammenhanges Versorgungszustand - Düngungshöhe.

Wichtig ist, daß die notwendige Düngungsmenge stets für eine Fruchtfolgeperiode (ca. 3 - 4 Jahre) ermittelt wird und die jährlichen Gaben je nach dem Nährstoffbedürfnis der angebauten Früchte anteilmäßig aufgeteilt werden. Als Entzug wird nur die das Feld verlassende Nährstoffmenge berücksichtigt; Körnermais zeigt demnach deutlich geringere P- und insbesondere K-Entzüge (auch N) als Silomais (Stroh verbleibt auf dem Feld). Tabelle 3.

Die über Mineral- und Wirtschaftsdünger zugeführten P- und K-Mengen werden gleichwertig berücksichtigt.

Tab.2: Kalkversuch Weihenstephan 1972 - 1983

Gartelshausen: Lößbraunerde (Kolluvium);

uL, pH 5.2

Düngung: NPK optimal

Kalkung (3-4 Jahre): pH 5.2 → 6.0 → 7.0

Kalkung und Pflanzenertrag

(-Kalk = 100)

1980-86

Parallelversuch

Futterrüben 117 122

Sommergerste 106 WiGerste 106

Winterweizen 103 103

Hafer 102

Mais 100

(Pflanzenernährung
Weihenstephan)

Abb.1: Bodenuntersuchung - Düngung

System für P_2O_5 , K_2O , (Mg), Spurenelemente

Versorgung des Bodens	Düngung
Schlecht bis mittel	Entzug + Zuschlag
gut = Anzustreben	Entzug
überhöht	unter Entzug

Ermittlung der Düngermenge für 3-4 Jahre

Verteilung fruchtspezifisch !!!

P und K in Wirtschaftsdüngern (z.B. Gülle)

gleichwertig

mit Mineraldünger

Tab. 3 : Mineralstoffentzüge von Mais

	N	kg P ₂ O ₅	K ₂ O
Silomais je 100 dt Fris	35	15	40
für 500 dt Fris	175	75	200
Körnermais je 10 dt Körner	15	7	4
für 70 dt Körner	105	50	30
(Stroh)	(90)	(30)	(200)

Quelle (9)

Das Düngungsbedürfnis von Mais ist sowohl für Phosphat und insbesondere Kalium als hoch einzuordnen (d.h. diese Pflanze besitzt ein geringes Aneignungsvermögen) - eine grobe Rangfolge für landwirtschaftliche Kulturen enthält Abb. 2. Blattfrüchte einschließlich Mais weisen allgemein ein hohes, Getreide ein geringes Düngungsbedürfnis auf.

Diese Abstufung kann unter anderem in Feldversuchen erarbeitet werden: in langjährigen Versuchen reagierte Mais auf die mineralische P- und K-Düngung von Mangelböden mit Mehrerträgen von 18 bzw. 55 % gegenüber der Kontrolle (Tab. 4 + 5).

In Tabelle 6 ist die fruchtspezifische Aufteilung der für eine Fruchtfolge notwendigen Düngung beispielhaft aufgeführt. Infolge guter Nährstoffversorgung der Böden wird nur noch der Nährstoffentzug ersetzt. Mais wird neben Zuckerrüben als bedürftige Kultur besonders berücksichtigt.

Abb. 2 Düngungsbedürfnis für P u. K

P		K
kartoffel	<u>hoch</u>	Ackerbohnen
Mais		kartoffeln
Zu Rüben		Mais
Fu Rüben		
"	<u>mittel</u>	
Ölfrüchte		Zu Rüben
So Gerste		Fu Rüben
Wi Gerste		Ölfrüchte
		Ackerfutlerpfl.
So Getraide	<u>gering</u>	
Wi Getraide		Getraide
Ackerfutlerpfl.		

Tab.4: Düngungsbedürfnis verschiedener Früchte
für Phosphat

Braunerde (Löß) 1935 - 1986 Weihenstephan

Wirkung einer P-Düngung: ohne P = 100

P-Versorgung: 2 mg P_2O_5 / 100 g Boden (CAL)
mittleres - hohes N-Düngungsniveau 1970-86

Winterweizen (n=8)	110
Mais (n=3)	118
Kartoffeln (n=3)	130
Zu Rüben (n=3)	138



(Pflanzenernährung
Weihenstephan)

Tab.5: Düngungsbedürfnis verschiedener Früchte
für Kalium

Braunerde (Löß) 1912-1983 - Weißenstephan

Wirkung einer k-Düngung: ohne k = 100

k-Versorgung Boden: 6 mg K_2O / 100 g Boden. (DL)

Getreide	109		
Zuckerrübe	109		
		Wirsing (Kohl)	130
Mais	155		
Kartoffel	173		
Ackerbohne	215		
		Sellerie	280
		Spinat	340

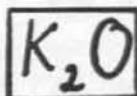
(Pflanzenernährung
Weißenstephan)

Tab. 6: Fruchtspezifische Verteilung der für eine Fruchtfolge notwendigen Düngung



Beispiel: Braunerde 15-20 mg P_2O_5 /100 g Boden - CAL

	Entzug kg/ha	Entzugsdüngung Verteilung	
Kö-Mais	60	120	Stroh und Blätter verbleiben auf dem Feld.
Weizen	60	240 -	
Zu-Rüben	60	120	
Weizen	60	-	
240			



Beispiel: Lößbraunerde 15-20 mg K_2O /100 g Boden - CAL

	Entzug kg/ha	Entzugsdüngung Verteilung	
Si-Mais	220	180	Stroh ver- bleibt auf dem Feld
Wi-Weizen	35	330 75	
Wi-Gerste	35	-	
Wi-Raps	40	75	
330			

Dem geringeren Aneignungsvermögen von Mais für Phosphat kann zudem durch eine Unterfußdüngung mit Ammonphosphat oder anderen NP-Düngern (Diammonphosphat, Nitrophos (20/20 etc) Rechnung getragen werden. Je nach Nährstoffversorgung der Böden, klimatischen Bedingungen (insbesondere Temperatur) läßt sich durch eine Unterfußdüngung häufig eine Beschleunigung der Jugendentwicklung (verbesserte Frostresistenz) erzielen. In unseren Versuchen (4) wurden durch eine Düngung von 3 dt AMP/ha als ausschließliche P-Düngung gegenüber flächiger Düngung ein mittlerer Anstieg der Kornerträge von 4 % erzielt (Abb. 3).

Weitere Versuche zeigten, daß auch mit geringeren Düngermengen ähnliche Ergebnisse zu erzielen sind. In günstigen Jahren fördert demnach die Unterfußdüngung die P-, aber auch N-Aufnahme der jungen Maispflanzen (Abb. 4).

In Zusammenhang mit einer optimalen N-Düngung (s. später) verdient dieses Ergebnis Beachtung.

3. Düngung mit Spurennährstoffen

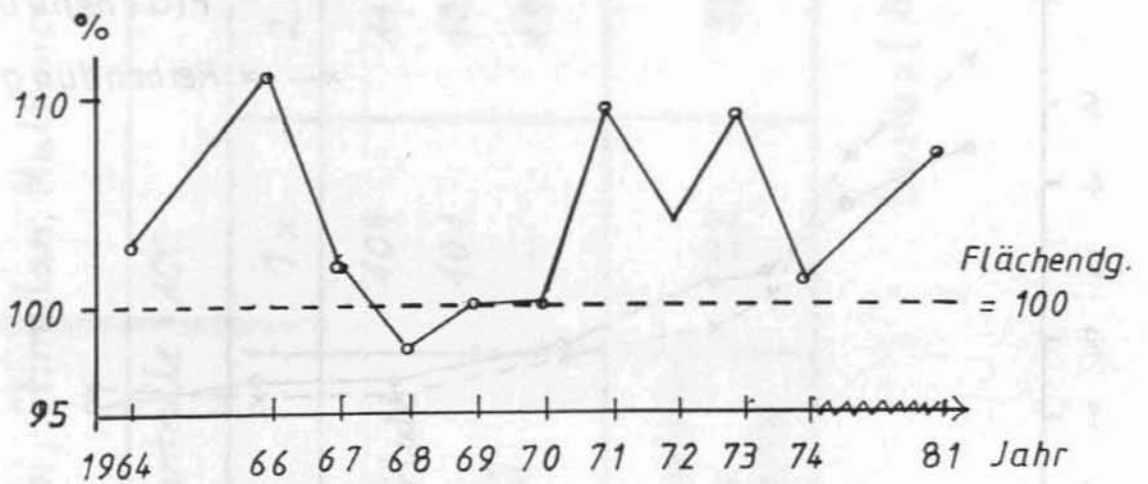
Auf typischen Mangelböden spricht Mais wie andere Kulturpflanzen auf entsprechende gezielte Düngemaßnahmen an (z.B. Mn-Chelat auf kaltreichen organischen Böden). Spurennährstoff-Kombinationsdünger wurde entwickelt, um auf ertragsfähigen Ackerböden temporäre Mangelsituationen zu überbrücken (z.B. als Folge von Trockenheit, kühler Witterung etc.). Der 1 bis 2 malige Einsatz von Complestal fluid in den wachsenden Bestand brachte in Versuchen der Firma Höchst (18) deutliche Mehrerträge (Tab. 7).

Diese positiven Ergebnisse ließen sich in Versuchen der Bayer. Landesanstalt (10) sowie unseres Lehrstuhls bisher kaum bestätigen; eine weitere

Abb. 3: Reihendüngung mit AMP 11/52 zu Körnermais

Braunerden (Lößlehm) um Weihenstephan

3 dt AMP 11/52/ha



„verfüg.“ P_2O_5 : 24 11 25 25 30 12 20 18 13 19

mg/100 g B. - DL/CAL

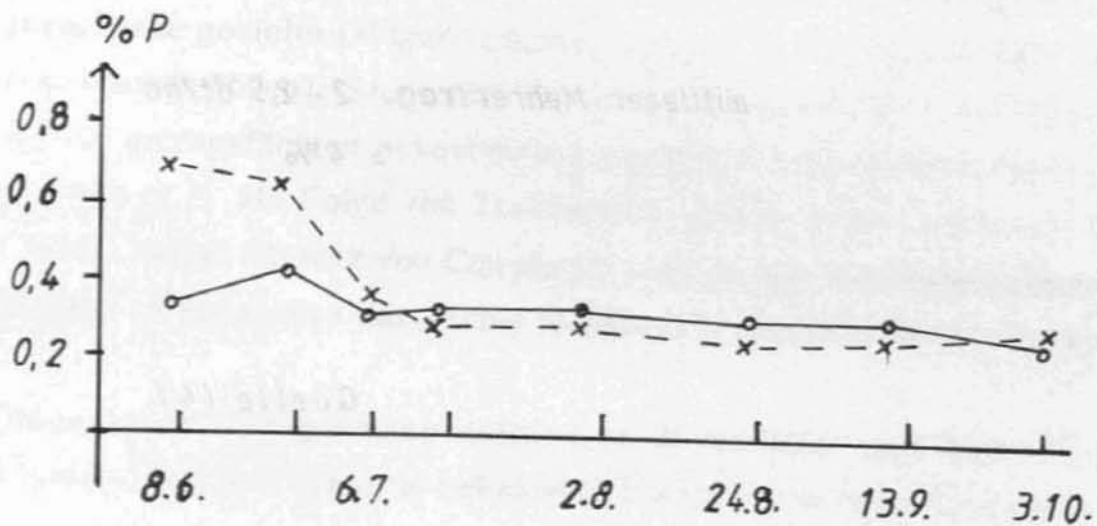
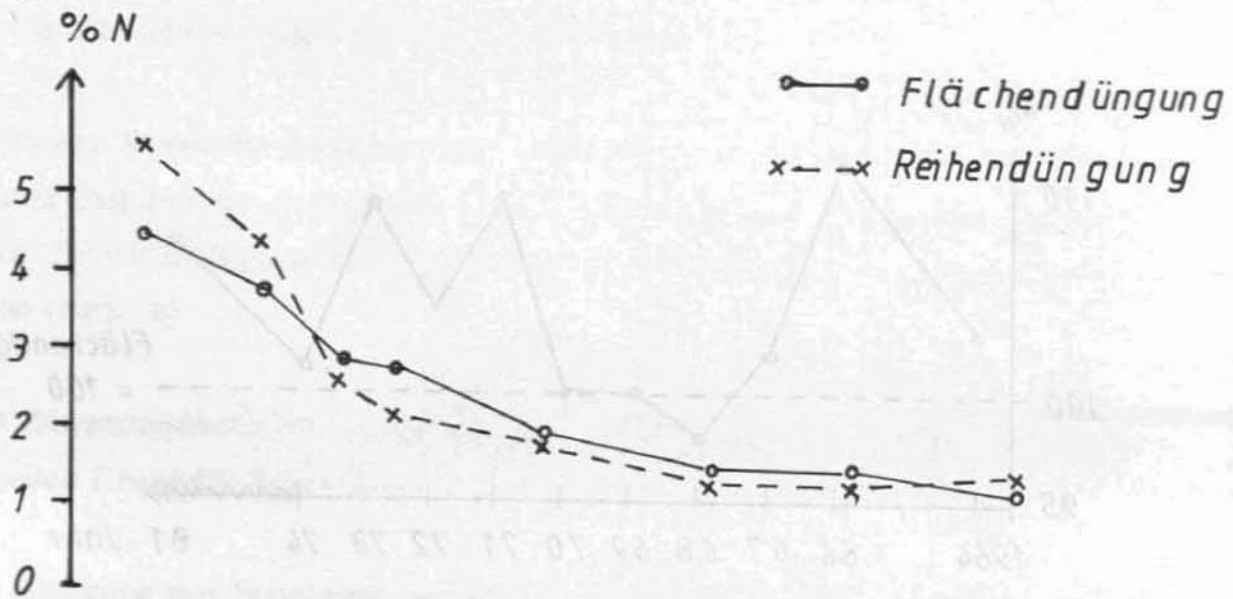
mittlerer Mehrertrag: 2 - 2,5 dt/ha
= 4%

Quelle (4)

Abb. 4: Reihendüngung mit AMP 11/52

1973 Braunerde Weihenstephan
13 mg CAL-P₂O₅/100 g B.

N- und P-Gehalte von Maispflanzen (Sproß)
(% i. TS)



Quelle (4)

Tab. 7: Spurennährstoff - Kombinationsdünger zu Silomais

z. B. Fetrilon Combi, Folicin Combi, Stimulan, Multimicro
Complesal fluid + Spuren

KSTE: Kontrolle = 100

Versuchsansteller	1 x	2 x	
Fa. Höchst	104	112	(1979 u. 80; n=79)
LBP Freising	101	100	(1982; n=9)
LST Pflanzenernährung	-	108	(1982; n=1)
LST Pflanzenernährung	95	98	(1981; n=1)

Quellen (10, 18)

Überprüfung dieses Sachverhaltes ist notwendig - vor allem müssen die Bedingungen abgeklärt werden, unter denen mit einer positiven Wirkung zu rechnen ist.

Zum Teil werden auf Praxisschlägen günstige Wirkungen einer Zinkdüngung zu Mais beobachtet (insbesondere im norddeutschen Raum auf leichten Böden). Positive Ergebnisse aus Bayern sind nicht bekannt. Bestenfalls wären auf stark aufgekalkten und mit Phosphat sehr hoch versorgten Flächen (leichtere Böden) Schwierigkeiten für die Zinkversorgung der Maispflanze insbesondere bei Trockenheit denkbar - (Abb. 5 = Folgerung aus der Routine-Bodenuntersuchung für die Mobilität von Spurenelementen).

In diesen Fällen stellt dann aber das Einstellen der P-Düngung sowie die Anpassung der Erhaltungskalkung an die besonderen Probleme der Dynamik von Spurenelementen eine sinnvolle Gegenmaßnahme dar.

4. N-Düngung

Grundsätzlich ist die richtige Bemessung der N-Düngung für die jeweilige Kultur nicht einfach. Neben den fruchtspezifischen Besonderheiten müssen die jahres- und standortspezifischen Gegebenheiten sowie die Nachwirkung von pflanzenbaulichen Maßnahmen Berücksichtigung finden: N-Vorrat des Bodens zu Kulturbeginn in Abhängigkeit von Vorfrucht, Winterwitterung, organischer Düngung, Bodenstruktur, Fruchtbarkeitszustand des Bodens, Nachlieferung von Stickstoff während der Vegetation usw.. Die N-Düngung soll eine optimale Entwicklung und Abreife der Kultur garantieren; sie muß zeitlich und von der Höhe her richtig abgestimmt sein, damit weder während der Vegetationszeit noch nach der Ernte als Folge höherer N-Reste im Boden die Nitratauswaschung gefördert wird. In langjährigen Erhebungsuntersuchungen in Betrieben des tertiären Hügellandes um Freising untersuchten wir die N_{min} -Mengen tiefgründiger Böden nach verschiedenen Vorfrüchten (Zeitpunkt November/Dezember). Tabelle 8.

Abb. 5: Routine-Bodenuntersuchung (Bodenart, pH, CAL- k_2O , - P_2O_5) als Information für Mangelstandorte bezüglich Magnesium und Spurenelementen

Element	Bodenart	Bodenreaktion	Gehalt an organ. Substanz	Gehalt an kalk CAL- P_2O_5 , - k_2O
Mg	S, sL	Sauer ^x	gering	> k_2O
Mn	org. Boden	neutral-alkalisch	hoch	> kalk
Cu	hS org. Boden	sauer neutral-alkalisch	hoch hoch	> P_2O_5 > kalk > P_2O_5
B	uL-T	neutral-alkalisch	—	> kalk
Zn	uL-T	neutral-alkalisch	—	> kalk > P_2O_5
Fe	—	neutral-alkalisch	hoch	> kalk > P_2O_5

^x z.T. auch alkalische Böden mit wenig $MgCO_3$ (z.B. Alu)

Tab. 8: N_{min}-Gehalte im Boden nach verschiedenen Vorfrüchten - Betriebe um Freising

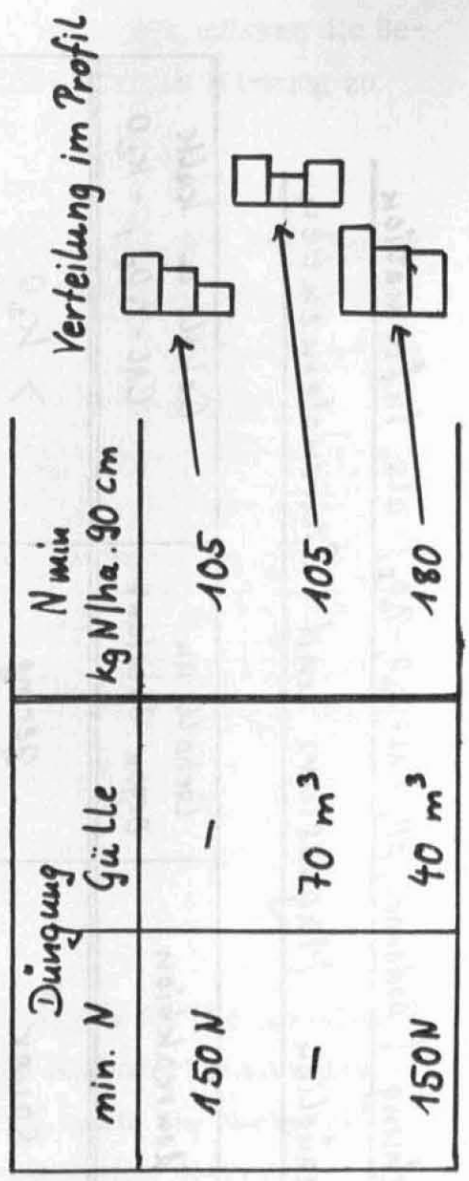
tiefgründige Braunerden Zeitpunkt: November/Dezember

	kg N/ha. 90 cm	Mittel
Zu-Rüben	30 - 50	41
Raps-Rübsen	30 - 80	54
Maiss *	50 - 100	70
Getreide	30 - 55	47

* keine oder geringe Güllegaben
 mit Gülle → bis 300 kg N/ha

Beispiel:

1977: Kö-Majs



Im Mittel wurden nach Mais etwas höhere N_{min}-Mengen festgestellt als nach Raps und vor allem Zu-Rüben und Getreide; hohe Restmengen an Stickstoff wurden aber dann ermittelt, wenn größere Güllemengen zu Mais verabreicht worden waren. Es muß deshalb versucht werden, die N-Düngung von Mais noch besser zu optimieren.

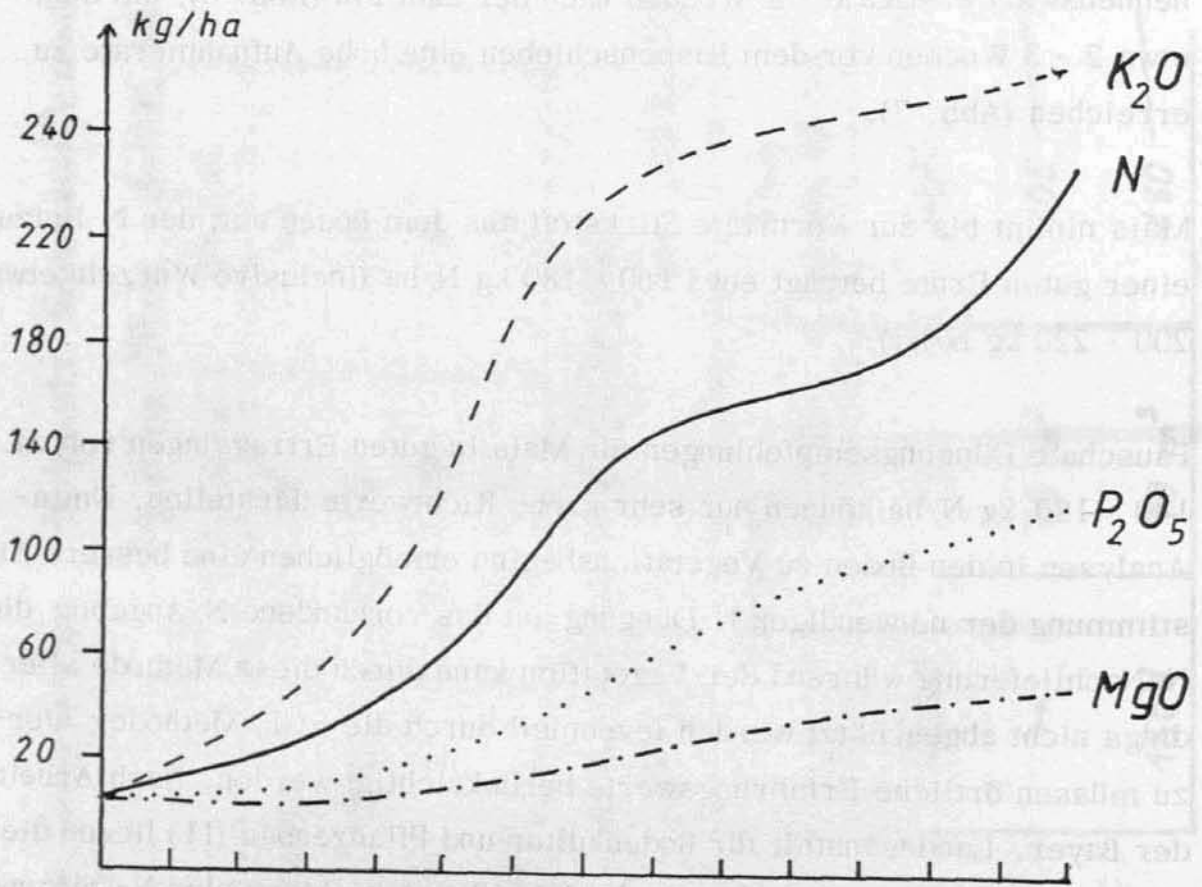
Mais besitzt eine langsame Jugendentwicklung; die N-Aufnahme setzt nennenswert erst ca. 6 - 8 Wochen nach der Saat ein (Abb. 6), um dann etwa 2 - 3 Wochen vor dem Rispschieben eine hohe Aufnahmerate zu erreichen (Abb. 7).

Mais nimmt bis zur Kornreife Stickstoff aus dem Boden auf; der N-Entzug einer guten Ernte beträgt etwa 160 - 180 kg N/ha (inclusive Wurzeln etwa 200 - 220 kg N/ha).

Pauschale Düngungsempfehlungen für Mais in guten Ertragslagen von ca. 140 - 180 kg N/ha können nur sehr grobe Richtwerte darstellen. N_{min}-Analysen in den Boden zu Vegetationsbeginn ermöglichen eine bessere Abstimmung der notwendigen N-Düngung auf das vorhandene N-Angebot; die N-Nachlieferung während der Vegetation kann durch diese Methode allerdings nicht abgeschätzt werden (eventuell durch die EUF-Methode); hierzu müssen örtliche Erfahrungswerte berücksichtigt werden. Nach Arbeiten der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (11) liegen die vorläufigen Richtwerte (= Summe N_{min} i. Boden im März plus N-Düngung) für Silomais bei 180 - 200, für Körnermais bei 160 - 180 kg N/ha (Tab.9).

Geht man davon aus, daß auf guten Ackerstandorten ohne organische Düngung durchaus Werte von 60 (40 - 80) kg N/ha in 0 - 90 cm Tiefe vorliegen können, so beträgt die notwendige N-Düngung etwa 100 bis 140 kg N/ha. Besonders in Güllebetrieben lassen sich durch auf N_{min}-Untersuchungen aufbauende N-Systeme beachtliche Mengen an Mineraldünger einsparen.

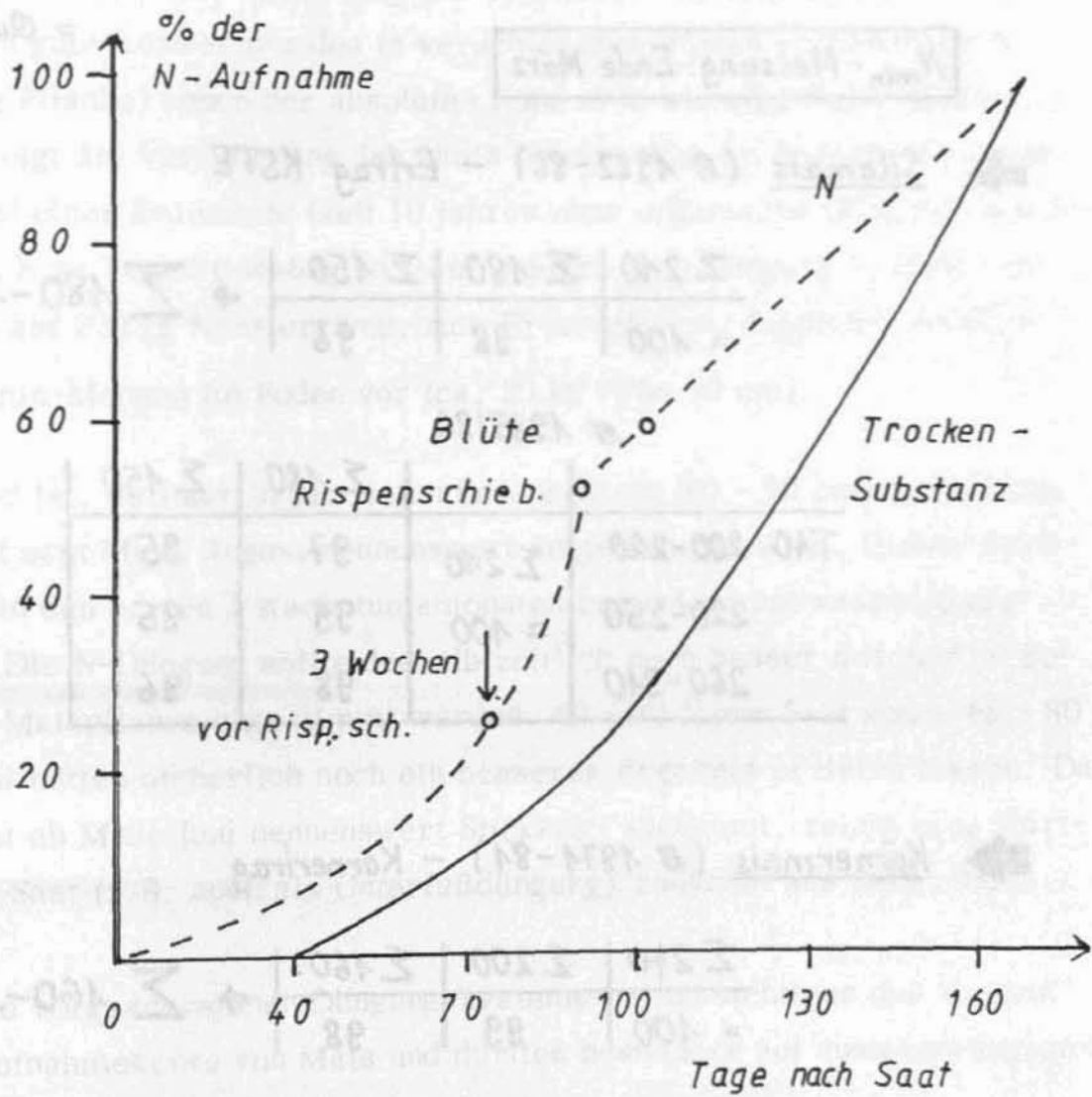
Abb.6: Nährstoffaufnahme von Körnermais



Auflaufen, Jugendentw., Schossen, Blüte, Nährst. Abreife einlagern.

Quelle (12)

Abb:7 Substanzbildung und N-Aufnahme von Mais



Quelle (1)

Tab. 9: N-Düngung auf Basis N_{min} im Boden zu Mais

(n. Hepting, BLP Treising, 1986)

= Quelle (11)

N_{min} -Messung Ende März

➔ Silomais (Ø 1982-86) - Ertrag KSTE

$$\begin{array}{c|c|c} \Sigma 210 & \Sigma 180 & \Sigma 150 \\ \hline = 100 & 98 & 96 \end{array} \rightarrow \Sigma 180-200$$

Ø 1985/86

		$\Sigma 180$	$\Sigma 150$
FAO 200-220	$\Sigma 210$	97	95
220-250	= 100	99	95
260-310		98	96

➔ Körnermais (Ø 1971-81) - Kornertrag

$$\begin{array}{c|c|c} \Sigma 240 & \Sigma 200 & \Sigma 160 \\ \hline = 100 & 99 & 98 \end{array} \rightarrow \Sigma 160-180$$

Sortenunterschiede

N_{min} : Verteilung im Bodenprofil

- Bonität des Standortes

$\Sigma =$
$N_{min} + N\text{-Düngung}$
mineral. Dgg. organ. Dgg.

Die eben vorgestellten Richtwerte müssen für verschiedene Standortbedingungen noch weiter abgesichert werden - ebenso dürften Sortenunterschiede sowie auch die Verteilung des Stickstoffs im Bodenprofil (unterschiedlich gute Verwertung des in verschiedenen Tiefen vorhandenen N durch die Pflanze) neben der absoluten Höhe eine wichtige Rolle spielen. Abb. 8 zeigt die Veränderung des N_{min}-Stickstoffes im Bodenprofil unter Mais. Auf einer Braunerde (seit 10 Jahren ohne organische Düngung) wurden die 40 kg N zu Vegetationsbeginn (N_{min}) durch eine Düngung in Höhe von 160 kg N auf 200 kg N/ha ergänzt; zum Erntezeitpunkt lagen nur noch geringe N_{min}-Mengen im Boden vor (ca. 20 kg N/ha 90 cm).

Auffallend ist, daß der in der tiefen Bodenschicht (60 - 90 cm) befindliche Stickstoff erst Mitte August nennenswert aufgenommen wird. Dieser Stickstoff ist in den ersten 3 Wachstumsmonaten besonders auswaschunggefährdet. Die N-Düngung sollte deshalb zeitlich noch besser mit dem N-Bedarf der Maispflanze abgestimmt werden. 60 - 80 N zur Saat sowie 60 - 80 N Mitte Juni hätten sicherlich noch ein besseres Ergebnis erzielen lassen. Da Mais erst ab Mitte Juni nennenswert Stickstoff aufnimmt, reicht eine Startgabe zur Saat (z.B. auch als Unterfußdüngung) zunächst aus (Abb. 9).

Sämtliche vorgeschlagenen Düngungssysteme berücksichtigen den Verlauf der N-Aufnahmekurve von Mais und dürften besonders auf auswaschunggefährdeten Standorten Vorteile bringen.

Alzondünger (Kombinationsprodukte von Ammoniumsulfat bzw. Ammoniumsulfatsalpeter mit dem Nitrifikationshemmstoff Dicyandiamid = "Didin) besitzen eine verlängerte Ammoniumphase (3, 6). Ammoniumstickstoff wird im Boden im Gegensatz zu Nitrat nicht ausgewaschen. Deshalb können diese Dünger in einer einmaligen Gabe vor der Saat in den Boden eingearbeitet werden. Ergebnisse aus Versuchen mit Zuckerrüben bestätigen die geringere Auswaschunggefährdung des Alzonstickstoffs (Tab. 10).

Abb.8: N_{min} - Mengen im Boden unter Silomais-1975 (Braunerde Weihenstephan)

Dg.	Korntrag (dt/ha)	N-Entzug (kg/ha)
ohne N	31	60
160 N	60	140

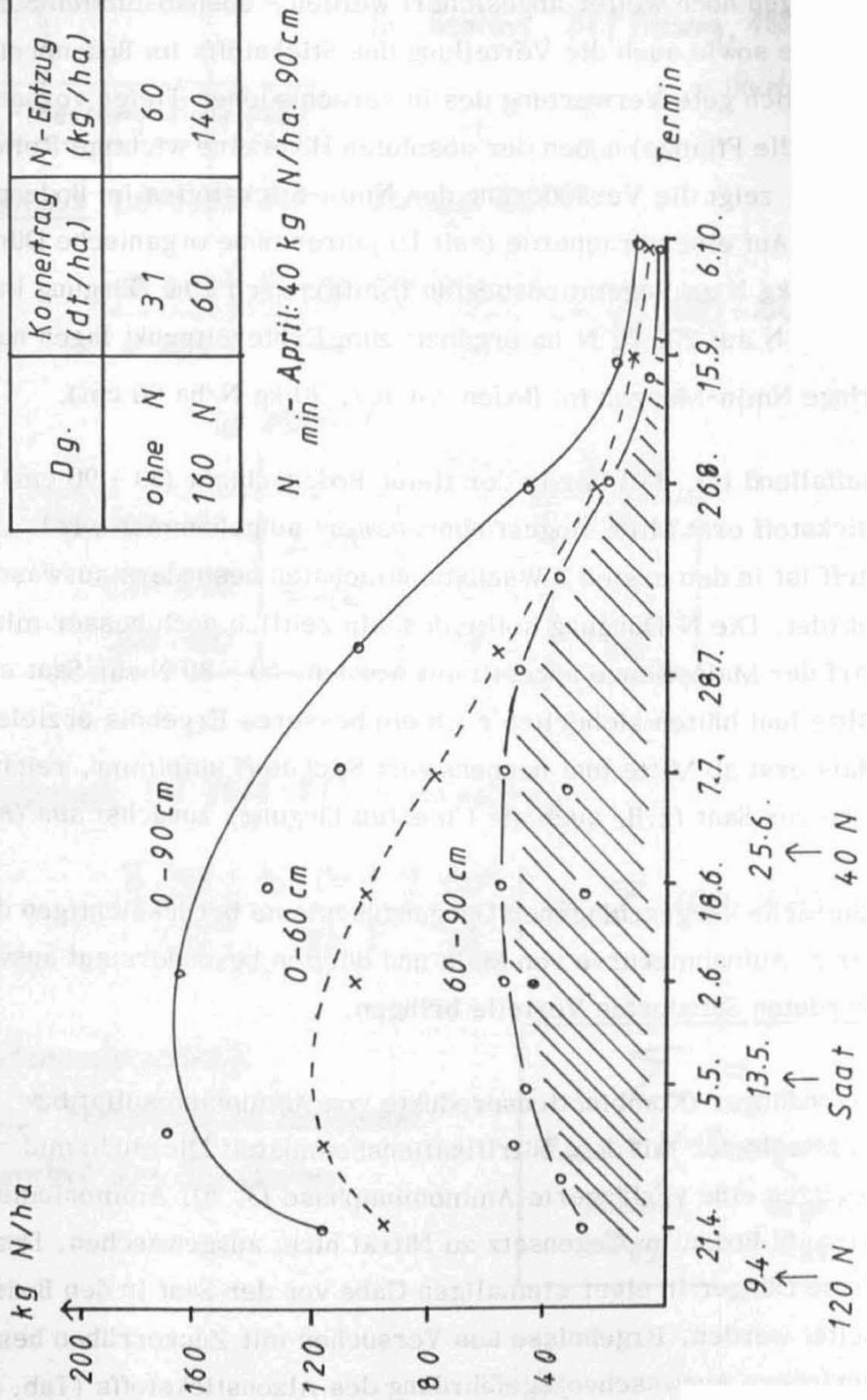


Abb. 9: Beispiele für N-Düngungs-Systeme zu Mais (o. Gülle)

■ KAS, AHL-Lösung, NP-, NPK-Dünger

Startgabe z. Spitzen

2. Gabe zwischen die Reihen (15-30 cm Wuchshöhe)

■ Unterfußdüngung (AMP 11/52, DMP 18/46, NP 20/20)

30-40 N mit der Saat

2. Gabe wie oben

■ Harnstoff

Startgabe vor der Saat

2. Gabe zwischen die Reihen

(15-20 cm Wuchshöhe)

} einarbeiten

■ Alzon 22, Alzon 27

einmalige Gabe vor der Saat - einarbeiten

Düngungsniveau u. a. abhängig vom N-Vorrat des Bodens
Aufteilung der Gaben umso wichtiger, je auswaschungs-
gefährdeter der Standort

■ Kombinationen mit Gülle

z. B. Gülle vor der Saat

vor dem Auflaufen

zwischen die Reihen;

nur Startgabe als KAS, Harnstoff, NP-Unterfuß

Tab. 10: Mittlere Nitratgehalte des Bodenwassers im Mai 1985 unter Zuckerrüben (mg N/L)

Düngung -160 N	Bodenwasser aus Tiefe (cm)		
	50	100	150
ohne	2.6	3.9	3.6
KAS	31.5	31.6	32.1
Alzon	15.3	10.9	9.2

Düngung : 12. April

Mai : 215 mm Niederschlag

Quelle (5)

Die Versuchsergebnisse mit Alzon zu Mais sind durchwegs erfolgversprechend (Tab. 11).

5. Nährstoffwirkung von Gülle und Stallmist

Wirtschaftsdünger enthalten beachtliche Nährstoffmengen (Tabelle 12).

Die damit zugeführten Phosphat- und Kaliummengen sind denen in Mineraldüngern gleichwertig, d.h. durch 40 m³ Rindergülle (Milchvieh) oder 300 dt Stallmist wird der P- und K-Entzug einer Silomaisernte weitgehend gedeckt. Vom Gesamtstickstoff ist nach unseren Versuchen (7) nur der mineralische N-Anteil = Ammoniumstickstoff unmittelbar pflanzenverfügbar, aber auch verlustgefährdet durch Ammoniakverdunstung oder Nitratauswaschung nach erfolgter Nitrifikation. Zunächst ist nur dieser Ammoniumstickstoff in der Düngerbilanz zu berücksichtigen. Der Anteil des NH₄-Stickstoffs am Gesamt-Stickstoff der Wirtschaftsdünger ist unterschiedlich: in Stallmist liegen nur 5 - 10 %, in Gülle 50 - 70 % und in Jauche bis 95 % des NH₄-Stickstoffs vor (Abb. 10).

Deshalb muß Gülle ebenso wie Mineraldünger sehr gezielt eingesetzt werden, um unnötige N-Verluste zu vermeiden. Stallmist hingegen kann nicht so gezielt verabreicht werden, er zeigt auch nur eine geringe N-Wirkung zur Folgefrucht (ca. 30 kg N aus 300 dt). Die Verwertung des potentiell verfügbaren NH₄-Stickstoffs durch die Pflanzen hängt sehr wesentlich von der Höhe der Verluste ab:

a) NH₃-Verluste

Um unnötige NH₃-Verluste durch Verdunstung zu vermeiden, sollte Gülle wenn möglich nach der Anwendung sofort eingearbeitet werden (z.B. vor Zwischenfrucht im Herbst, im Frühjahr vor Blattfrüchten, auch nach Applikation zwischen die Maisreihen, falls noch möglich). Abbildung 11. Damit ist auch das Geruchsproblem weitgehend gelöst.

Tab. 11: Beispiele über N-Formen-Versuche zu Mais - Alzon

Braunerde Weihenstephan - 1978

Körnermais

	Kornertrag (dt/ha)	
	KAS	Alzon 22
o. N		39 (rel.)
100 N	58	59 (102)
130 N	57	62 (109)
160 N	59	64 (108)

N-Düngung: 19.4. Niederschlag im Mai: 130 mm
 Saat: 24.4.

Rendzina - Münchner Schotterebene - 1979 u. 80

Silomais

		N-Entzug (kg N/ha)	
		KAS/ha*	Alzon
1979	125 N	106	129
	235 N	123	119
1980	200 N	99	114

* 1980: 2 Teilgaben

Quelle (2)

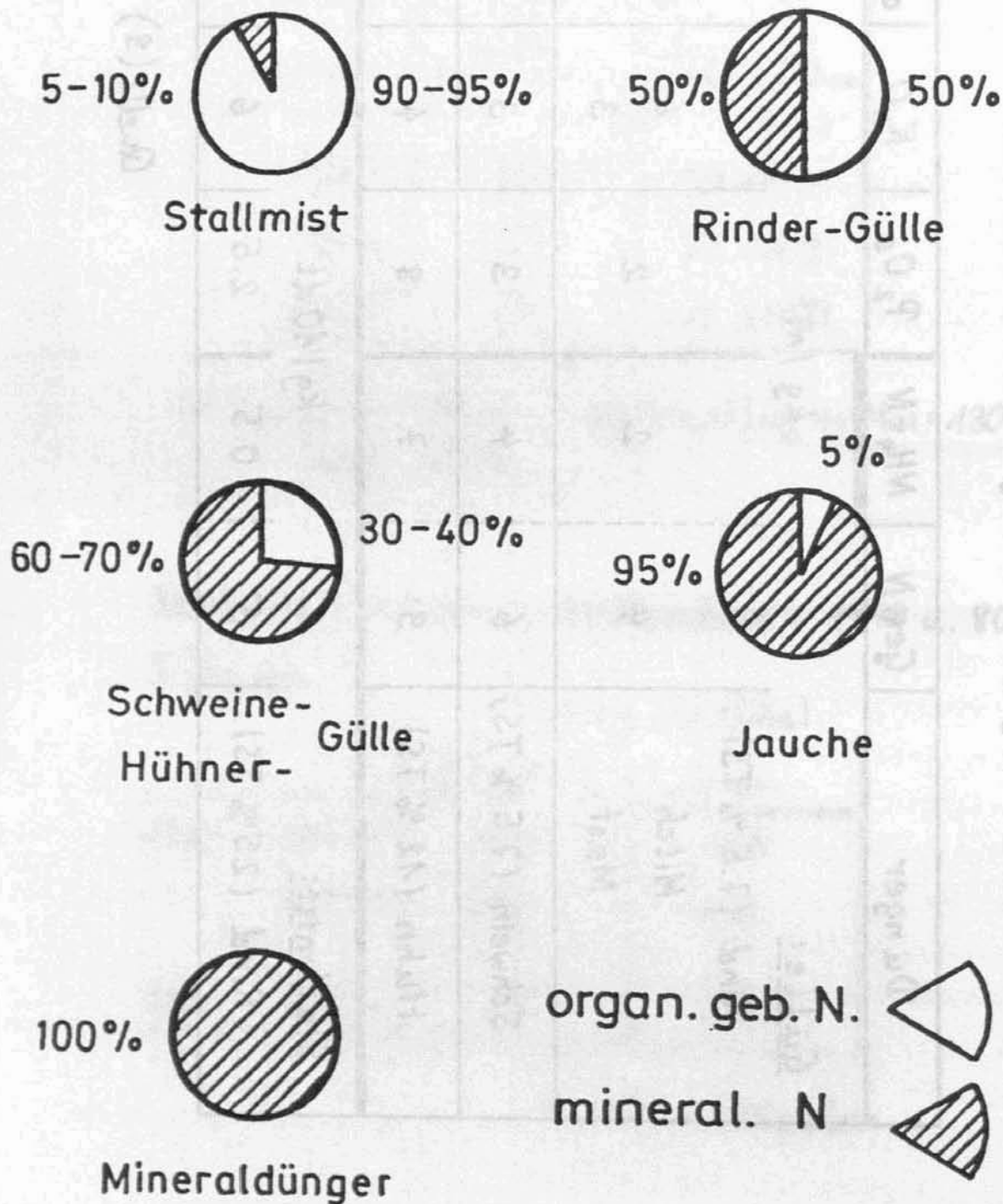
Tab. 12: Nährstoffgehalte von Gülle und Stallmist

Dünger	Ges. N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	org. Subst.
Gülle:					
Rind (7.5% TS)	4	2	2	6	60
Milch Mast					
Schwein (7.5% TS)	6	4	3	3	60
Huhn (12% TS)	9	7	8	4	90
Stallmist:					
Rind (25% TS)	5	0.5	2.5	6	180

Quelle (9)

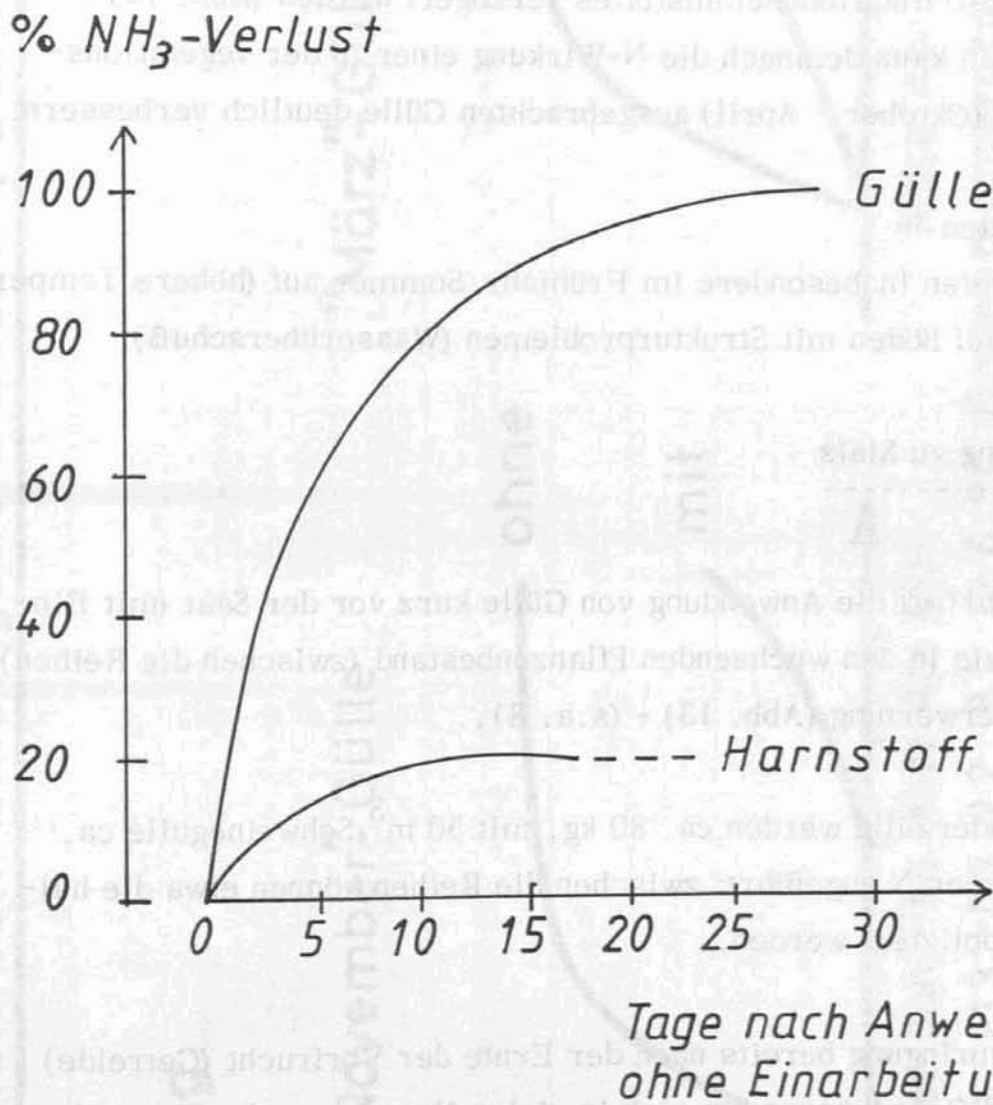
Abb. 10

Anteil der N-Fractionen in verschiedenen Düngern



Quelle (7)

Abb.11: Ammoniak-Verluste nach Anwendung von Gülle und Harnstoff ohne Einarbeitung



Quelle (17)

b) Nitratauswaschung

NH_4 -Stickstoff wird insbesondere in Abhängigkeit von der Bodentemperatur unterschiedlich schnell nitrifiziert. Sofern keine N-Aufnahme durch Pflanzen oder biologische Konservierung durch Mikroorganismen erfolgt, kann der Nitratstickstoff ein- bzw. ausgewaschen sowie denitrifiziert werden. Die Nitrifikation des Güllestickstoffs kann durch den Einsatz eines Nitrifikationshemmstoffes verzögert werden (Abb. 12) - (3, 19); Didin kann demnach die N-Wirkung einer in der vegetationsfreien Zeit (Oktober - April) ausgebrachten Gülle deutlich verbessern.

c) Denitrifikation

Verluste treten insbesondere im Frühjahr/Sommer auf (höhere Temperatur), vor allem auf Böden mit Strukturproblemen (Wasserüberschuß).

6. Gülledüngung zu Mais

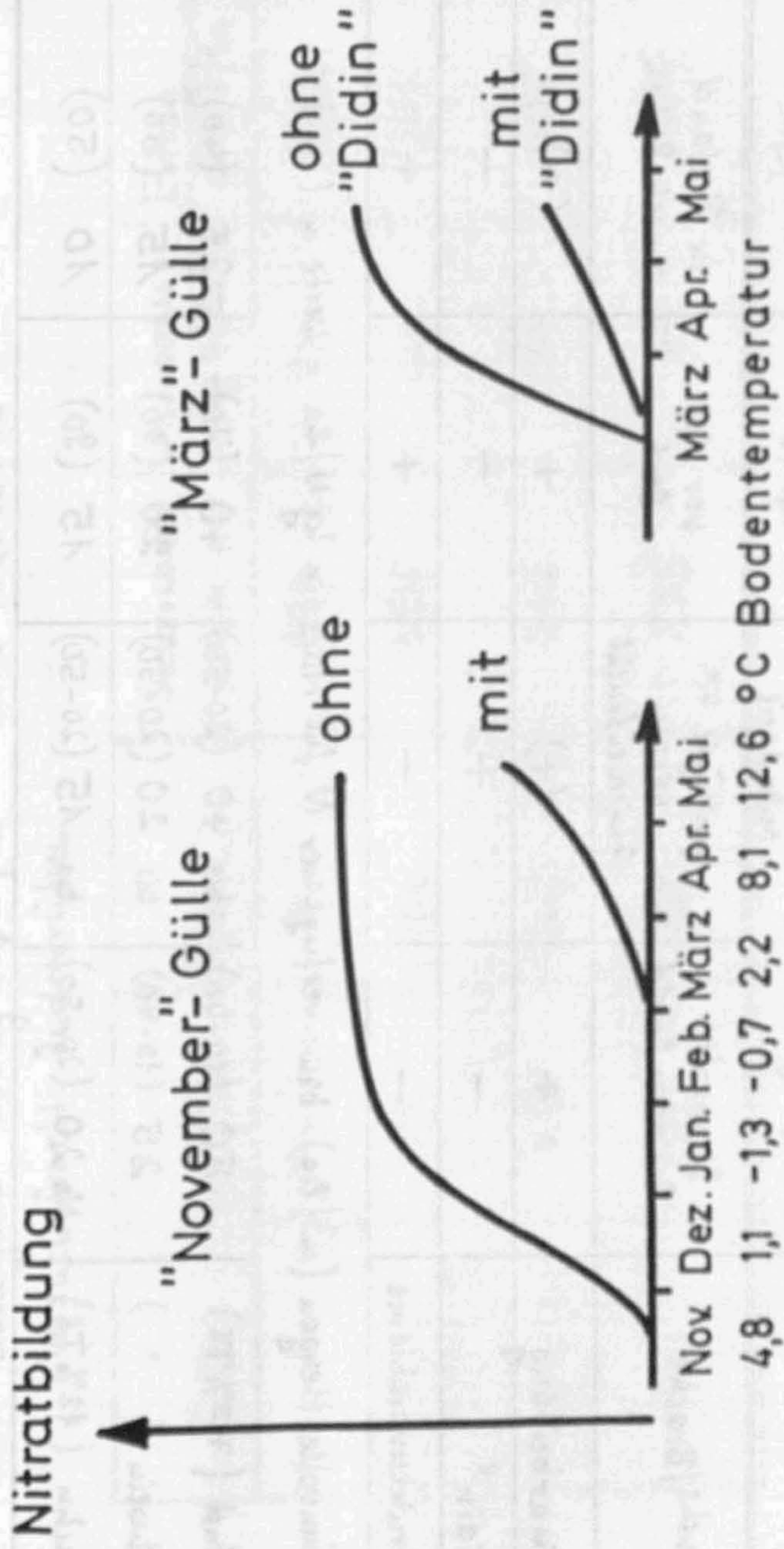
Ohne Zweifel bringt die Anwendung von Gülle kurz vor der Saat (mit Einarbeitung) sowie in den wachsenden Pflanzenbestand (zwischen die Reihen) die beste N-Verwertung (Abb. 13) - (s.a. 8).

Mit 40 m^3 Rindergülle werden ca. 80 kg, mit 30 m^3 Schweinegülle ca. 120 kg wirksamer N zugeführt; zwischen die Reihen können etwa die halben Mengen appliziert werden.

Auch eine Ausbringung bereits nach der Ernte der Vorfrucht (Getreide) zur Stroh- und Gründüngung hat sich in vielen Versuchen als günstig herausgestellt (Tab. 13 - Beispiel für Zuckerrüben).

In diesem Fall ist es allerdings schwieriger, den für die Folgefrucht Mais verfügbaren Stickstoff abzuschätzen, insbesondere dann, wenn die Zwischen-

Abb. 12 Nitrifikation von Rindergülle ± Didin (Schema)



Quelle (19)

Abb.13: Güllekalender zu Mais

	Juli/August	Oktober bis Mitte April	April	Mai/Juni								
Bewuchs/Brache	Strohrotte Zwischenfrucht	gepflügte Fp. oder mit Zwischenfrucht	vor der Saat	in Bestand zwischen Reihen								
Einarbeitung	+	(+)	+	(+)								
"Didin"	-	+	-	-								
Strukturprobleme	-	-	+	+								
Sinnvolle Mengen (m^3/ha) bzw. verfügbarer N für Mais in $kg N/ha =$ Werte in ()												
Rind (7.5% TS)	50 (10-40)	bis 40 (20-50)	40 (70)	25 (40)								
Schwein (")	25 (10-40)	bis 20 (20-50)	20 (70)	15 (50)								
Huhn (12% TS)	bis 20 (20-50)	bis 15 (20-50)	15 (90)	10 (50)								
<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>jährliche Höchstgabe insgesamt</td> <td>Rind</td> <td>Schwein</td> <td>Huhn</td> </tr> <tr> <td>m^3/ha</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>20</td> </tr> </table>					jährliche Höchstgabe insgesamt	Rind	Schwein	Huhn	m^3/ha	60	40	20
jährliche Höchstgabe insgesamt	Rind	Schwein	Huhn									
m^3/ha	60	40	20									

Tab. 13 Gülldüngung zur Zwischenfrucht - Weihenstephaner Lysimeter

Güllegabe 100 kg NH₄-N / ha in 50 m² Rigülle / ha
Versuchsfrucht: Zuckerrüben

Gülle	KAS z. Saat	Summe	Sickerwasser mm	Auswäschung kg N / ha	Ertrag dt Fris / ha
—	—	0	332	71	602
August + Gründung.	40	140	235	50	713
Oktober	40	140	288	116	695
—	120	120	275	69	717

Quelle (14)

frucht erst zur Maissaat eingearbeitet wird. Die Nmin-Methode erfaßt nur nach Herbstearbeitung in Abhängigkeit von den Mineralisierungsbedingungen des Winters mehr oder weniger hohe Anteile dieses potentiell wirksamen Güllestickstoffes. Als Faustregel für die N-Nachwirkung einer Zwischenfrucht kann gelten (Beispiel für Raps):

guter Rapsbestand (gute N-Versorgung): Nachlieferung bis 40 kg N/ha,
schwacher Rapsbestand Nachlieferung bis ca. 10 kg N/ha.

Die N-Wirkung einer zwischen Oktober und April ausgebrachten Gülle zu Mais läßt sich durch die Zugabe von Didin (ca. 15 - 20 kg Didin/ha, zur Gülle gemischt) deutlich verbessern (Tab. 14). Diese gute N-konservierende Wirkung des Hemmstoffes läßt sich sowohl durch Nmin-Untersuchungen der Böden als auch durch Messungen der Nitratgehalte des Bodenwassers belegen.

Die eben vorgestellten Einsatzmöglichkeiten der Gülle lassen sich in einem Güllekalender (Abb. 13) zusammenfassen.

Tabelle 15 enthält ein vereinfachtes Beispiel für einen Stickstoffdüngesplan für Mais ohne und mit Rindergülle.

Durch einen sinnvollen Einsatz von Gülle läßt sich neben der mineralischen N-Düngung eine beachtliche Einsparung mineralischer P- und K-Dünger erreichen.

Zusammenfassung

Mais stellt eine sehr nährstoffintensive Pflanze dar mit einer hohen Aufnahme rate ab 2 Wochen vor dem Rispschieben. Durch eine fruchtspezifische Verteilung der für eine Fruchtfolge notwendigen P- und K-Düngung kann dem geringen Nährstoffaneignungsvermögen dieser Pflanze insbeson-

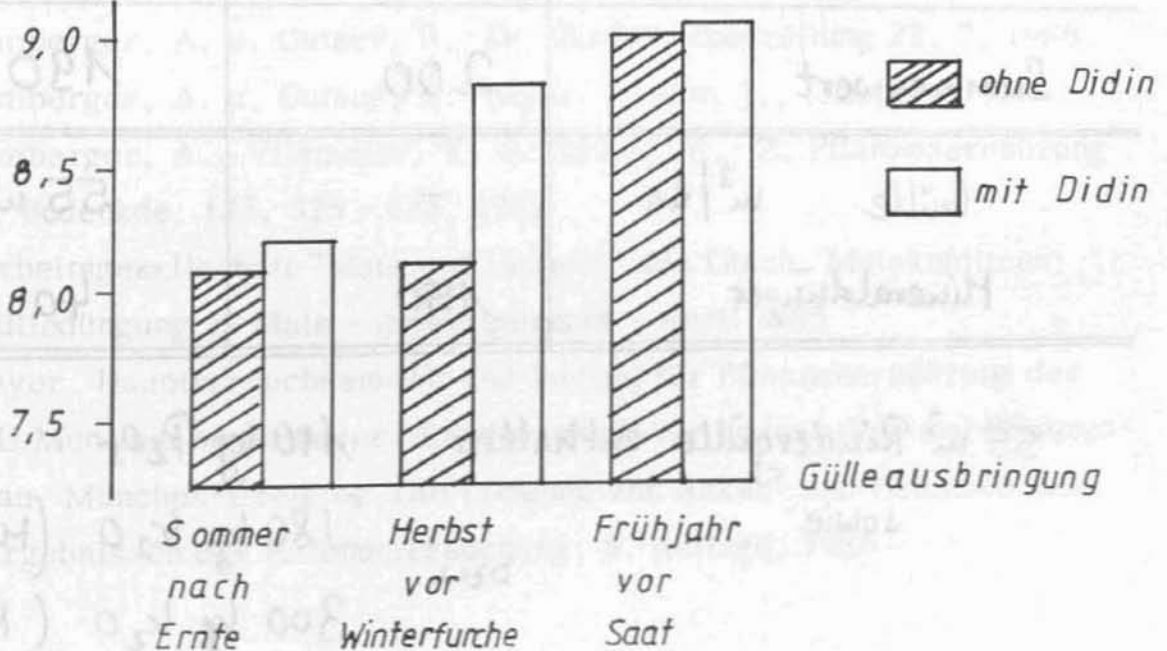
Tab. 14: Rindergülle + Didin zu Silomais

N-Entzug ohne Didin = 100

Güllegabe	1979	1980	1982	∅
September	101	116	104	107
Okt./Nov.	109	111	119	113
März	111	112	102	108

Quellen (3,13)

Silomaisertrag
10³ KStE



Quelle: (16)

Tab.15: Stickstoff-Düngeplan für Mais ± Gülle

Vorfrucht: Getreide und Zwischenfrucht

Düngung	ohne Gülle	mit Gülle
	(kg N/ha)	
<u>N_{min} März</u> kg N/ha	50	70
<u>März</u> Gülle + Didin 35 m ³ /ha	-	50
<u>April/Mai</u> Saat/Auflaufen		
Mineraldünger	80	40
<u>Juni</u> zwischen d. Reihen		
Gülle 20 m ³ /ha	-	30
Mineraldünger	70	-
<u>Summenwert</u>	200	190
Gülle m ³ /ha	-	55 m ³ /ha
Mineraldünger	150	40 kg N/ha

55 m³ Rindergülle enthalten

sowie

110 kg P₂O₅

180 kg K₂O (Milchprod.)

bzw.

300 kg K₂O (Mast)

dere während der Jugendentwicklung Rechnung getragen werden, ebenso durch eine Unterfußdüngung mit Pund N. Die Düngungssysteme für Stickstoff müssen zeitlich der Aufnahmerate für N angepaßt werden; Mais nimmt erst ab der 2. Junihälfte nennenswerte N-Mengen auf. Die Nmin-Untersuchung der Böden erleichtert eine optimale Bemessung der N-Düngung, insbesondere in viehstarken Betrieben (Richtwert: Summe 170 - 200 kg N/ha inklusive Nmin-Stickstoff). Wirtschaftsdünger, insbesondere Gülle, enthalten beachtliche Mengen an N, P und K, die im Düngeplan auch aus ökonomischen (Einsparung von Minderaldünger) und ökologischen (Vermeidung unnötiger Nitratauswaschung) Gründen berücksichtigt werden sollten.

Literatur

1. Aldrich et al. 1975, zit. in Nr. 20
2. Amberger, A.: Bayer. Landw. J. 58, Sh.1, 80 - 88, 1981
3. Amberger, A.: Bayer. Landw. J. 58, 845 - 853, 1981
4. Amberger, A. u. Gutser, R.: Mais, 4, 12 - 15, 1976
5. Amberger, A. u. Gutser, R.: Dt. Zuckerrübenzeitung 22, 7, 1986
6. Amberger, A. u. Gutser, R.: Bayer. Landw. J., i.Druck, 1987
7. Amberger, A., Vilsmeier, K. u. Gutser, R.: Z. Pflanzenernährung u. Bodenkde. 145, 325 - 336, 1982
8. Arbeitsgesellschaft "Mais und Umwelt" des Dtsch. Maiskomitees: Gülledüngung zu Mais - umweltgerecht - April 1985
9. Bayer. Hauptversuchsanstalt und Institut für Pflanzenernährung der TU München sowie Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München-Freising: Die Düngung von Acker- und Grünland nach Ergebnissen der Bodenuntersuchung. 5. Auflage, 1985

10. Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (L. Hepting):
Versuchsergebnisse Mais 1982
11. Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (L. Hepting):
Versuchsergebnisse Mais 1986
12. Buchner, A. u. Sturm, H.: Gezielter düngen. DLG-Verlag,
2. Auflage, 1985
13. Gutser, R.: Bayer. Landw. J. 58, 872 - 879, 1981
14. Gutser, R.: Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 34, 83 - 86, 1982
15. Gutser, R. u. Amberger, A.: Landw. Forsch. Kongreßband 96,
VDLUFA-Kongreß, 137 - 145, 1984
16. Hege, K.: Bayer. Landw. Wo-Blatt, Heft 40, 1985
17. Kolenbrandner, G.J.: zit. in Brogan J.C.: Nitrogen losses and surface
run-off. Brussels-Luxembourg 425 - 430, 1981
18. Leibelt, W.: Mais 2, 34 - 38, 1983
19. Vilsmeier, K. u. Amberger, A.: Z. Pflanzenernährung u. Bodenkde.,
i. Druck, 1986
20. Zscheischler, J., Estler, C., Groß, F., Burgstaller, G., Neumann, H.
u. Geißler, R.: Handbuch Mais. DLG-Verlag, 3. Auflage, 1984

Acker- und pflanzenbauliche Erfahrungen mit der Breitsaat von Mais

von LD Simon Heindl, Regierung von Oberbayern, München

Einführung:

Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf Ergebnisse der LBP München/Freising und des AfLuB Ingolstadt aus dem Versuch auf dem Betrieb Klaus Horsch, Hellmannsberg bei Kösching. Sie gliedern sich wie folgt:

1. Versuchsanlage

1.1 Versuchsglieder

1.2 Versuchsstandort

1.3 Fruchtfolge

1.4 Düngung

2. Bodenkundliche Untersuchungen und Ergebnisse

2.1 Bodenwiderstandsmessungen

2.2 Rohdichte und Luftkapazität

2.3 Biologische Werte

2.4 Bodentemperatur

3. Pflanzenbauliche Aspekte

3.1 Nährstoffverteilung

3.2 ph-Wert und org. Substanz

3.3 Erträge 1980 - 1986

3.4 Pflanzenschutz

4. Zusammenfassung

Im Versuch wurden u. a. seit 1980 folgende Fragen geprüft:

1. Welche ackerbaulichen und pflanzenbaulichen Unterschiede ergeben sich bei langjähriger pflugloser Bewirtschaftung durch Frässaat gegenüber der jährlichen Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug?
2. Kann das "System Horsch" den Pflug ersetzen?
3. Wie könnte das "System Horsch" ergänzt bzw. verbessert werden?

Das "System Horsch" ist dem Frässaatverfahren zuzuordnen; es ist in den letzten Jahren durch den Säexaktor aus Fräse und pneumatischer Breitsaat-einrichtung mit Säschiene weiterentwickelt worden. Zielsetzungen sind: Arbeitseinsparung, ständige Mulchdecke zur Erosionsminderung, Förderung des Bodenlebens.

1. Versuchsanlage:

1.1 Versuchsglieder

Vom Gesamtversuch werden nachstehende Versuchsglieder näher erläutert: (Abbildung 1)

1.2 Versuchsstandort

Der Versuchsstandort befindet sich auf der Donaualb im Landkreis Eichstätt ca. 430 m über NN bei \bar{N} 688 mm Jahresniederschlägen und einer \bar{N} Jahrestemperatur von $7,9^{\circ}\text{C}$.

Das Ausgangsgestein ist Löß, die Bodenart UL. Bodentypologisch handelt es sich um eine Pseudogley-Parabraunerde mit dieser Horizontfolge:

Versuchsplan

Alternativen in der Bodenbearbeitung und Bestelltechnik

Nr.	Beschreibung der Versuchsglieder
1	Frässaat - System Horsch
2	Pflug - Drill - od. Einzelkornsaat, Saatstärke, Düngung Pflanzenschutz wie 1
3	Pflug - (Beratungsvariante)

Abbildung 1

Ap = 0 - 25 cm
Al = 25 - 30 cm
SwBt = 30 - 50 cm
BSW = 50 - 85 cm +

Die Bodenschätzung lautet: L₃D (Lö) 77/72. Die nutzbare Feldkapazität liegt bei 200 mm.

1.3 Fruchtfolge

Auf der Versuchsfläche wurde von 1980 - 1986 abwechselnd Körnermais und Sommerweizen angebaut, wobei die organischen Rückstände auf dem Feld verblieben. Als Körnermaissorten kamen zur Aussaat Limagold, Passat und Alize, als Sommerweizen Arkas und Turbo. Die Saatstärke bei Körnermais beim "System Horsch" betrug 13 Kö/m², in der sog. "Beratungsvariante" (Pflug) 11 Kö/m², bei Sommerweizen 212 bzw. 211 kg/ha.

1.4 Düngung

Die Düngung beim "System Horsch" (gesamte Düngermenge in einer Gabe zur Saat in die von der Fräse aufgeworfene Erde) und bei "Pflug und sonst. Maßnahmen wie Horsch" lag bei

Nr.	Beschreibung der landwirtschaftlichen Maßnahme	Düngung
1	bei Körnermais	162 kg N 68 kg P ₂ O ₅ 68 kg K ₂ O
2	bei Sommerweizen.	bzw. bei 152 kg N 63 kg P ₂ O ₅ 63 kg K ₂ O
3	Beim Pflugsystem und "sonstigen Maßnahmen nach Beratungsempfehlung" wurden beim Körnermais	166 kg N

88 kg P₂O₅
154 kg K₂O

1. Versuchsanlage:

bei Sommerweizen
175 kg N
91 kg P₂O₅
133 kg K₂O
gedüngt.

2. Bodenkundliche Untersuchungen und Ergebnisse:

2.1 Die Bodenwiderstandsmessungen mit dem Penetrometer (s. Abb. 2)

zeigen eine deutlich ausgeprägte Fräsohle bei ca. 4 - 6 cm Tiefe mit einem Anstieg des Bodenwiderstandes bis zu 24 bar bei der Herbstmessung.

Beim Pflug werden Bodenwiderstände von ca. 20 bar erst bei 25 - 30 cm Tiefe erreicht (Pflugsohle).

Die Unterschiede beider Systeme sind im Herbst deutlicher ausgeprägt als im Frühjahr.

Hellmannsberg II

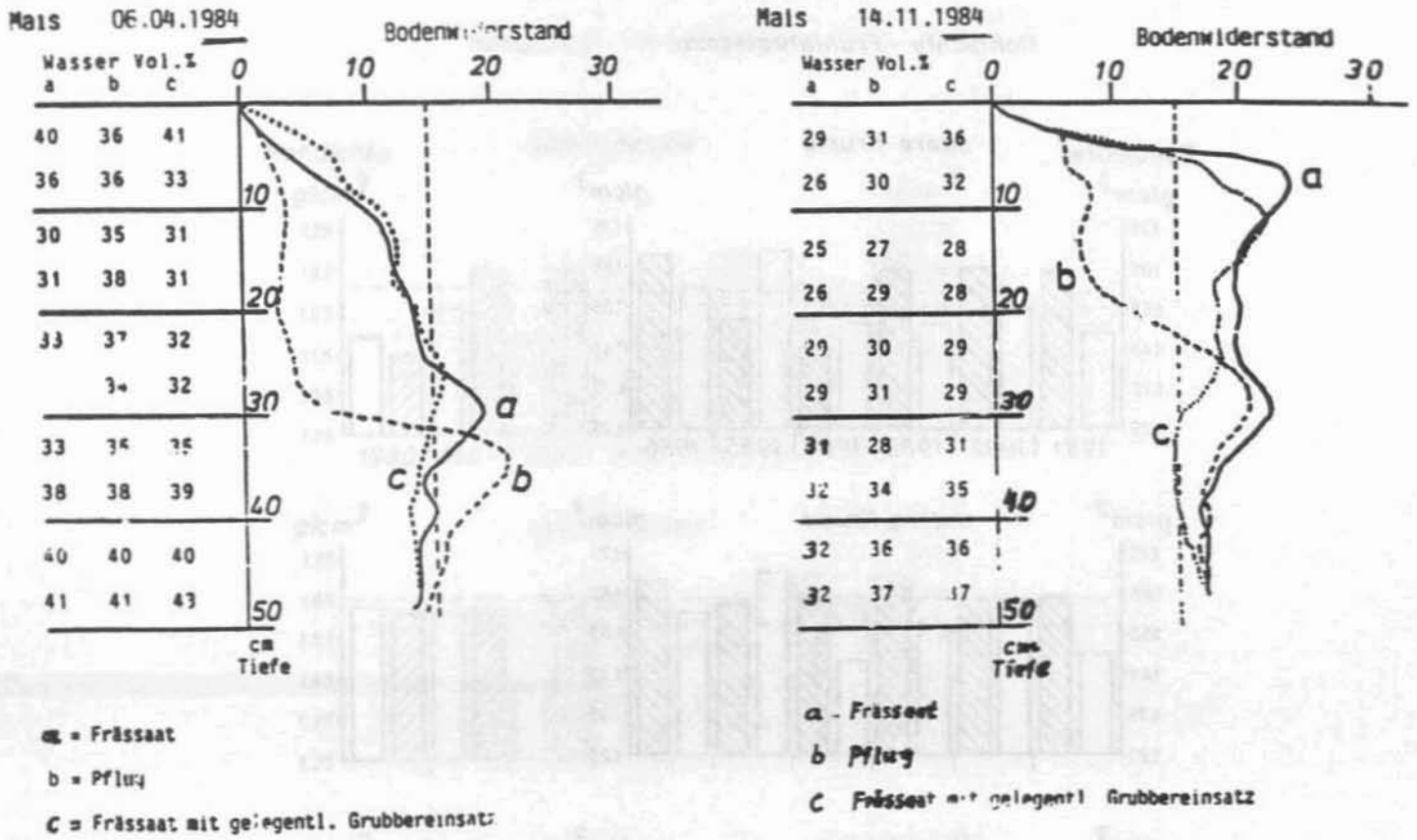


Abbildung 2

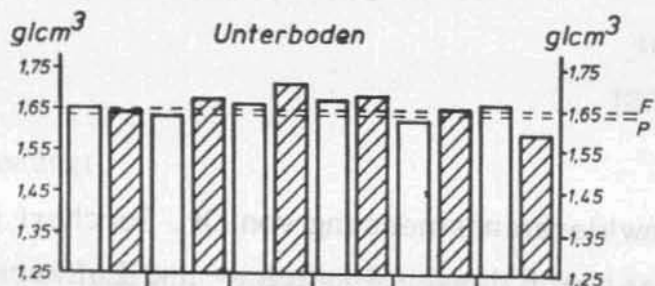
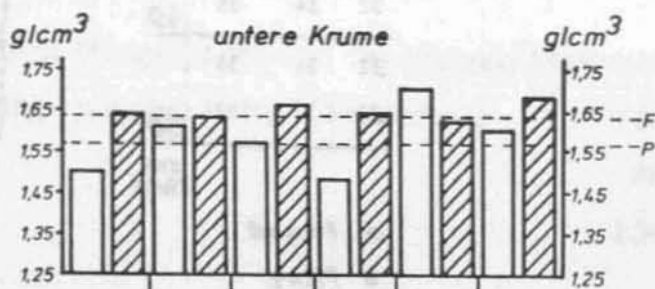
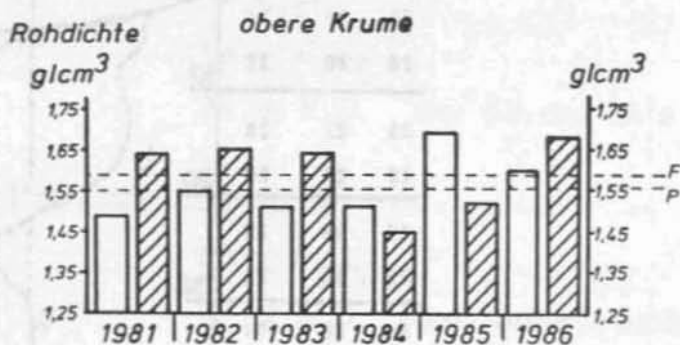
Die Werte der Bodenwiderstandsmessung von Dr. Borchert (LBP) werden auch bestätigt durch dessen Rohdichte- und Luftkapazitätsbestimmungen (s. Abbildungen 3 - 6).

2.2 Bei der Rohdichte sind beim Frühjahrstermin die Unterschiede zugunsten des Pfluges am größten in der Unterkrumme ($1,57 \text{ g/cm}^3$ gegenüber $1,64 \text{ g/cm}^3$ bei Frässaat).

Beim Herbsttermin liegt die Rohdichte nach Pflügen in der oberen Krumme bei $1,50 \text{ g/cm}^3$ gegenüber $1,61 \text{ g/cm}^3$ bei Frässaat, in der unteren Krumme bei $1,57 \text{ g/cm}^3$ gegenüber $1,65 \text{ g/cm}^3$.

Bodenbearbeitungsversuch - Hellmannsberg II

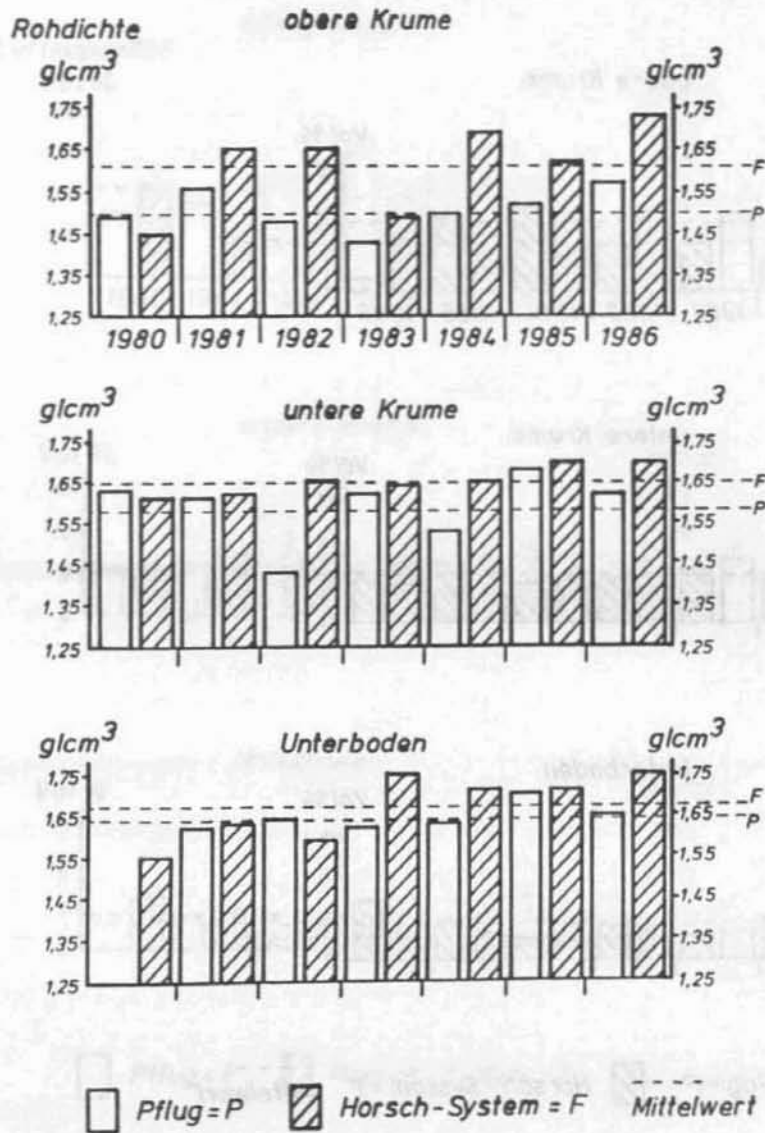
Rohdichte - Frühjahrstermin



Pflug = P
 Horsch-System = F
 - - - - Mittelwert

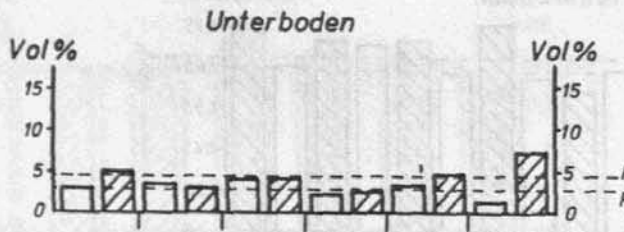
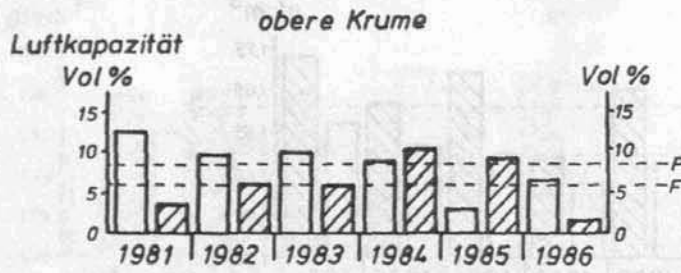
Bodenbearbeitungsversuch - Hellmannsberg II

Rohdichte - Herbsttermin



Bodenbearbeitungsversuch - Hellmannsberg II

Luftkapazität - Frühjahrstermin

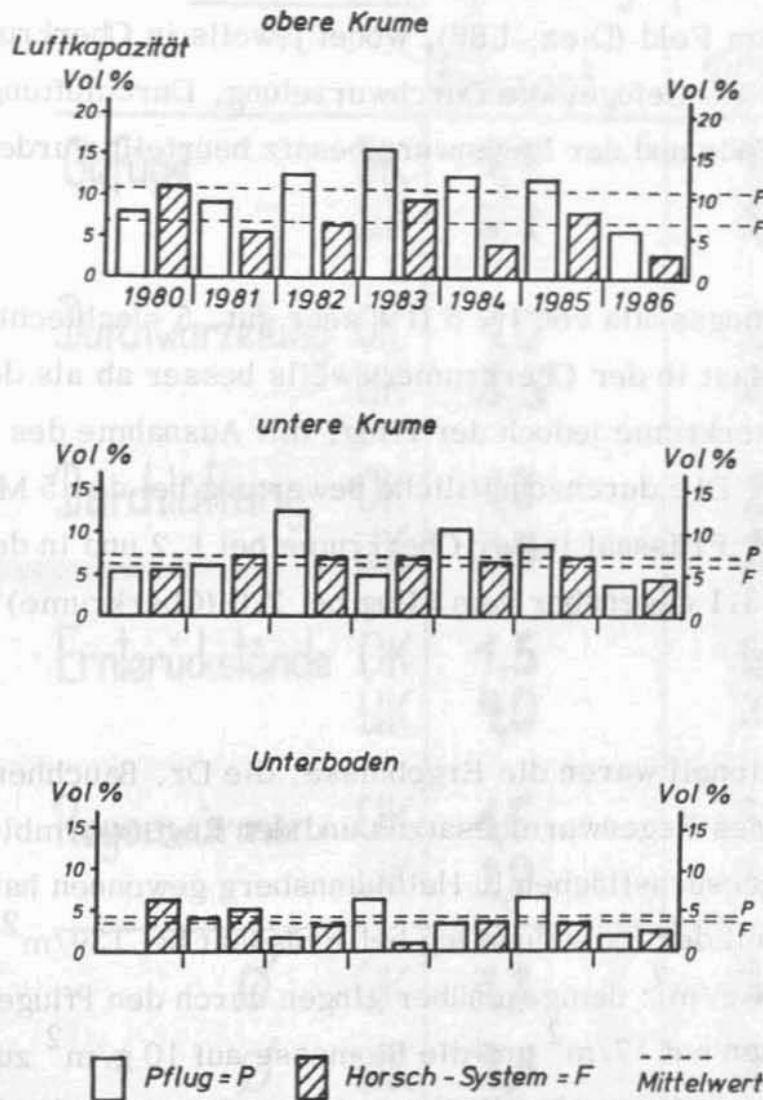


□ Pflug = P ▨ Horsch-System = F - - - Mittelwert

Abbildung 6

Bodenbearbeitungsversuch - Hellmannsberg II

Luftkapazität - Herbsttermin



Bei der Luftkapazität ergeben sich höhere (bessere) Werte sowohl bei der Frühjahrs- als auch Herbstbestimmung eigentlich nur in der oberen Krume (8% gegenüber 6% bzw. 11% gegenüber 7%).

Ergänzt werden diese bodenphysikalischen Meßwerte durch eine Gefügebeurteilung im Feld (Diez, LBP), wobei jeweils in Oberkrume und Unterkrume das Gefüge, die Durchwurzelung, Durchlüftung, die Ernterückstände und der Regenwurmbesatz beurteilt wurden (Abb. 7).

Bei einer Bewertungsskala von 1 - 5 (1 = sehr gut, 5 = schlecht) schnitt die Frässaat in der Oberkrume jeweils besser ab als der Pflug, in der Unterkrume jedoch der Pflug, mit Ausnahme des Regenwurmbesatzes. Die durchschnittliche Bewertung bei den 5 Merkmalen lag bei der Frässaat in der Oberkrume bei 1,2 und in der Unterkrume bei 3,1 gegenüber dem Pflug bei 2,0 (Oberkrume) und 2,3 (Unterkrume).

2.3 Beinahe sensationell waren die Ergebnisse, die Dr. Bauchhenss (LBP) bezüglich des Regenwurmbesatzes und der Regenwurmbiomasse auf den Versuchsflächen in Hellmannsberg gewonnen hat (Abb. 8). Die Zahl der Individuen lag bei Frässaat bei $139/m^2$ ihre Biomasse bei $101 g/m^2$; demgegenüber gingen durch den Pflugeinsatz die Individuen auf $17/m^2$ und die Biomasse auf $10 g/m^2$ zurück. Der hohe Regenwurmbesatz bei Frässaat bringt 2 entscheidende Vorteile:

1. Der Abbau der organischen Substanzen erfolgt rasch und gründlich.
2. Die hohe Zahl der Regenwurmröhren sorgt für eine schnelle Ableitung der Niederschläge in den Unterboden; Staunässe tritt somit trotz stärkerer Verdichtung in der Oberkrume nicht mehr auf. Dadurch kann die Bestellung auch früher und nicht gestört durch lästige Staunässeflächen erfolgen.

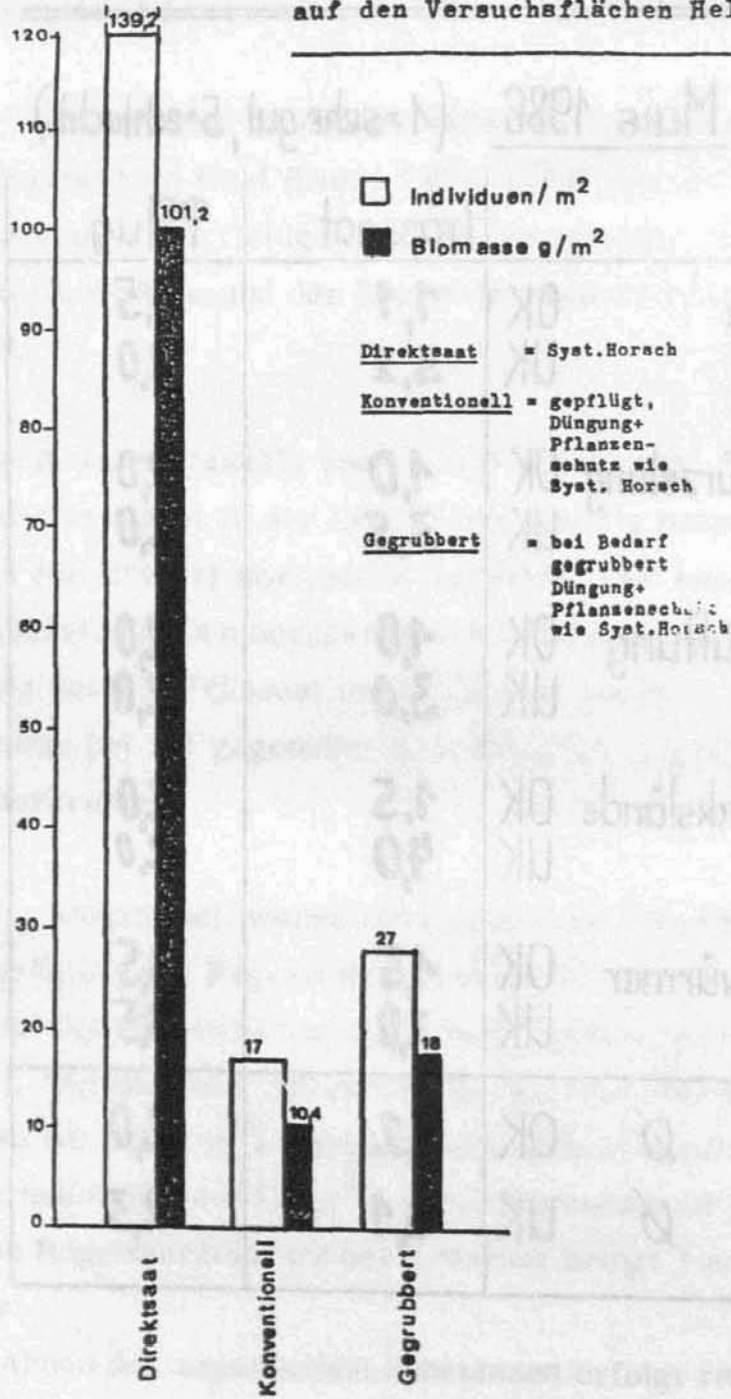
Bodenansprache Standort Hellmannsberg 2

Mais 1986 (1=sehr gut, 5=schlecht)

		Frässaat	Pflug	
Gefüge	OK	1,1	1,5	
	UK	3,2	2,0	
Durchwurzelung	OK	1,0	2,0	
	UK	3,5	2,0	
Durchlüftung	OK	1,0	2,0	
	UK	3,0	2,0	
Ernterückstände	OK	1,5	2,0	
	UK	4,0	2,0	
Regenwürmer	OK	1,5	3,5	
	UK	2,0	3,5	
	Ø	OK	1,2	2,0
	Ø	UK	3,1	2,3

Abbildung 7

Regenwurmbesatz und Regenwurmbiomasse
auf den Versuchsflächen Hellmannsberg



Bl. 3.2

Abbildung 8

Hier soll auch erwähnt werden, daß die Bodenverschlämmung und insbesondere die Bodenerosion bei Frässaat wesentlich geringer ist. Dieser Vorteil könnte vor allem auf stärker erosionsgefährdeten Lagen genutzt werden.

2.4 Der Versuch ist auch mit einem Erdbodentemperaturschreiber ausgestattet, der von Mai bis September aufzeichnet. Die Erdbodentemperaturen liegen in diesem Zeitraum bei der Frässaat durchwegs um ca. 2^o C unter der Temperatur der Pflugparzellen (Abb. 9).

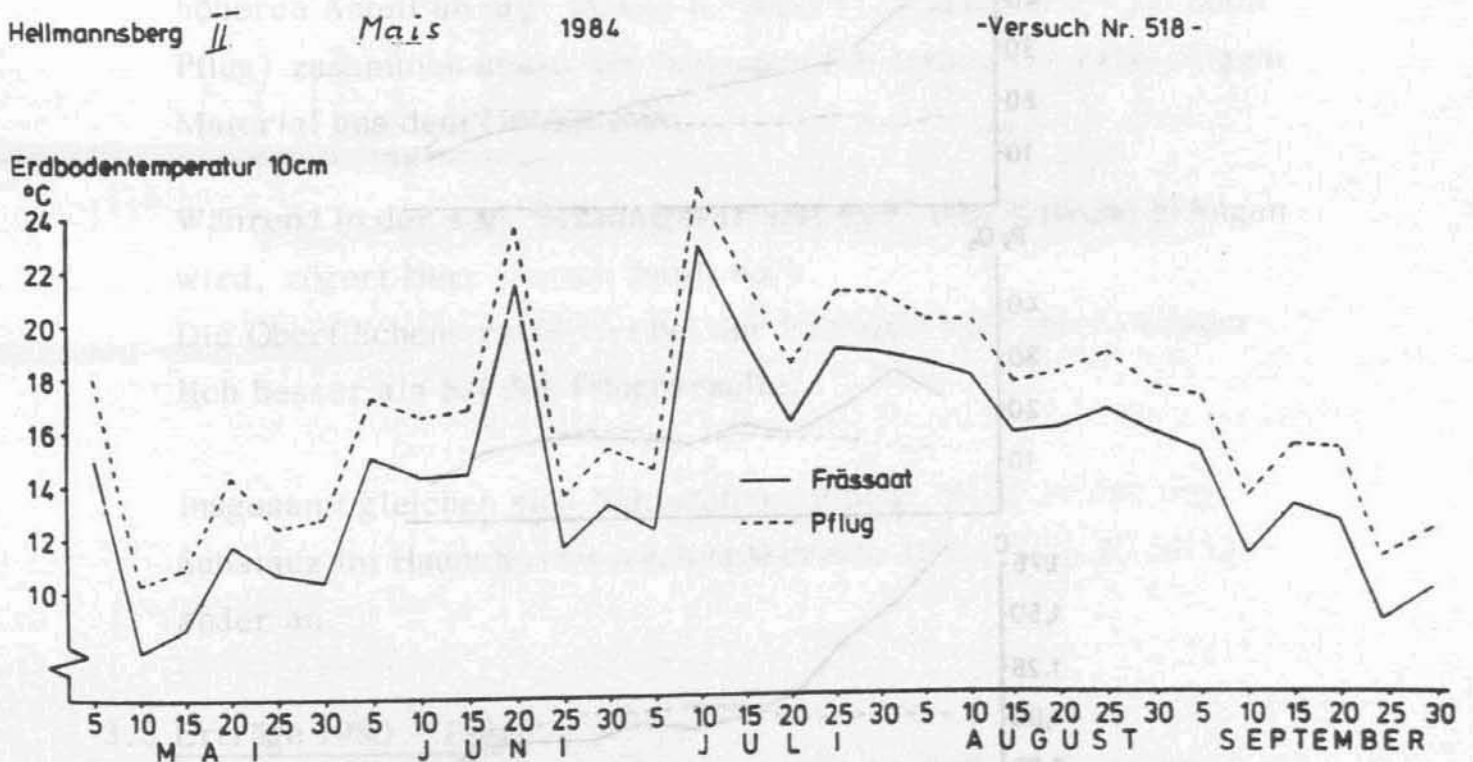


Abbildung 9

3. Als pflanzenbauliche Aspekte werden näher beschrieben:

3.1 Nährstoffverteilung im Boden (Abb. 10)

Hellmannsberg I Sommerweizen 1986

Nährstoffverteilung im Boden

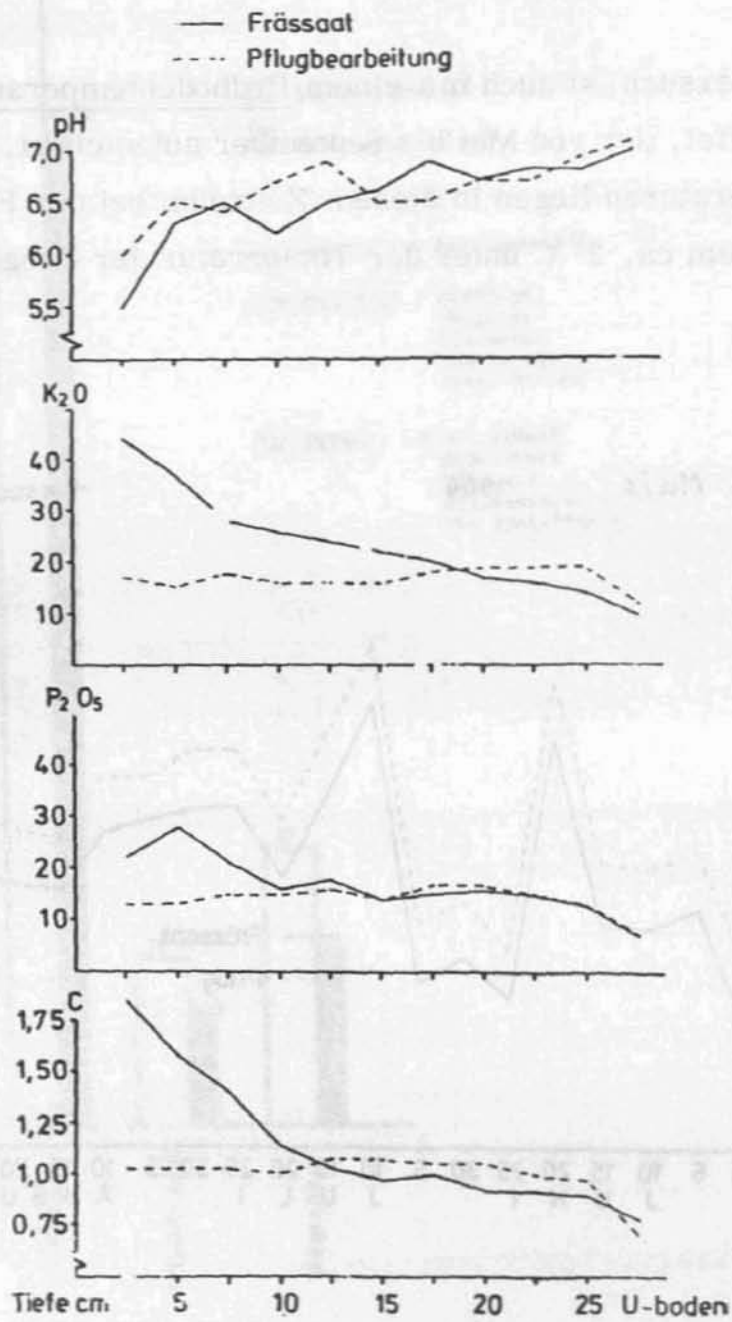


Abbildung 10

Wie nicht anders erwartet, führt die Düngemittelausbringung bei der Frässaat zu einer Anreicherung von P_2O_5 und K_2O im oberen Krumbereich. Bei P_2O_5 überlagern sich die Verteilungskurven bereits bei 10 cm, bei K_2O erst bei 20 cm Tiefe. In der Pflugvariante werden die zugeführten P- und K-Mengen über die gesamte Bearbeitungstiefe gleichmäßig verteilt.

3.2 PH-Wert und org. Substanz:

Der pH-Wert ist bei der Frässaat im oberen Krumbereich bis 15 cm Tiefe um ca. 0,5 niedriger als bei der Pflugparzelle. Das Ausgangsniveau von pH 7,0 im Unterboden ist auf 5,5 bzw. 6,0 abgesunken. Das stärkere Absinken bei der Frässaat hängt mit dem höheren Anteil an org. Masse (C-Wert 1,75 gegenüber 1,05 beim Pflug) zusammen sowie der fehlenden Förderung von kalkhaltigem Material aus dem Unterboden.

Während in der sog. Beratungsvariante 1987 eine Kalkung erfolgen wird, zögert Herr Horsch damit noch.

Die Oberflächenstruktur ist bei der Frässaat auch (noch) wesentlich besser als bei der Pflugparzelle.

Insgesamt gleichen sich Nährstoffverteilung, pH-Wert und org. Substanz im Hauptdurchwurzelungsbereich ab ca. 10 - 20 cm einander an.

3.3 Erträge 1980 - 1986

Setzt man bei Körnermais die Frässaat- bzw. Breitsaaterträge gleich 100, so liegen die Erträge der "Pflugparzelle" (bei Düngung und Pflanzenschutz wie Frässaat) zwischen rel. 100 - 124, ohne Berücksichtigung des Erntejahres 1983 (Abb. 11). Die Erträge der "Pflug-Beratungsvariante" - ohne 1983 - schwanken zwischen rel. 91 - 126.

Hellmannsberg 1980-86 (7)

- Körnermais -

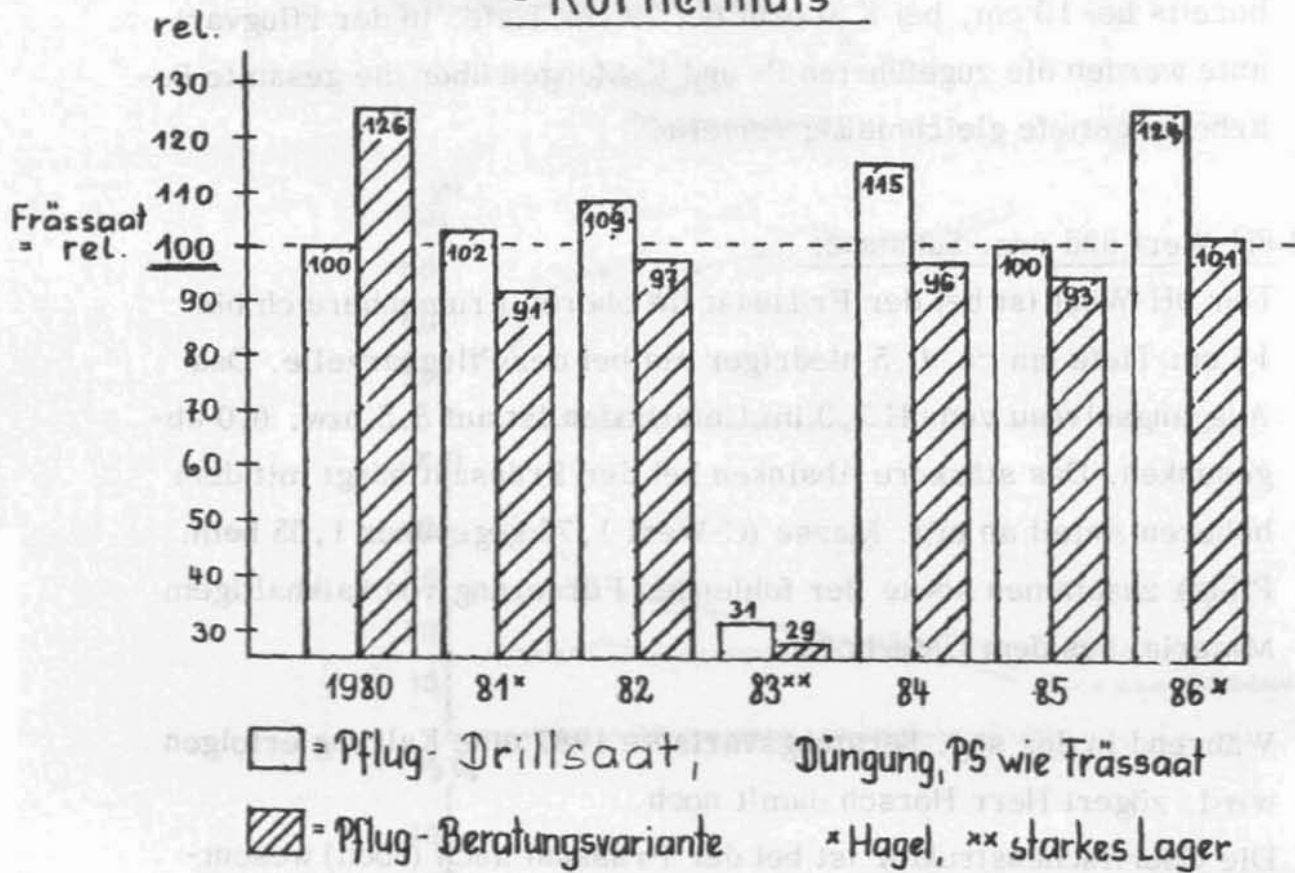


Abbildung 11

Die Erträge von 1983 fallen gänzlich aus diesem Rahmen. In diesem Jahr sind die Erträge der Pflugparzellen nach einer hervorragenden vegetativen Entwicklung (min. 0,5 m länger als bei den Fräsparzellen) auf rel. 31 bzw. 29 abgefallen. Ursache hierfür war fast ausschließlich starkes Lager nach stürmischem Wetter anfangs September und der somit unterbundenen Wasser- und Nährstoffaufnahme. Dies kommt auch in der Lagerboniturnote von 3,6 (gegenüber 1,9) zum Ausdruck (Abb. 12).

Bodenbearbeitungsversuch Hellmannsberg

	Frässaat	Pflug	
		Drillsaat wie Frässaat	sonst Beratungs- variante
Körnermais ϕ 1980-86(7)			
Lager v. Reife ϕ	1,9	2,6	3,6
Stengelfäule ϕ (1-9)	2,7	2,8	2,9

Abbildung 12

Die Sommerweizenerträge der Jahre 1980 - 1986 müssen differenzierter betrachtet werden als die Körnermaiserträge (Abb. 13). Das Ertragsniveau bei der "Pflug-Beratungsvariante" hebt sich ab 1983 sehr stark von den Vorjahren und den Varianten "Frässaat" bzw. "Pflug und Düngung, Pflanzenschutz wie Frässaat" ab. Es steigt im \bar{x} dieser 4 Jahre auf rel. 135 gegenüber 105 in den Jahren 1980 - 1982 an, während es bei den Parzellen Pflug + Düngung und Pflanzenschutz wie Frässaat bei rel. 99 bzw. 98 liegt. Die Ertragsunterschiede bei Sommerweizen sind somit nicht durch Frässaat oder Pflug bedingt, sondern ausschließlich durch die erfolgten bzw. nicht erfolgten Spritzungen gegen Blatt- und Ährenkrankheiten.

In den letzten Jahren schlagen hier die verbesserten Präparate in der sog. "Beratungsvariante" sehr stark durch. Seit 1986 erhält deshalb im Versuch auch die Frässaat einen "optimalen Pflanzenschutz".

Hellmannsberg 1980-86 (7)

- Sommerweizen -

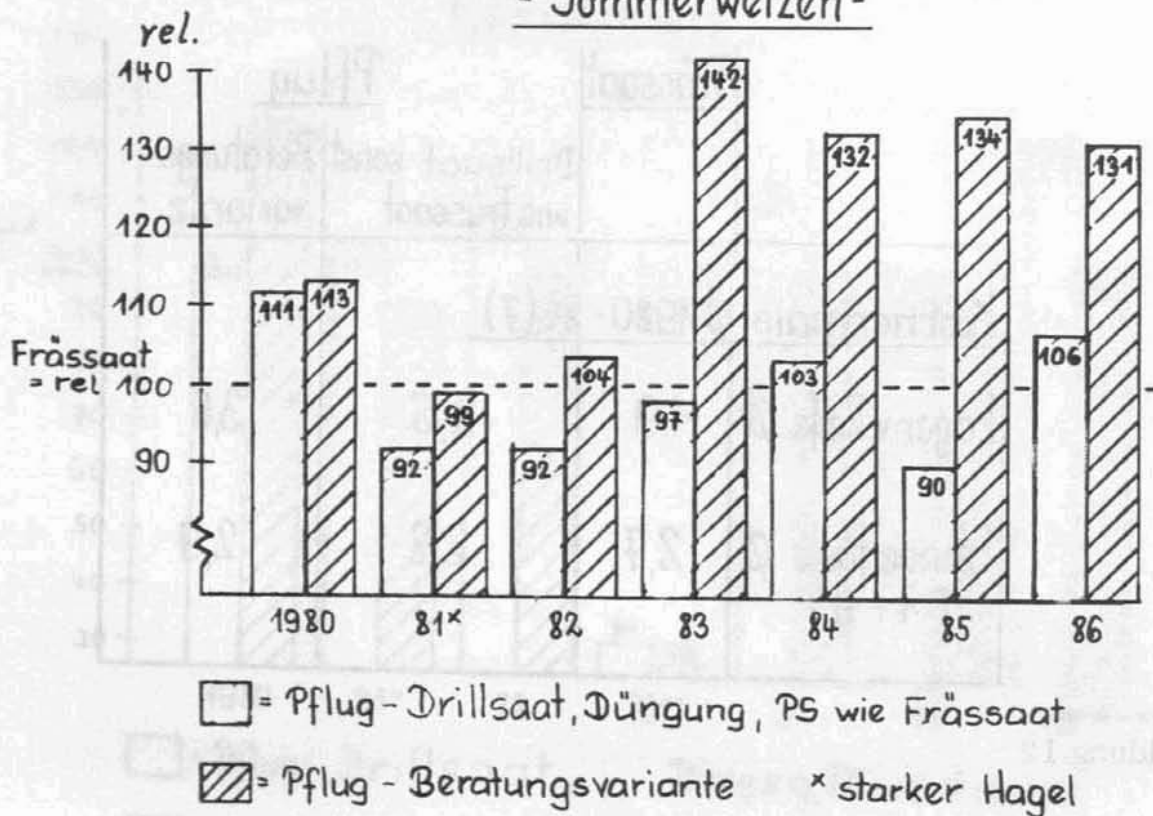


Abbildung 13

Die Ertragsfaktoren Spelzenbräune, Blattmehltau, Lager, Keimpflanzen und Ähren/m² sind der Abbildung 14 zu entnehmen. Hieraus wird deutlich, daß auch bei Frässaat eine hohe Zahl ährentragender Halme (bis 777) erreicht werden kann; dabei wird durch eine hohe Bestockung die teilweise geringe Keimpflanzenzahl (0 von 319 gegenüber 522 bei Beratungsvariante) noch gut ausgeglichen. Die wesentlich höheren Erträge erklären sich jedoch besonders aus den Blattmehltau- und Spelzenbräuneboniturzahlen (2,3 bzw. 3,7 gegenüber 4,0 bzw. 5,0).

Insgesamt sind m.E. die Ertragszahlen der Jahre 1980 - 1986 doch überraschend (Abb. 15).

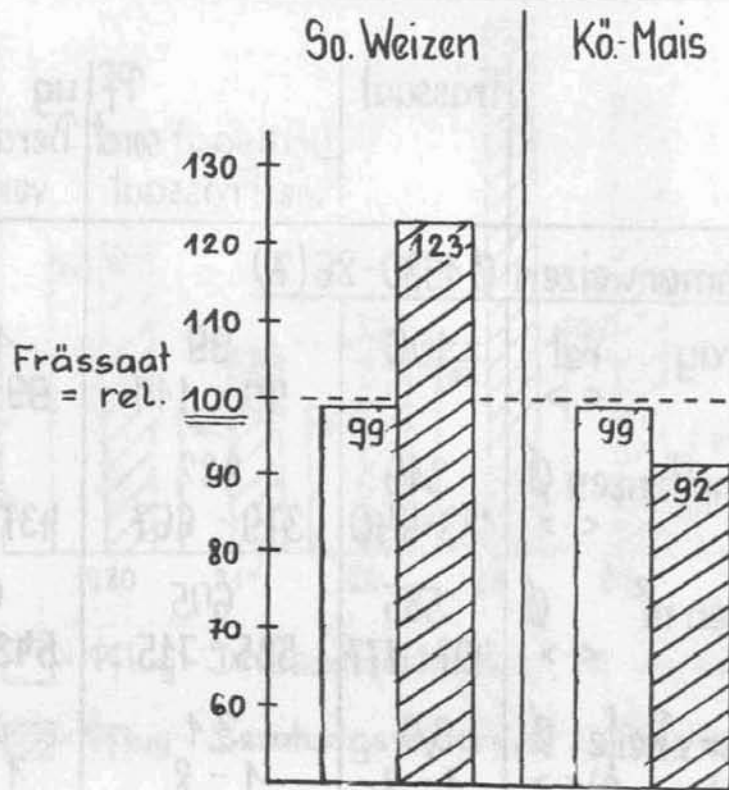
Bodenbearbeitungsversuch Hellmannsberg

	Frässaat	Pflug Drillsaat sonst wie Frässaat	Beratungs- variante
Sommerweizen \bar{x} 1980-86 (7)			
Ertrag rel < >	100	99 90 - 111	123 99 - 142
Keimpflanzen \bar{x} < >	319 183 - 440	482 379 - 667	522 437 - 592
Ähren m^2 \bar{x} < >	585 497 - 777	605 535 - 715	686 543 - 787
Lager v. Reife \bar{x} (1=ohne, -9) < >	3,0 1 - 8	3,1 1 - 8	2,3 1 - 7
Blattmehltau \bar{x} < >	4,0 2,0 - 7,2	4,0 2,0 - 6,0	2,3 1,2 - 3,5
Spelzenbräune \bar{x}	5,0	5,4	3,7

Abbildung 14

1. Zunächst schneidet in der Variante "Pflug und Drill- bzw. Einzelkornsaat, Düngung und Pflanzenschutz wie bei Frässaat" der Pflug mit einem rel. Ertrag von je 99 bei Sommerweizen und Körnermais nicht besser ab als die Fräse.

Ø Erträge 1980-86(7) Hellmannsberg



□ = Pflug, Drill-Einzelkornsaat, Düng, PS wie Frässaat

▨ = Pflug - Beratervariante

Abbildung 15

2. Aufgrund der schon geschilderten Verhältnisse des Jahres 1983 fällt bei Körnermais die "Beratervariante" sogar auf rel. 92 ab.
3. Die Ertragsüberlegenheit bei Sommerweizen ist im optimalen Pflanzenschutz begründet. Das Versuchsergebnis 1986 zeigt jedoch, daß das Ertragsniveau der "Beratervariante" auch bei Frässaat erreicht werden konnte (nach Blatt- und Ährenbehandlung).

3.4 Pflanzenschutz und Unkrautflora

Als wesentlicher Nachteil der Fräs- bzw. Breitsaat wird immer wieder die starke Entwicklung einiger Ungräser bzw. Unkräuter herausgestellt. Vom Problemungras "Quecke" einmal abgesehen, wird diese Behauptung durch Unkrautbestandsaufnahmen der Jahre 1981 und 1985 nur zum Teil bestätigt (Abb. 16).

Bodenbearbeitungsversuch Hellmannsberg 2

Unkrautbestandsaufnahme

Angebaute Frucht	1981		1985	
	Frässaat	Pflug	Frässaat	Pflug
Entwicklungsstadium	25	25	21	25
Deckungsgrad So.Weiz.%	35	28	20	25
" Unkraut %	5	6	5	1
<u>Unkräuter %</u>				
Jähr. Rispe	40	-	12	-
Vogelmiere	20	8	85	-
Klettenlabkraut	28	63	-	25
Frühhg. Kreuzkraut			2	-
Ackervergißmeinnicht	5	8		
Akereichrenpreis	-	8	-	25
Taubnessel	1	3	-	13
Ackerhohlzahn				12
Ackerwinde	-	-	1	-
Kamille	3	1	-	25
Löwenzahn	3	-	-	-
Sonstige: Ackerdistel, Winden-Vogelknöterich, Gem.Melde				

Abbildung 16

Der Deckungsgrad mit Unkräutern ist z.B. 1985 mit 5 % bei Frässaat gegenüber 1 % nach dem Pflug wesentlich höher; die Zahlen für 1981 lagen jedoch bei 5 bzw. 6 %. Bei der Frässaat gibt es andere

Leitungräser bzw. -unkräuter wie nach dem Pflug: 1981 waren dies z.B. Jährige Rispe, Klettenlabkraut und Vogelmiere, 1985 Vogelmiere und Jährige Rispe; 1986 jedoch das Frühlingskreuzkraut, das 1985 erst mit 2 % vorhanden war.

Leitunkräuter nach dem Pflug sind Klettenlabkraut, Ackerehrenpreis, Kamille, Taubnessel, Ackerhohlzahn.

Im Pflanzenschutzbereich werden gegen das "System Horsch" zwei Einwendungen immer wieder vorgebracht:

1. Horsch verschenke bei Weizen wegen unterlassener Fungizidspritzungen Ertrag.
2. Die Ungras- bzw. Unkrautflora sei auf Dauer ohne Pflug nicht im Griff zu behalten.

Zweifellos liegt in der Unkraut- und Ungräserkonkurrenz die größte Problematik des Anbauverfahrens nach Horsch. In den letzten Jahren sind 2 bisher kaum aufgetretene Unkräuter bzw. Ungräser dazugekommen, nämlich das Frühlingskreuzkraut und das Deutsche Weidelgras. Ein über Jahre gleiches Verfahren zur Unkrautbekämpfung ist im System Horsch somit nicht möglich.

Bezüglich der ausgebrachten Wirkstoffmengen in g/ha gibt Abb. 17 Aufschluß.

Da Atrazin nur noch mit 3 kg/ha ausgebracht werden kann, müssen künftig andere Maisherbizide eingesetzt werden. Auch im Weizenanbau ist ein zunehmender Wirkstoffbedarf gegen Ungräser zu verzeichnen. Insgesamt erfordert das "Horsch-System" vom Praktiker bei der Ungras- und Unkrautbekämpfung größere Erfahrungen und Kenntnisse. Geht man davon aus, daß die Praktiker im Anbausystem Horsch auch bei Weizen künftig Fungizidbehandlungen durchführen, so zeigt sich auch hier die Tendenz aller reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren, nämlich erhöhter Chemieeinsatz.

PS-Mittelauflage (Wirkstoffmengen g/ha)

Frucht	Sommerweizen							Körnermais				
	Horsch			Beatungsempfehlung				Horsch	Beatungsempf.			
System	Herbizide		Fungi-	Wachst.- regler	Herbizide		Fungi-	Wachst.- regler	Herbizide		Herbizide	
	Unkraut	Ungras	zide		Unkraut	Ungras			zide	Unkraut		Ungras (Totalherb.)
Jahr												
1980	960	125			960	125		97	3840		960	
1981	1050	185		97	3190		198	97	3840		960	
1982	1092	225		89	2200		756	178	3840		960	
1983	2180	225		89	2900		1546	178	3840		960	
1984	1680	225	72,5		2320		625	178	1440	1050	960	
1985	2180	225			2400		572	178	1000	5776	960	
1986	2100	1020			2400		550	178 294	1500	1050	1440	
Ø /Jahr	1606	319	10,0	39	2439	18	607	197	2757	1125	1029	
Ø Frucht- folgerota- tion	1974 g/ha				3261 g/ha				3882 g/ha		1029 g/ha	
	Horsch: 5856 g				Beatungsempfehlung: 4290 g							

Abbildung 17

4. Zusammenfassung

Bisher 7jährige Versuchsergebnisse nach dem System Horsch mit einer gewissen Weiterentwicklung des Systems (Frässaat -> Breitsaat -> Säexaktor mit Säschiene) haben zweifellos z. T. überraschende Erkenntnisse und Ergebnisse gebracht. Seine wesentlichen Vorteile liegen im geringen Arbeitsaufwand, der Verringerung der Bodenerosion, der Förderung des Bodenlebens, der Schonung der Bodenstruktur. Die verbesserte Befahrbarkeit beruht im wesentlichen auf der starken Verdichtung der Krume, womit ein erster Nachteil angedeutet ist.

Die größte Sorge ergibt sich jedoch im Problembereich des verstärkten

bzw. teilweise sehr einseitigen Ungras- und Unkrautauftritts. Die Zukunft des Systems wird davon abhängen, inwieweit diese Probleme gelöst werden können. Die begonnenen Versuchsfragen müssen noch viele Jahre hindurch untersucht werden.

Jahr	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1988	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1989	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1990	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1991	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1992	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1993	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1994	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1995	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Abbildung 1: Zusammenfassung der Ergebnisse der Versuchsfragen 1 bis 5. Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der Versuchsfragen 1 bis 5 für die Jahre 1988 bis 1995. Die Spaltenüberschriften sind: 1. Frage, 2. Frage, 3. Frage, 4. Frage, 5. Frage. Die Zeilenüberschriften sind: 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995.

4. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Versuchsfragen 1 bis 5 zeigen, dass die Versuchsfragen 1 bis 5 für die Jahre 1988 bis 1995. Die Spaltenüberschriften sind: 1. Frage, 2. Frage, 3. Frage, 4. Frage, 5. Frage. Die Zeilenüberschriften sind: 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995.

Die Ergebnisse der Versuchsfragen 1 bis 5 zeigen, dass die Versuchsfragen 1 bis 5 für die Jahre 1988 bis 1995. Die Spaltenüberschriften sind: 1. Frage, 2. Frage, 3. Frage, 4. Frage, 5. Frage. Die Zeilenüberschriften sind: 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995.

Verfahren zur Konservierung und Lagerung von Corn-Cob-Mix im Vergleich

von OLR Dr. Jens-Peter Ratschow, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster

1. Einleitung

Körner-Spindel-Gemisch aus Mais - kurz CCM genannt - wird als Futter in der Mastschweineproduktion eingesetzt. Durch vielfältige Mastversuche wurde unter Beweis gestellt, daß dieses energiereiche Futtermittel gute Tageszunahmen, gute Futterverwertung und gute Schlagkörperqualitäten garantiert.

Je nach der Rationsgestaltung soll das Ernteprodukt CCM einen unterschiedlich hohen Rohfasergehalt aufweisen. Der Maximalwert sollte 5 % Rohfasergehalt bezogen auf die Trockenmasse nicht überschreiten. Das CCM muß fein vermahlen sein, höchstens 20 % der Partikel dürfen größer als 2 mm bei der Siebfraktionierung ausmachen.

Die Futterqualität des gewonnenen CCM wird neben diesen energetischen und physikalischen Qualitätsmaßstäben stark durch das Konservierungsverfahren beeinflusst. Ziel muß es sein, möglichst hochwertige Futterqualitäten den Tieren anzubieten und die Konservierungsverluste möglichst gering zu halten.

2. Futterkonservierung

2.1 Gärbiologische Voraussetzungen

Corn-Cob-Mix wird durch die Milchsäuregärung konserviert (Silierung). Dazu ist luftdichter Abschluß Vorbedingung. Diese luftdichte Lagerung muß möglichst schnell erreicht werden. Da Corn-Cob-Mix sehr energie-

reich ist, tritt die Milchsäuregärung spontan ein. Andererseits ist die Gefahr von Fehlgärungen bei Luftzutritt besonders groß.

Zügige Ernte und - bei der Mehrzahl der Verfahrensketten - gleichzeitiges Verschroten, Einlagern und schnelles Abdecken oder Verschließen der Silobehälter sind deshalb Grundvoraussetzung für einwandfreie Futterqualitäten. Gute Futterqualität für CCM läßt sich heute definieren: maximaler Rohfasergehalt um 5 % bez. auf TM), Trockenmassegehalt um 55 %, Rohproteingehalt um 10 %, Rohfettgehalt um 4,3 % und eine Energiezahl Schweine um 82 bez. auf die TM.

Durch die spontane Vergärung fällt der pH-Wert dieses Futters innerhalb von 24 Stunden auf 4, das Milchsäure zu Essigsäure-Verhältnis verhält sich dann etwa wie 4 : 1. Buttersäure ist in diesem Futter dann überhaupt nicht vorhanden. In Tabelle 1 sind entsprechende Inhaltsstoffe und Energiegehalte von CCM in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt dargestellt.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe und Energiegehalt von CCM in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt (Angaben in %) nach Stiewe

Rohfaser in TS	TS	Rohprotein	Rohfaser	Rohfett	Zucker	Stärke	ES	EZS
4,5	56,0	5,6	2,5	2,6	0,5	36,4	42,1	46,5
	100,0	10,0	4,5	4,6	0,9	65,0	75,1	83,1
5,5	54,0	5,4	3,0	2,2	0,5	34,1	39,0	43,2
	100,0	10,0	5,5	4,1	0,9	63,0	72,2	80,2
6,5	53,0	5,3	3,4	2,2	0,5	32,5	37,5	41,6
	100,0	10,0	6,5	4,1	0,9	61,3	70,5	78,5
7,5	52,0	5,2	3,9	2,0	0,5	31,0	35,5	39,7
	100,0	10,0	7,5	3,9	1,0	59,6	68,4	76,4
Zum Vergleich								
Körnermais	100,0	10,2	3,0	4,6	1,9	67,4	78,5	86,7
Weizen	100,0	13,2	2,9	2,0	2,7	65,9	72,6	83,2
Gerste	100,0	11,8	5,3	2,2	2,3	57,8	64,5	73,9

2.2 Verluste der verschiedenen Konservierungsverfahren

Während des Siliervorganges werden energiereiche Inhaltsstoffe vorwiegend durch Milchsäurebakterien zu anderen Stoffwechselprodukten wie Milchsäure und CO_2 um- und abgebaut. Hierfür wird Energie benötigt. Da die Vergärung in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt unterschiedlich abläuft, müssen bestimmte Grenzwerte eingehalten werden. Bis zu einem Feuchtegehalt bei der Ernte von 60 % bleiben die Trockenmasseverluste um 3 % in etwa konstant; darüber hinaus steigen sie deutlich an (Abb. 1). Da es in der Ernte nicht besonders wichtig ist, Feuchtegehalte unter 60 % zu erzielen, bleiben die Umsetzungsverluste in der Praxis überwiegend unter 5 %.

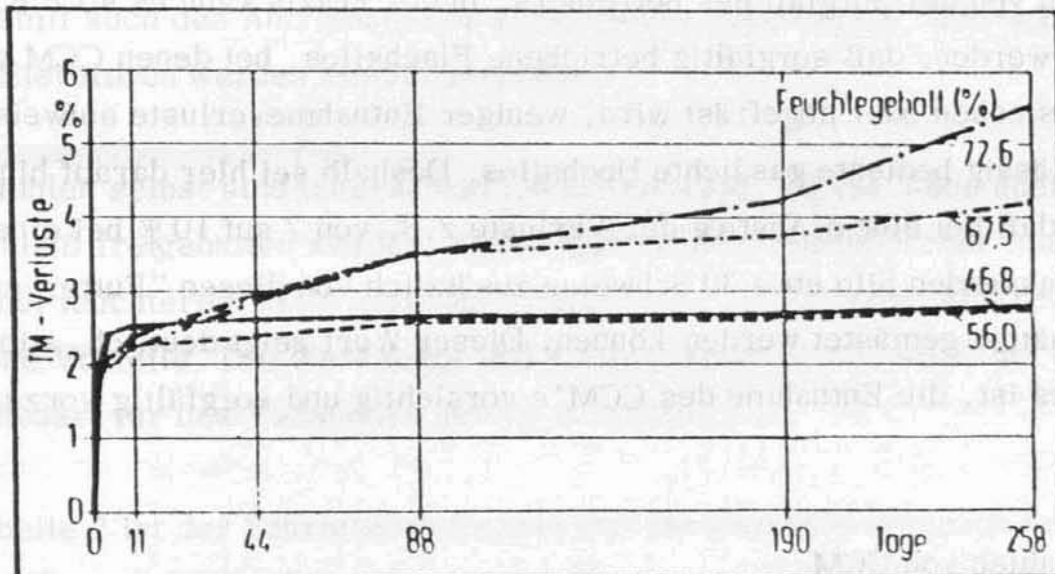


Abbildung 1: Verlauf der Trockenmasseverluste von CCM (10 mm Siebsatz der Hammermühle) nach In-Hwan Oh und Honig

Wird mit der Ernte in "Körnermaisgedenden" länger gewartet (Trockenmassegehalt 60 %) so sind höhere Anforderungen an die Luftdichtigkeit und Lagerung zu stellen. Denn das Material läßt sich nicht mehr so hoch verdichten, und dies ist Voraussetzung für einen hohen Luftabschluß. Das

bedeutet, daß es nicht sinnvoll ist, mit der Ernte des CCM's unnötig lange zu warten, sondern vielmehr im Feuchtigkeitsbereich zwischen 45 und 50 % die Ernte vorzunehmen. Dann ist sichergestellt, daß eine hohe Verdichtungsmöglichkeit des Materials besteht und auch von den gärbiologischen Voraussetzungen her optimale Bedingungen geschaffen sind. Auch die Maismühlen können insbesondere die Spindeln in diesem Feuchtigkeitsbereich problemlos vermahlen.

Zu den reinen Umsetzungsverlusten während der Vergärung kommen die Verluste während der Entnahme. Hier sind insbesondere die Randbereiche und die Oberfläche der Silagestöcke verlustgefährdet. Einerseits hängt es von dem Verfahren selbst ab, wie hoch die Verluste ausfallen, zum anderen aber auch von der Sorgfalt des Betreibers. In der Praxis kann es so z.B. beobachtet werden, daß sorgfältig betriebene Flachsilos, bei denen CCM sauber abgestochen oder abgefräst wird, weniger Entnahmeverluste aufweisen als nachlässig bediente gasdichte Hochsilos. Deshalb sei hier darauf hingewiesen, daß bei einem Anstieg der Verluste z.B. von 7 auf 10 % bei einem 400 m^3 fassenden Silo etwa 30 Schweine zusätzlich von diesen "Futtermitteln" hätten gemästet werden können. Dieser Wert zeigt deutlich, wie wichtig es ist, die Entnahme des CCM's vorsichtig und sorgfältig vorzunehmen.

3. Vermahlen von CCM

Leistungsfähige Mahlsätze für CCM stehen seit einigen Jahren zur Verfügung. Da ein Mähdrescher etwa 1 ha/h aberntet, entspricht dies einer Erntemasse von 12 - 15 t/h. Deshalb sind die technischen Leistungsdaten der CCM-Mühlen auch auf diesen Wert fixiert. Hierzu kommt der angestrebte Schrotfeinheitsgrad von nicht mehr als 20 % grober Partikel, die oberhalb eines 2 mm Siebes abgesiebt werden. Da mindestens 10 kW/t u. h als Antriebsleistung benötigt werden, sind die Antriebsmotoren mit wenigsten 150 kW zu

installieren. Diese Motoren müssen mit Drehzahl-stabilisierten Reglern (RQV-Reglern) ausgerüstet sein, um ein Überdrehen der Motoren bei Störungen im Nachlauf des CCM's zu vermeiden.

Mahlstationen bestehen aus drei Hauptaggregaten:

- der Dosierstation
- der Mühle und
- der Antriebsstation.

Die Dosierstationen haben die Aufgabe, eine möglichst gleichbleibende Menge pro Zeiteinheit der Mühle zuzuführen. Denn nur so ist es möglich, gleichbleibende und gleich hohe Schrotqualitäten zu erzielen und die Mühle und damit auch den Antriebsmotor gleichmäßig auszulasten. Schnecken oder Elevatoren werden hierfür eingesetzt.

Die Mühlen selbst sind unterschiedlich konstruiert. Da die Siebe über Luftüberschuß freigehalten werden, haben Mühlen mit pneumatischer Austragung bei feuchterem Mais gegenüber denen mit mechanischen Abstreifern gewisse Vorteile. Die Werkzeuge und Siebe müssen scharf sein, um den Kraftbedarf für das Vermahlen gering zu halten.

In Tabelle 2 ist der Schrotfeinheitsgrad und der Dieselölverbrauch bei der Verwendung von scharfen und stumpfen Werkzeugen und Sieben wiedergegeben.

Die Maismühlen lassen sich heute nach drei verschiedenen Systemen einordnen.

- a) im Schlepperheck angebaute Mahlsätze
- b) Mahlstationen, die im Eigenbau von Lohnunternehmern zusammengestellt werden und
- c) fertig von Herstellern konfektionierte Mahlstationen.

Sieb	Durchsatz t/h	spez. Dieselölverbrauch l/t	Schrotfeinheit mm						
			5	4	3	2	1	<1	<2
scharf	13,4	2,0	0,3	0,9	4,8	15,2	33,4	45,4	78,8
stumpf	8,4	7,5	0,7	1,6	5,3	14,7	29,1	33,2	62,3

Tabelle 2: Dieselölverbrauch und Schrotfeinheit bei der Verwendung von scharfem und stumpfen Sieb

Durch eine Umfrage hat sich ergeben, daß diese Systeme jährlich unterschiedlich stark genutzt werden. In Tabelle 3 sind die Kosten dieser verschiedenen Mahlstationen zusammengefaßt.

Die Reparaturkosten wurden ebenfalls anhand der schon erwähnten Umfrage ermittelt, so daß sich Gesamtkosten in der Größenordnung bei den unterschiedlichen Investitionshöhen und Auslastungsgraden zwischen 100 und 110 DM/ha ergeben.

Diese Zusammenstellung macht deutlich, daß die im Mittel zu bezahlenden Lohnunternehmerpreise von 185 DM/ha unter den gegebenen Annahmen einen durchaus realistischen Gewinn gewährleisten.

4. Silieren im Flachsilo

CCM wird überwiegend in Flachsilos konserviert und gelagert. Da die Maissäfte stark auf den Beton und Stahl einwirken, müssen diese Baumaterialien vor der Einwirkung des Maissaftes geschützt sein.

Für die Lagerung von CCM sollten nur Flachsilos mit festen Seitenwänden verwendet werden. Nur dann ist sichergestellt, daß auch die Randbereiche

Tabelle 3:
Kostenrechnung verschiedener Mahlstationen

	Mühle mit Schlepperantrieb	Eigenkonstruktion	Firmenkonstruktion
Preis	27 500	40 000	65 000
jährliche Nutzung	80	130	180
Afa 8 Jahre	42,97	38,46	45,14
Zins 4 & V. A.	13,75	12,30	14,44
Reparaturen	22,50	22,50	22,50
Dieselöl und Schmierstoffe	26,01	26,01	26,01
Gesamtkosten	105,23	99,27	108,09

sicher festgefahren und damit Fehlgärungen und erhöhte Verluste vermieden werden. Überwiegend wird die Maisanbaufläche die Silogröße bestimmen. Die Silobreite sollte 4 m auf keinen Fall unterschreiten, um ein Versetzen der Schlepperspur beim Festfahren zu ermöglichen. Häufig ergeben sich Füllstandshöhen von 1,5 - 2 m, so daß Anschnittflächen von 7 - 8 m² entstehen. Da sich das CCM auf 900 kg/m³ verdichten läßt, ergibt sich ein mittlerer Raumbedarf pro ha von 13 m³. Durch die Mindestbreite des Silos (4 m) und den notwendigen Raumbedarf pro ha ergibt sich dann automatisch aufgrund der Maisanbaufläche die Länge des Flachsilos. Wird CCM zugekauft, so kann sich die Länge des Flachsilos auch nach der benötigten Futtermenge aufgrund der Schweinemastbestandesgröße ergeben.

4.1 Kosten der Lagerung

CCM wird in das Flachsilo überwiegend mit dem Frontlader eingebracht, um

- a) die Maiskörner und Spindeln gut vermischt einzubringen und
- b) das CCM festzufahren.

Für diese Arbeiten ergeben sich Kosten, die neben dem Baukörper selbst und der Folie für die Beurteilung des Verfahrens herangezogen werden müssen. Da für das Abdecken und Beschweren je nach Silogröße zwischen 0,1 und 0,25 AKh/ha und 0,1 Sh/ha anzusetzen sind, ergeben sich folgende Kosten des Flachsilos:

Kosten des Flachsilos

Flachsilo 400 m ³	(70 DM/m ³)	28 000.-- DM
Unterhaltung (7,5 %)		2 100.-- DM
Zinsanspruch (4 %)		1 400.-- DM
Kosten insgesamt		3 500.-- DM $\hat{=}$ 9,70 DM/t

=====

Als Kosten für das Einlagern, Festfahren und Abdecken mit Silofolie ergeben sich:

Annahmen: Flachsilo $400 \text{ m}^3 \hat{=} 360 \text{ t}$
Folie $60. -- \text{ DM}/100 \text{ m}^2$

Berechnung der notwendigen Folie:

400 m^3 bei $1,8 \text{ m}$ Lagerhöhe $\hat{=} 222 \text{ m}^2$ Grundfläche
 $= 5 \text{ m} \times 45 \text{ m}$ Flachsilo Grundfläche

Folie 8 m breit $\times 45 \text{ m}$ Silolänge $= 360 \text{ m}^2 \hat{=} 216. -- \text{ DM}$ Folie
 $\hat{=} 0,6 \text{ DM}/\text{t}$ Folienkosten

Festfahren und Abdecken:

$1,25 \text{ AKh}/\text{ha} \hat{=} 18,75 \text{ DM}/\text{ha} \hat{=} 1,56 \text{ DM}/\text{t}$

$1,1 \text{ Sh}/\text{ha} \hat{=} 8,25 \text{ DM}/\text{ha} \hat{=} 0,68 \text{ DM}/\text{t}$

Gesamtkosten für Einlagern,

Festfahren und Abdecken $\hat{=} 2,80 \text{ DM}/\text{t}$
=====

Die Lagerkosten betragen insgesamt also etwa $12,50 \text{ DM}/\text{t}$ erntefrisches CCM ohne Berücksichtigung der Lagerverluste.

4.2 Entnahme von CCM aus Flachsilos

CCM wird aus Flachsilos mit dem Frontlader oder verschiedenen Geräten entnommen. Um die Entnahmeverluste gering zu halten, sollte die Anschnittfläche möglichst glatt gehalten und möglichst häufig an der gleichen Stelle das CCM entnommen werden. Wenigstens 5 cm sollten pro Tag entnommen werden. Dies wird in der Praxis häufig nicht möglich sein, zumal immer mehr Landwirte dazu übergehen - sofern sie mit dem Frontlader das Material entnehmen - über Dosierstationen für mehrere Tage das CCM zu entnehmen und der Flüssigfütterung zuzuleiten.

Will man heute diesen Forderungen gerecht werden und gleichzeitig eine arbeitswirtschaftlich interessante Lösung wählen, so bietet es sich an, ein vollautomatisch arbeitendes Fräs-Spül-System für die Entnahme von CCM aus Flachsilos zu wählen. Hierbei wird das Material über die volle Silobreite von den Seiten hin zur Mitte und von hier über einen Schwemmkanal und ein Pumpsystem zur Flüssigfütterung gefördert. Diese Systeme haben sich in den letzten Jahren auch bei starkem Frost hervorragend bewährt, so daß sie heute uneingeschränkt empfohlen werden können.

Bei dem Kostenvergleich (Tabelle 4) für die CCM-Entnahme aus Flachsilos liegen zwar die Kosten für das automatische Fräs-Spül-System höher bei den mechanisierten Verfahren, doch sind sie wiederum geringer, wenn man eine Dosierstation den anderen Verfahren zurechnet. Ab einer Anbaufläche von 15 ha liegen die Gesamtkosten für dieses Verfahren dann so günstig, daß man die Vorteile dieses Systems nutzen sollte. Denn für viele Betriebe besteht hier die Möglichkeit, neben der Automatisierung der Flachsiloentnahme auch von der Verlustseite her einen wichtigen Schritt voranzukommen. Die Erfahrungen sind heute so positiv, daß dieses System als erfolgversprechende Lösung empfohlen werden kann.

5. Silieren im Hochsilo

Der Lagerung von CCM im Hochsilo kommt in den letzten Jahren verminderte Bedeutung zu. Die Flachsilokette ist so ausgereift, daß viele Landwirte sich für dieses System auch bei Ausweitung der CCM-Anbauflächen entscheiden.

Innerhalb der Hochsilokette stehen heute zwei Verfahren im Vordergrund. Dies ist einerseits die geschrotete Einlagerung in Hochbehälter mit Obenentnahmefräsen und zum anderen die luftdichte Lagerung von CCM unter Wasserzusatz.

Tabelle 4:
Arbeitszeitbedarf und Kosten der CCM-Konservierung im Flachsilo (ohne Berücksichtigung der Gärverluste) in DM/t
(12 t/ha Frischmasse CCM, Entfernung Silo - Fütterung 25 m, 3,5 km/h Transportgeschwindigkeit, Kosten je Arbeitsstunde 15 DM)

	Hand		Frontlader ¹⁾		Frontlader mit Fräse ²⁾		im Heck angebaute Fräse ²⁾		Blockentnahmegerat ³⁾		Automatisches Fräs-Spülsystem	
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Gesamtkosten ⁴⁾ in DM/t ohne/mit Arbeitskosten bei einer Fläche von												
5 ha	12,5	26,2	14,7	20,0	24,1	30,4	26,7	30,3	20,0	24,6	57,50	59,00
10 ha	12,5	26,2	14,7	20,0	19,3	25,5	19,7	23,4	15,9	20,5	35,00	36,50
15 ha	12,5	26,2	14,7	20,0	17,7	23,9	17,7	21,4	14,6	19,2	27,50	29,00
20 ha	12,5	26,2	14,7	20,0	16,8	23,0	16,2	19,9	13,9	18,5	23,70	26,20
25 ha	12,5	26,2	14,7	20,0	16,3	22,5	15,4	19,1	13,5	18,1	21,50	23,00
30 ha	12,5	26,2	14,7	20,0	15,8	22,0	15,0	18,7	13,2	17,9	20,00	21,50

Die Silobehälter müssen den statischen Anforderungen der Lagerung von geschrotetem CCM nach der DIN 1 055 Blatt 6 entsprechen. Ein Wert von $1\,000\text{ kN/m}^3$ (ca. 1000 kg/m^3) ist unterstellt.

In nicht gasdichten Hochsilos sollte CCM direkt beim Vermahlen möglichst trocken in die Silos eingeblasen werden. Für das Befüllen von Hochsilos müssen etwa 3 kW/t u. h zusätzlich an Leistungsbedarf zu den 10 kW/t u. h für das Mahlen bereitgestellt werden. Als Befülleitung haben sich PE-Rohre mit weitgezogenen Rohrkrümmern bewährt. Der Schrotfeinheitsgrad muß beim Einblasen nicht den hohen Feinheitsgrad erreichen wie bei der Flachsilokette, da bei der Entnahme und dem Absaugen eine Nachzerkleinerung im Sauggebläse stattfindet (Tabelle 5).

Probennahme	Feinheitsgrad in mm				
	5,0	4,0	3,15	2,5	< 2,5
vor der Entnahme	9,0	7,5	9,8	10,8	61,7
nach der Entnahme	0,5	2,1	3,6	5,2	87,4
vor der Entnahme	6,6	7,8	9,1	9,5	65,4
nach der Entnahme	0,6	2,8	4,9	9,1	81,0

Tabelle 5: Nachzerkleinerung von geschrotetem CCM durch Oben-Entnahmefräsen (Siebproben in %).

Damit diese Anlagen wirklich störungsfrei arbeiten, ist es wichtig,

- PE-Rohre als Saugrohr einzusetzen,
- das Sauggebläse am Ende Rohrleitung anzuflanschen
- und am Siloboden eine Drainage vorzusehen, damit der durch den hohen Preßdruck austretende Maissaft abgeführt wird und auch die Restentnahme möglich ist.

Die ungeschrotete Einlagerung von CCM in Hochsilos mit Oben-Entnahmefräsen ist weitgehend überholt. Zu hohe Entnahmeverluste sind gekoppelt

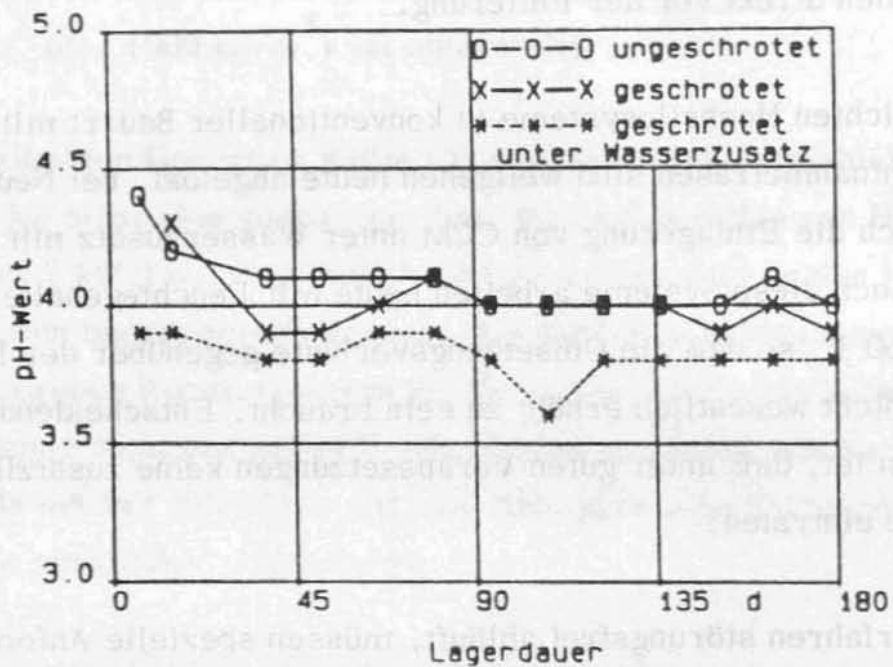
mit höherem Energieverbrauch für das Schrotten über elektrisch angetriebene Maismühlen direkt vor der Fütterung.

Auch die gasdichten Hochsilosysteme in konventioneller Bauart mit Oben- oder Unten-Entnahmefräsen sind weitgehend heute abgelöst. Bei Neuanlagen kommt nur noch die Einlagerung von CCM unter Wasserzusatz mit Pumpen in Betracht. Auch diese Systeme arbeiten heute mit Feuchtegehalten zwischen 55 und 60 %, so daß die Umsetzungsverluste gegenüber der Lagerung im Flachsilo nicht wesentlich erhöht zu sein braucht. Entscheidend bei diesem Verfahren ist, daß unter guten Voraussetzungen keine zusätzlichen Entnahmeverluste eintreten.

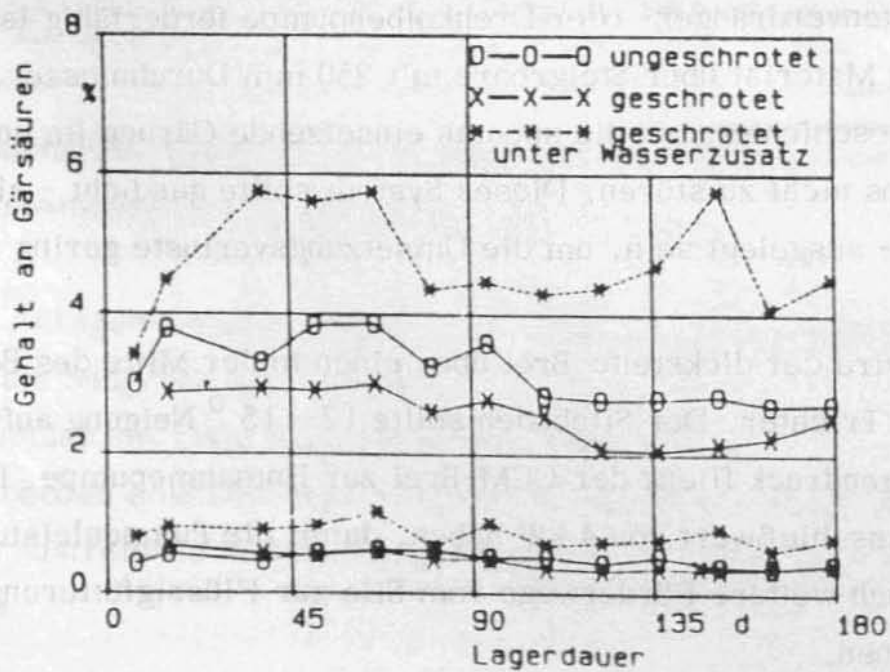
Damit dies Verfahren störungsfrei abläuft, müssen spezielle Anforderungen an die Anteigstation und Pumpen gestellt werden. Um den Feuchtegehalt auf maximal 60 % zu begrenzen, ist es nötig, das geschrotete Material in einer speziellen Anteigstation in der Konsistenz so zu verändern, daß es mit einer Schneckenverdränger- oder Drehkolbenpumpe förderfähig ist. Eingefüllt wird das Material über Steigrohre mit 250 mm Durchmesser. Es wird von oben aufgeschichtet, um die spontan einsetzende Gärung im unteren Bereich des Silos nicht zu stören. Dieses System sollte gasdicht - also mit Atemsystem - ausgelegt sein, um die Umsetzungsverluste gering zu halten.

Entnommen wird der dicksteife Brei über einen in der Mitte des Behälters angeordneten Trichter. Der Siloboden sollte 12 - 15 ° Neigung aufweisen. Durch den Eigendruck fließt der CCM-Brei zur Entnahmepumpe. Diese sollte einen Anschlußwert von 4 kW haben, damit die Pumpenleistung ausreicht, um auch weitere Förderwege vom Silo zur Flüssigfütterung überprüfen zu können.

Ist der Behälter weitgehend entleert, so kann die Pumpe den Maisbrei nicht mehr ansaugen. Dann ist es nötig, über ein peripher im Silobehälter ange-



pH-Wert-Verlauf in den drei untersuchten Silagen



Gehalt an Milchsäure (obere drei Kurven) und an Essigsäure (untere drei Kurven) in der TS bei unterschiedlicher Einlagerung von Corn-Cob-Mix

Abbildung 2: Gärverlauf von CCM-Silagen (nach Lotz und von Oy)

ordnetes Ausspülsystem von unten Flüssigkeit in den Behälter wieder einzupumpen. Ist dieses System mit der Fütterung kombiniert, so kann dieses Nachspülen automatisch vorgenommen werden.

5.1 Kosten der Lagerung im Hochsilo

Um einen Kostenvergleich zur Flachsilokette herstellen zu können, werden die drei hier vorgestellten Hochsilosysteme (nicht gasdicht mit Oberfräse und gasdicht, Einlagerung unter Wasserzusatz) für eine Behältergröße von 400 m^3 berechnet. (Tabelle 6)

6. Vergleich der Lagerung von CCM in Flach- und Hochsilos

Eine vergleichende Bewertung der verschiedenen Verfahrensketten zur Lagerung von CCM in Flachsilos und Hochsilos macht deutlich, daß aufgrund der Kostensituation (Kosten der Arbeit mit eingerechnet) eine Anbaufläche von ca. 30 ha Kostengleichheit der verschiedenen Systeme besteht. Durch das neue Fräs-Spül-Entnahmesystem für Flachsilos ist die Wettbewerbskraft der Lagerung im Flachsilo wesentlich verbessert worden. Da sich in den letzten Jahren sicher herausgestellt hat, daß diese Anlagen weitestgehend störungsfrei arbeiten, ist heute kein Grund mehr in der Anlage von Hochsilos zu sehen. Der Vorteil der Flachsilos liegt darin begründet, daß die Investitionshöhe gegenüber der Flachsilokette geringer ist und sie bei Umorganisationen eines landwirtschaftlichen Betriebes häufig auch noch anderweitig genutzt werden können. Gerade unter dem Aspekt der Bedienungs-freundlichkeit und Funktionsfähigkeit der Anlagen können die Verfahren der Lagerung im Flachsilo mit automatischer Entnahme und der Lagerung im Hochsilo empfohlen werden.

7. Zusammenfassung

Die Konservierung und Lagerung von CCM in Flach- und Hochsilos ist seit vielen Jahren erprobt. Gezielte Kenntnisse zu den einzelnen Verfahren lie-

Tabelle 6:

Kostenvergleich verschiedener Hochsilosysteme (400 m³, 1 000 kg/m³)

Preise/Kosten	Verfahren	Obenentnahme mit Sauggebläse	Untenentnahme Flüssigmühle	Untenentnahme mit Pumpsystem
Behälterpreis DM/m ³ 1)		100	140	140
Behälterpreis DM		40 000	56 000	56 000
Preis für Entnahmesystem DM		18 000	25 000	22 000 ⁵⁾
Preis für Mühle DM		---	16 000	---
Kapitalbedarf DM		58 000	97 000	78 000
Zinsanspruch 4 % DM		2 320	3 880	3 120
Afa und Unterhaltung				
Gebäude 7,5 % DM		3 000	4 200	4 200
Afa und Unterhaltung				
Maschinen 14 % DM		2 520	5 740	3 080
Kosten der Lagerung DM		7 840	13 820	10 400
Kosten der Lagerung DM/t		ca. 20	ca. 35 ²⁾	ca. 26
Energiekosten für Entnahme DM/t		0,85	3,80 ³⁾	0,10
Gesamtkosten DM/t		ca. 21	ca. 24 ⁴⁾	ca. 26

- 1) incl. Fundament und Montage
 2) incl. Kosten der Flüssigmühle ohne Energiekosten
 3) incl. 18 kW/t Energiebedarf für das Schrotten
 4) Erntekosten um 15 DM für Schrotten vermindert
 5) Anteil- und Entnahmesystem

gen vor. Besonders unter dem Aspekt der Silagequalität von CCM und der Verlustminderung müssen die verfahrensspezifischen Arbeitsabläufe und -techniken eingehalten werden.

Heute gibt es keinen zwingenden Grund mehr, Hochsilosysteme für die Konservierung und Lagerung von CCM einzusetzen.

Weiterentwicklung der Bestell- und Erntetechnik für Körnerraps

von Prof. Dr. Hermann J. Heege, Direktor des Institutes für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel und Dr. Hans-H. Voßhenrich, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel

Die Agrarwirtschaft der Bundesrepublik und der Europäischen Gemeinschaft ist derzeit in fast allen Bereichen durch Produktionsüberschüsse gekennzeichnet. Diese Produktionsüberschüsse haben zu einer empfindlichen Begrenzung der landwirtschaftlichen Einkommensmöglichkeiten geführt. Speziell die Produktion von Körnerraps nimmt in dieser Hinsicht aber eine Ausnahmestellung ein. Im Bereich der EG besteht auch heute noch ein Einfuhrbedarf von rund 60 % für Ölsaaten (1). Innerhalb der Bundesrepublik liegt der Einfuhrbedarf sogar bei 67 % (2).

Wirtschaftlichkeit und Umfang des Rapsanbaues

Neben den Absatzmöglichkeiten ist selbstverständlich auch von Belang, welchen Deckungsbeitrag der Körnerraps im Vergleich zu anderen Mähdruschfrüchten liefert. Tabelle 1 zeigt hierzu Ergebnisse von Marktfruchtbaubetrieben im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins nach Daten von Hünersdorf (3). Nach der Marktleistung in DM/ha liegt der Raps über der Wintergerste, aber unter dem Winterweizen. Für die Ermittlung des Deckungsbeitrages sind von der Marktleistung die variablen Kosten abzuziehen. In diesem Fall werden nur diejenigen variablen Kostenpositionen berücksichtigt, die direkt aus der Buchführungsstatistik abgeleitet werden können. Insbesondere wegen der deutlich geringeren Saatgutkosten sind beim Raps die variablen Kosten niedriger. Das hat zur Folge, daß der Deckungsbeitrag beim Raps sogar noch geringfügig höher ist als beim Winterweizen. Darüberhinaus sind insbesondere in Betrieben mit hohem Getreideanteil an der Anbaufläche die positiven Fruchtfolgewirkungen des Rapses von Bedeutung.

	Winterweizen	Wintergerste	Raps
Ertrag	(dt/ha)		
Preis netto 1)	(DM/dt)		
Marktleistung inkl. MwSt. (DM/ha)	3 410	2 820	3 280
Saatgut	(DM/ha)	160	50
N - Dünger 2)	(DM/ha)	220	220
Pflanzenschutzmittel	(DM/ha)	320	380
Sa. variable Kosten	(DM/ha)	700	650
Deckungsbeitrag	(DM/ha)	2 120	2 630
1) Preis netto = Bruttopreis minus Trocknungskosten und Mitverantwortungsabgabe			
2) 1DM je kg N			
Deckungsbeiträge von Mähdruschfrüchten in			
Ostholstein (nach Hünersdorf, vereinfacht)			

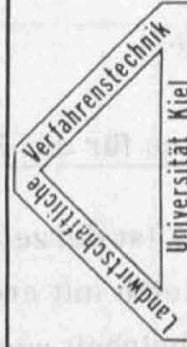


Tabelle 1

Diese Zusammenhänge erklären den in den vergangenen Jahren erheblich ausgeweiteten Anbau des Rapses (Abb. 1). Die derzeitige Anbaufläche im Bundesgebiet von rund 300.000 ha übertrifft diejenige des Körnermaises um etwa 60 %.

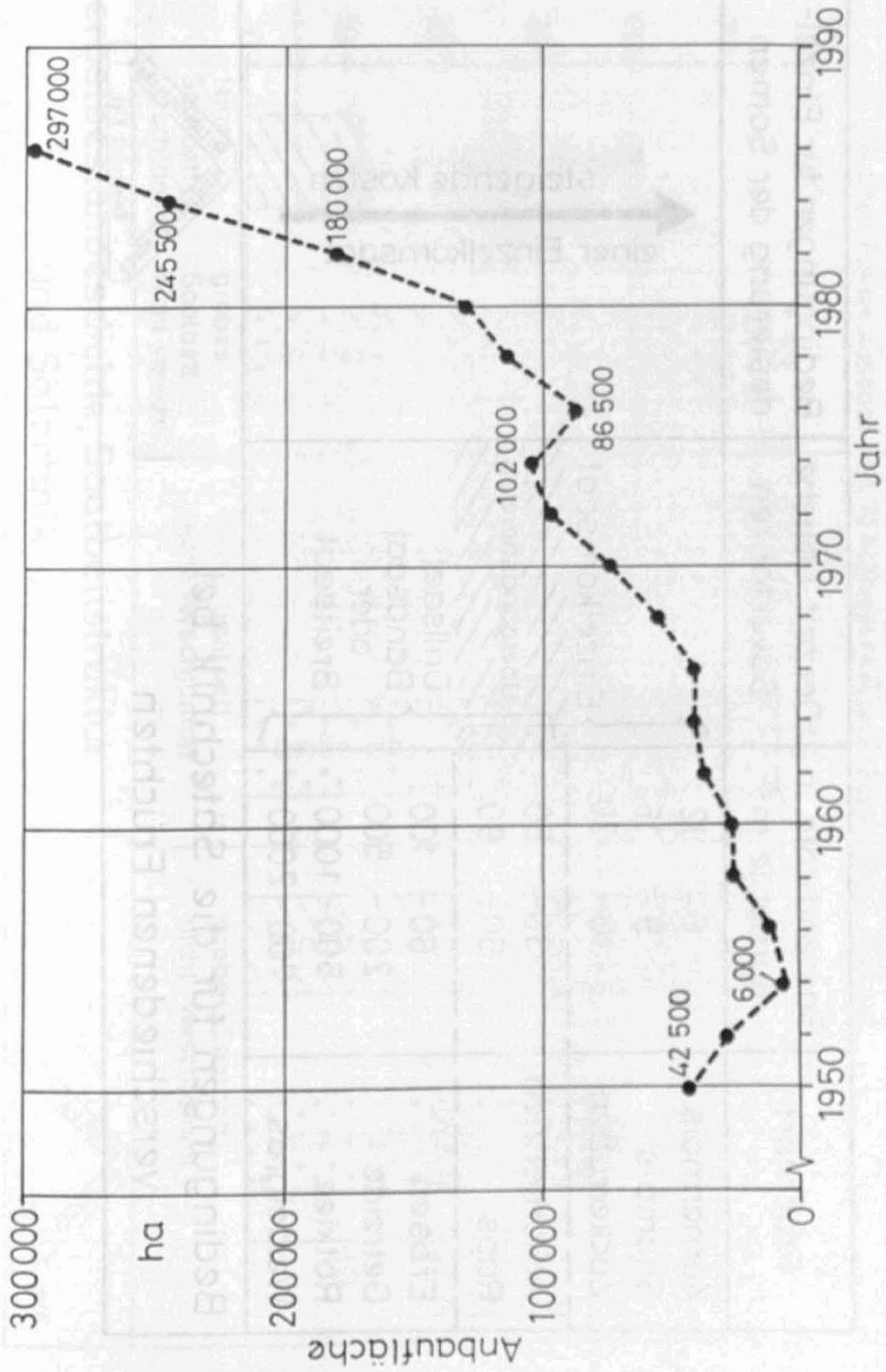
Bedingungen für die Rapsbestellung

Beim Raps ist derzeit die Zuordnung zur Sätechnik nicht eindeutig. Das zeigt der Vergleich mit anderen Früchten. Für Früchte mit geringer Samendichte je Flächeneinheit wie Mais und Rüben ist heute die Einzelkornsaat selbstverständlich. Bei Früchten mit hoher Samendichte je Flächeneinheit wie Erbsen, Getreide, Klee und Grassamen hingegen entstehen deutlich höhere Kosten für eine Einzelkornsaat und man begnügt sich deshalb mit einer Volumendosierung der Samen, also mit einer Drillsaat, Bandsaat oder Breit-
saat.

Der Raps steht - wie die Ackerbohne - mittig zwischen diesen Fruchtgruppen (Abb. 2). Die Frage, wie bei Einsatz verschiedener Säverfahren für den Raps der Körnerertrag auf der einen Seite und die Kosten auf der anderen Seite zueinander stehen, bedarf der Erörterung.

Einer Behandlung bedarf auch die Frage, wie das Saatbett für Raps aussehen sollte. Weit verbreitet ist die Auffassung, daß das Saatbett umso feiner sein sollte, je kleiner die Samen sind. Demnach müßte für den Raps - dessen Tausendkornmasse etwa 1/9 derjenigen von Getreide entspricht - ein feines Saatbett hergerichtet werden. Das honoriert der Raps aber keineswegs immer.

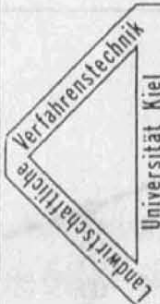
Wie Abbildung 3 zeigt, führt bei konstanter Saatmenge ein feines Saatbett nur dann zu einer höheren Herbstbestandesdichte als ein grobes Saatbett, wenn die Bodenoberfläche nicht verschlämmt ist. Unter dieser Voraus-



Entwicklung der Raps - Anbaufläche
in der Bundesrepublik Deutschland (Abb. 1)

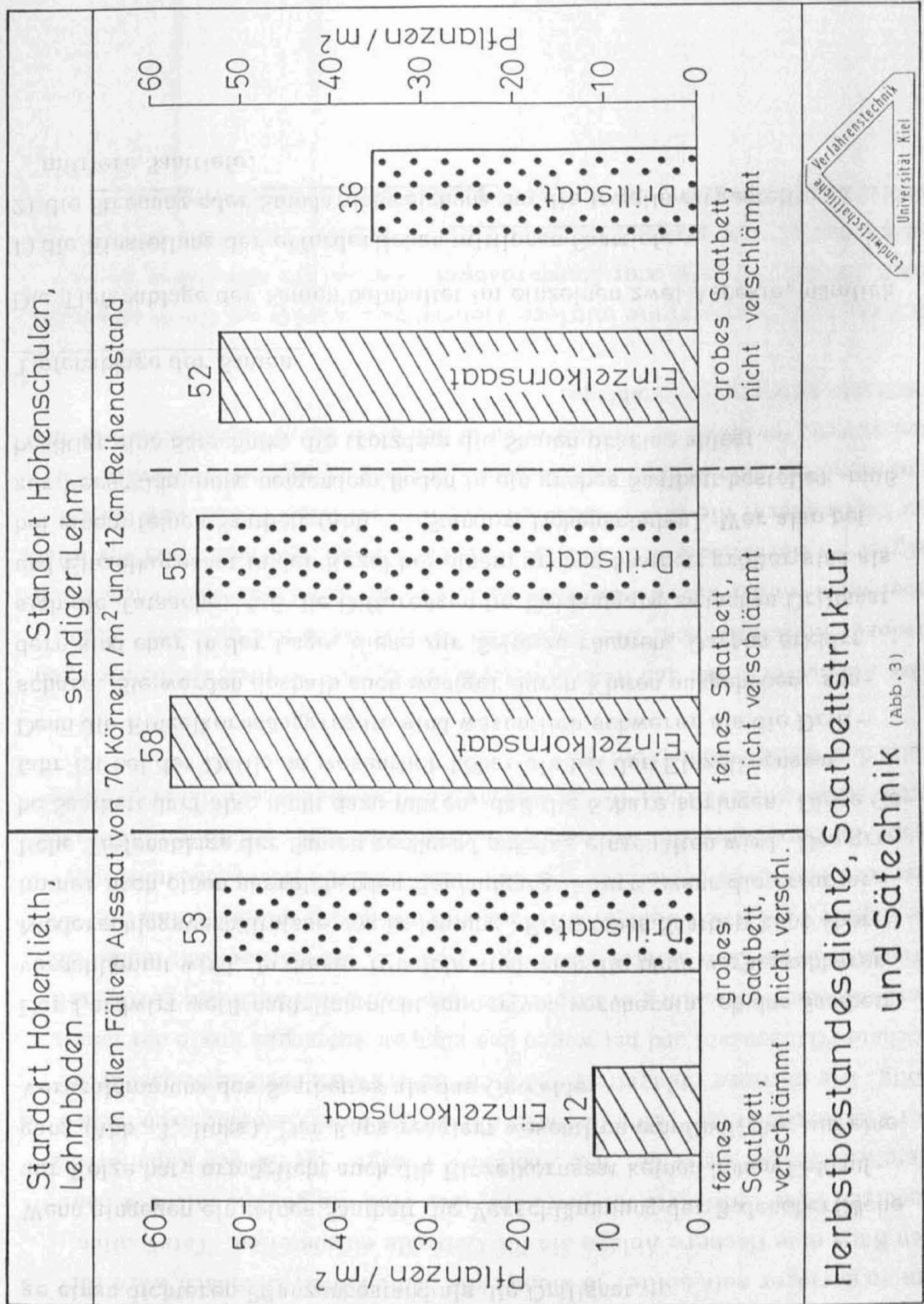


Fruchtart	Samendichte in Körner je m ²	Derzeit übliche Säverfahren	Bedingungen für Einzeldosierung der Samen
Körnermais	6 - 12		
Silomais	9 - 15		
Zuckerrüben	10 - 30		
Ackerbohnen	30 - 50	Drillsaat, Bandsaat oder Breitsaat	
Raps	50 - 90		
Erbsen	60 - 100	Drillsaat, Bandsaat oder Breitsaat	
Getreide	200 - 500		
Rotklee	500 - 1000		
Weidelgras	700 - 2000		



Bedingungen für die Sätechnik bei verschiedenen Früchten

Abb. 2



setzung liefert auch die Einzelkornsaat wegen der präziseren Samenablage einen dichteren Pflanzenbestand als die Drillsaat.

Wenn hingegen ein feines Saatbett die Verschlämmung der Bodenoberfläche zur Folge hat, ermöglicht auch die Einzelkornsaat keinen hohen Feldaufgang (Abb. 3, links). Der Raps reagiert wesentlich empfindlicher auf eine Verschlämmung des Saatbettes als das Getreide.

Der Landwirt weiß natürlich nicht immer von vornherein, ob das Saatbett verschlammmt wird. In dieser Hinsicht sind auch die nicht vorhersehbaren Niederschlagsverhältnisse von Bedeutung. Ein grobes Saatbett kann aber immer noch einen ausreichenden Feldaufgang liefern, wenn die erforderliche Tiefenablage der Samen genügend präzise eingehalten wird. Das grobe Saatbett darf also nicht dazu führen, daß die Schare springen. Diese Gefahr ist bei der Drillsaat wesentlich höher als bei der Einzelkornsaat. Denn die Einzelkornsäaggregate sind wesentlich schwerer als die Drillschare. Sie werden deshalb auch weniger durch Kluten ausgehoben, sondern sind eher in der Lage, diese zur Seite zu räumen. Daraus erklärt sich die Tatsache, daß die Differenzen im Feldaufgang zwischen Drillsaat und Einzelkornsaat in der Regel bei einem groben Saatbett größer sind als bei einem feinen Saatbett (Abb. 3, Standort Hohenschulen). Wer also bei zur Verschlämmung neigendem Boden in ein grobes Saatbett bestellen muß, benötigt eine Sätechnik, die trotzdem die Samen präzise ablegt.

Tiefenablage der Samen

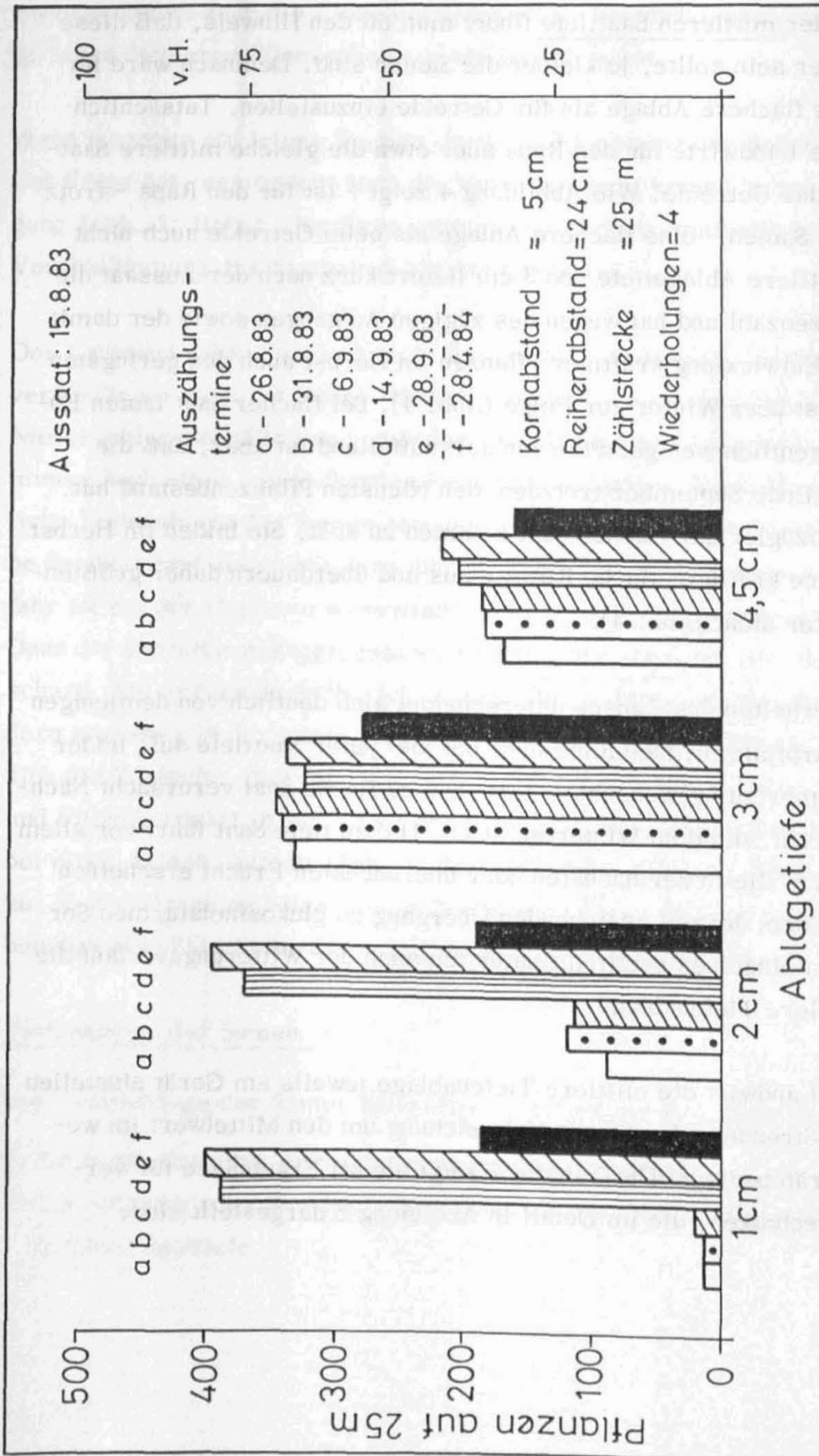
Die Tiefenablage der Samen beinhaltet im einzelnen zwei Aspekte, nämlich

- 1) die Einstellung der erforderlichen mittleren Saattiefe,
- 2) die Streuung oder Standardabweichung um die jeweils eingestellte mittlere Saattiefe.

Hinsichtlich der mittleren Saattiefe findet man oft den Hinweis, daß diese um so geringer sein sollte, je kleiner die Samen sind. Demnach wäre für den Raps eine flachere Ablage als für Getreide einzustellen. Tatsächlich benutzen viele Landwirte für den Raps aber etwa die gleiche mittlere Saattiefe wie für das Getreide. Wie Abbildung 4 zeigt - ist für den Raps - trotz der kleineren Samen - eine flachere Ablage als beim Getreide auch nicht nötig. Die mittlere Ablagetiefe von 3 cm liefert kurz nach der Aussaat die höchste Pflanzenzahl und hat wegen des zügigen Aufganges sowie der damit verbundenen Entwicklung kräftiger Pflanzen im Herbst auch den geringsten Pflanzenverlust über Winter zur Folge (Abb. 4). Bei flacher Saat laufen Ende August wesentlich weniger Pflanzen auf; auffallend ist aber, daß die flachere Saat Ende September trotzdem den höchsten Pflanzenbestand hat. Aber die Nachzügler der flachen Saat kommen zu spät. Sie bilden im Herbst nicht mehr eine kräftige, flache Rosette aus und überdauern daher größtenteils den Winter nicht (Abb. 4).

Das Auflaufverhalten des Rapses unterscheidet sich deutlich von demjenigen anderer Kulturpflanzen. Der Raps läuft bei fast jeder Saattiefe auf, leider aber nicht immer zur gewünschten Zeit. Die zu flache Saat verursacht Nachzügler im Herbst, die dem Winter erliegen. Die zu tiefe Saat führt vor allem zu Nachzüglern, die in der nächsten oder übernächsten Frucht erscheinen und damit bei dem derzeit anstehenden Übergang zu glukosinolatarmen Sorten stören. Im einzelnen bestimmt natürlich auch der Witterungsverlauf die optimale mittlere Tiefenablage.

Während der Landwirt die mittlere Tiefenablage jeweils am Gerät einstellen muß, ist die Streuung oder Standardabweichung um den Mittelwert im wesentlichen gerätebedingt. Die Tabelle 2 zeigt hierzu Ergebnisse für verschiedene Säetechniken, die im Detail in Abbildung 5 dargestellt sind.



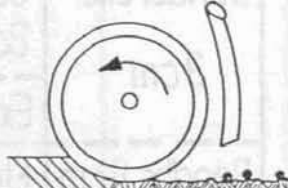
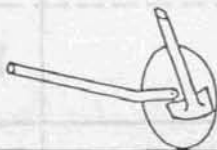
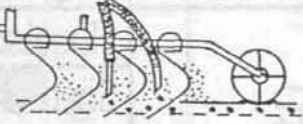
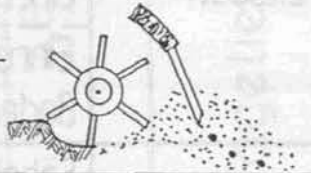
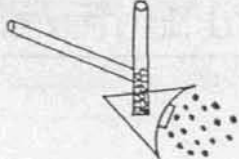
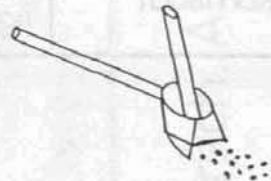
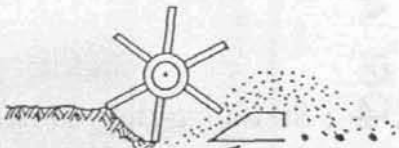
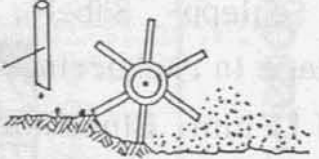
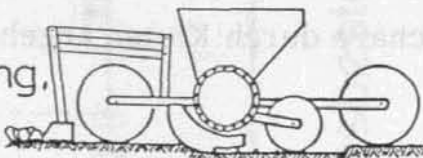
Rapsbestandesdichten bei versch. Ablagetiefen (Abb. 4)

Säverfahren		Technik für die Samenablage in den Boden	Streuung o. Standardabw. der Saattiefe ($\bar{x} = 25-45\text{mm}$)	
			Boden gepflügt	Boden nicht gepflügt
Drillsaat		Schlepp-Säbel- u. Scheibenschare	6-11 mm	12-17 mm
		Packerringrillen (nur für Sandböden)	6-11 mm	
Band-saat	Bandbreite 3 cm	Säleitungen im Erdstrom des Bodenbearbeitungsgerätes	12-17 mm	18-23 mm
		Einscheibenschare schräggestellt	} 6-11 mm	
	Bandbr. 8 cm	Flügelschare, Räumschare		
Breitsaat		Flügelschare, Räumschare	7-13 mm	6-11 mm
		Säen unter Boden-Wurfbahnen einer Flachfräse		
		Einrühren durch Bodenbearbeitungsgeräte	15-20 mm	
Einzelkornsaat		Säbelschar mit Tastrollen für Tiefenführung und Klutenräumer	4-9 mm	

Tab. 2 : Streuung der Saattiefe bei verschiedenen Säverfahren

Bei Saatbettbereitung nach Pflugfurche liegt die Streuung der Tiefenablage für Schlepp-, Säbel-, Scheiben-, Flügel- und Räumschare sowie nach der Ablage in Packerringrillen auf leichten, gut geebneten Böden zwischen 6 und 11 mm. Einzelkornsäegeräte liefern in der Regel eine etwas genauere Tiefenablage, da sie als Folge ihrer höheren Masse weniger als andere Schare durch Kluten angehoben werden. Ihre Überlegenheit zu den anderen

Abbildung 5

Säver- fahren	Technik für die Samenablage			
Drillsaat	Säbelschar	Schleppschar	Säen in Packerring- rillen 	
	Einscheiben- schar	Zweischeiben- schar		
Bandsaat	Einscheiben- schar, schräg- gestellt 	Säleitungen im fallenden Erdstrom von Bodenbearbei- tungsgeräten  		
	Flügel- schar 	Räum- schar 		
	Säen unter Bodenwurf einer Flachfräse mittels pneumatisch beschickter Breitsäschiene			
Breitsaat	Einrühren durch Bodenbearbeitungs- geräte		Sä- leitung 	
Einzel- kornsaat	Zellenrad, Säbelschar, Tastrollen für Tiefenführung, Klutenräumer			

höhenbeweglichen Säscharen ist daher auch von der Feinheit des Saatbettes abhängig. Von den übrigen aufgeführten Sätechniken ermöglicht nur die Breitsaat unter dem Bodenwurf einer Flachfräse mittels der Breitsäschiene - sachgemäßer Einsatz vorausgesetzt - eine befriedigende Präzision der Tiefenablage (Tab. 2).

Der Verzicht auf die Pflugfurche und die damit verbundenen pflanzlichen Rückstände im Saatbett führen meistens zu einer noch ungleichmäßigeren Saattiefe. Einige Sätechniken wie die Ablage durch Flügelschare, Räum- schare und herkömmliche Einzelkornsäegeräte sind in Saatbetten mit Pflanzenresten sogar wegen der Verstopfung der Scharzwischenräume funktions- unfähig. Eine Ausnahme bildet das Säen unter dem Bodenwurf einer Flach- fräse. Dieses Verfahren lieferte auf ungepflügtem und unbearbeitetem Bo- den geringfügig bessere Ergebnisse als auf gepflügtem Boden. Da die Breit- säeschiene über die gesamte Arbeitstiefe starr ist und sich Bodenuneben- heiten nicht anpassen kann, benötigt dieses Verfahren für ein befriedigen- des Ergebnis eine ebene Bodenoberfläche. Wenn der Boden vorweg stark gelockert wird, (z.B. durch den Pflug), so beeinträchtigen Radspuren von Schlepper und Geräte die Gleichmäßigkeit der Bodenoberfläche und damit auch der Tiefenablage. Ansonsten hängt das Ergebnis bei Anwendung die- ses Verfahrens auch davon ab, ob durch breite Reifen an Schleppern und Erntegeräten und durch gelegentliches flaches Einebnen des Bodens die er- forderlichen Einsatzvoraussetzungen geschaffen werden.

Konstanz der Saatmenge

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient beim Raps die Frage, ob die er- forderliche geringe Aussaatmenge von etwa 3 bis 4 kg/ha präzise eingehal- ten werden kann. Bei der Einzelkornsaat sind die geringen Saatmengen kein Problem; im Gegenteil, je geringer die Saatmenge ist, desto präziser wer- den in der Regel die gewünschten Abstände in der Reihe eingehalten. Bei

allen Verfahren mit Volumendosierung der Samen für die Drillsaat, Bandsaat und Breitsaat hingegen können erhebliche Veränderungen in der Saattiefe während der Arbeit auftreten. Das gilt auch dann, wenn bei mechanischer Zuteilung anstelle von Nockenrädern spezielle Raps-Feinsäräder benutzt werden oder wenn das Fördervolumen der Nockenräder durch Einsatz von Feinsälappen verringert wird.

Durch Abrieb von Beizmitteln und durch Beschädigung der Samen können die Fließeingenschaften und damit die Saattiefen sich deutlich verändern. Abbildung 6 zeigt ein Beispiel für die Zuteilung mittels Feinsärädern. Abhilfe ist möglich durch Unterbrechung des Antriebes für die Rührwelle im Saatkasten. Während bei anderen Samen die rotierende Rührwelle erforderlich ist, um Brückenbildung im Saatkasten zu vermeiden, ist die Situation beim Raps umgekehrt. In diesem Fall verursacht die rotierende Rührwelle die Brückenbildung, nämlich durch Beizmittelabrieb und Beschädigung der Samen (Abb. 6). Das gilt auch bei mechanischer Saattiefe durch Schubräder.

Auch bei pneumatischer Saattiefe können Beizmittelabrieb und Samenbeschädigungen in ähnlicher Weise die Saattiefe deutlich verringern (Abb. 7). Abhilfe ist in diesem Fall durch Einsatz einer besonderen Feinsaatbürste, die das zentrale Zellenrad für die Einschleusung der Samen in den Luftstrom regelmäßig von Beizmittel- und Samenrückständen befreit.

Im einzelnen ist die Konstanz der Saattiefe sowohl bei mechanischer als auch bei pneumatischer Zuteilung auch sehr abhängig vom Trägerstoff für das Beizmittel. Die besten Ergebnisse wurden bislang mit Talkum als Beizmittel-Trägerstoff erzielt.

Die bisherigen Erfahrungen mit verschiedenen Verfahren deuten an, dass

unter sonst gleichen

je gleichmäßiger die

nach die Frage auf, wie die

verteilung über die Fläche

stark (Abb. 8) kann nach

lassen nach der Flächen

genau wie eine Maßzahl, die

steigt. Bei der Bestimmung

richtung vorhanden, die sie

dazu beitragen zu

länger jeder Arbeit

geeignet. Da das

trägt dieser Arbeit sowohl für

und darunter die

brauchen. Bei der

sowohl vor als auch

liegen, es kann sich

meist in

stark

ist

je größer

die Arbeit

repräsentativ

Frucht

ist

ist

ist

ist

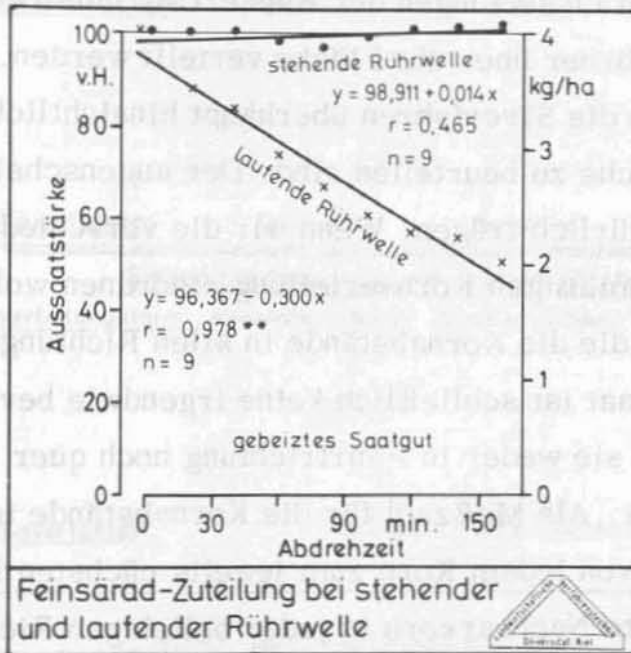


Abb. 6

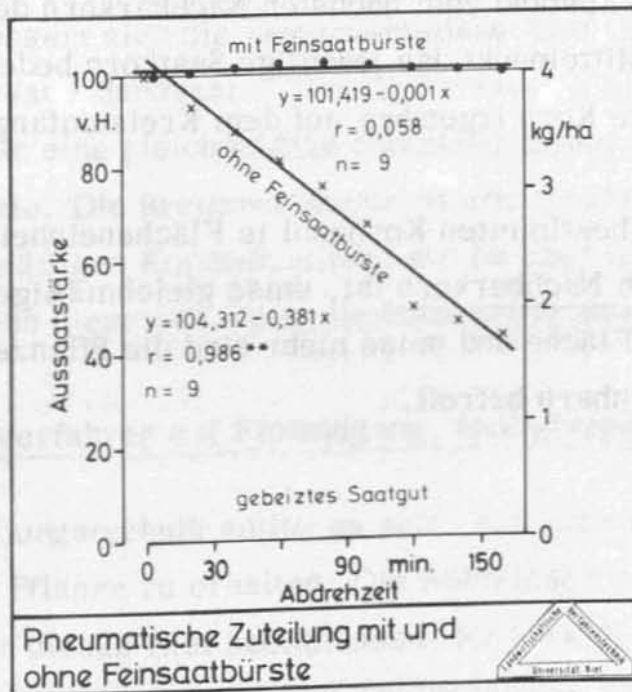


Abb. 7

Samenverteilung über die Fläche

Die bisherigen Erfahrungen mit verschiedenen Säverfahren deuten an, daß unter sonst gleichen Voraussetzungen der Rapserttrag umso höher ausfällt, je gleichmäßiger die Körner über die Fläche verteilt werden. Damit drängt sich die Frage auf, wie die Säverfahren überhaupt hinsichtlich der Kornverteilung über die Fläche zu beurteilen sind. Der augenscheinliche Eindruck (Abb. 8) kann natürlich trügen. Wenn wir die verschiedenen Säverfahren nach der flächenmäßigen Kornverteilung einordnen wollen, benötigen wir eine Maßzahl, die die Kornabstände in allen Richtungen berücksichtigt. Bei der Breitsaat ist schließlich keine irgendwie bevorzugte Särichtung vorhanden, da sie weder in Fahrtrichtung noch quer oder schräg dazu Saatreihen erzeugt. Als Maßzahl für die Kornabstände in allen Richtungen ist der Abstand von jedem Korn zum jeweils nächsten Nachbarkorn geeignet. Da das nächste Nachbarkorn in jeder beliebigen Richtung liegen kann, ist dieser Abstand sowohl für Reihensaat als auch für Breitsaat und Bandsaat als Bewertungsgrundlage der flächenmäßigen Verteilung brauchbar. Bei der Drillsaat beispielsweise kann das nächste Nachbarkorn sowohl vor als auch hinter dem betreffenden Korn in der gleichen Saatreihe liegen; es kann sich aber auch in einer benachbarten Reihe befinden. Geometrisch entspricht der Abstand zum nächsten Nachbarkorn dem Radius eines Kreises, dessen Mittelpunkt das jeweilige Saatkorn bedeckt, während das dazugehörige nächste Korn irgendwo auf dem Kreisumfang liegt.

Je größer nun bei einer bestimmten Kornzahl je Flächeneinheit der mittlere Abstand zum nächsten Nachbarkorn ist, umso gleichmäßiger ist die Samenverteilung über die Fläche und umso mehr sind die Pflanzen vom Konkurrenzdruck durch Nachbarn befreit.

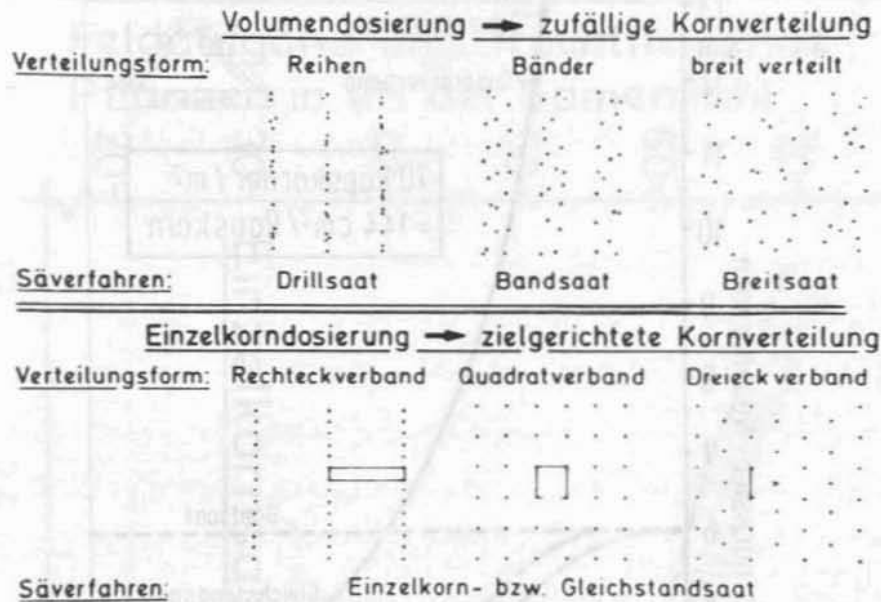


Abbildung 8: Samenverteilung über die Fläche bei verschiedenen Säverfahren

Abbildung 9 zeigt den mittleren Abstand zum nächsten Nachbarkorn für verschiedene Säverfahren bei einer Saatmenge von 70 Rapskörner/m² (entsprechend etwa 3 - 4 kg/ha). Bei gleichem Scharabstand quer zur Fahrtrichtung verbessert sich die Samenverteilung über die Fläche in der Reihenfolge Drillsaat - Bandsaat - Gleichstandsaat. Alle drei Säverfahren erfordern aber für eine gleichmäßige Samenverteilung über die Fläche geringe Scharabstände. Die Breitsaat übertrifft alle Drillsaaten und Bandsaaten in der flächenmäßigen Kornverteilung; sie ist aber der Gleichstandsaat dann unterlegen, wenn diese mit einem Reihenabstand unter 24 cm erfolgt.

Einfluß der Säverfahren auf Feldaufgang, fruchttragende Pflanzen und Ertrag

Ziel der Bestellungstechnik sollte es sein, aus jedem Samen möglichst eine fruchttragende Pflanze zu erhalten. Die Abbildung 10 zeigt, in welchem Maße die Säverfahren dieses Ziel beeinflussen. Es handelt sich um Mittelwerte aus drei Vergleichsjahren. In allen Fällen wurden 70 Samen je m² ausgesät.

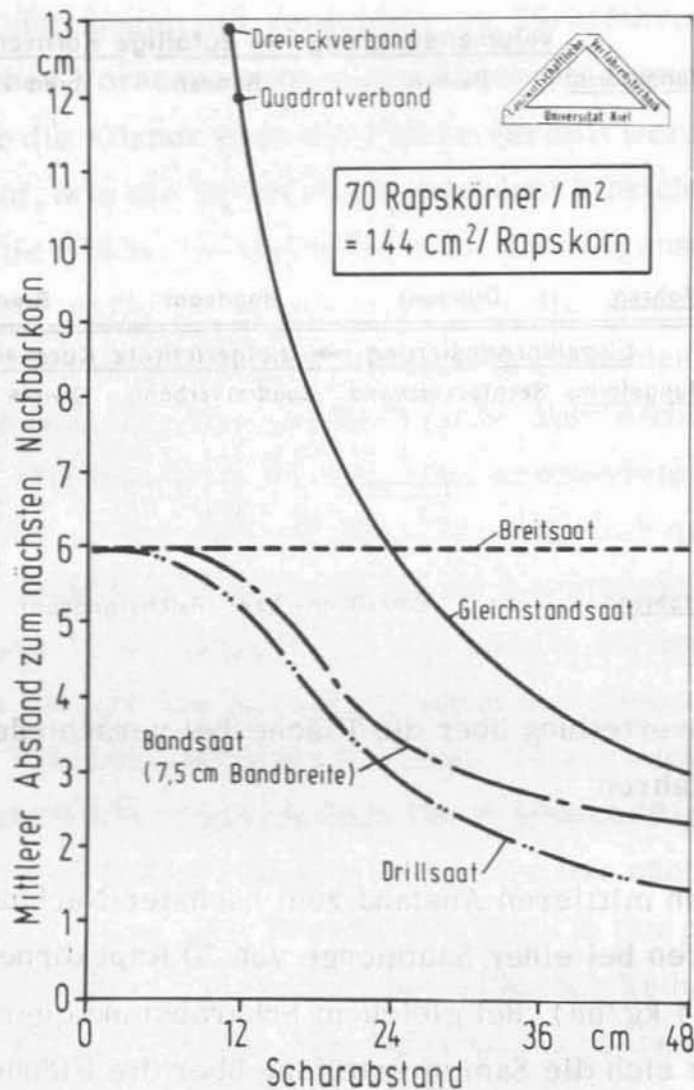
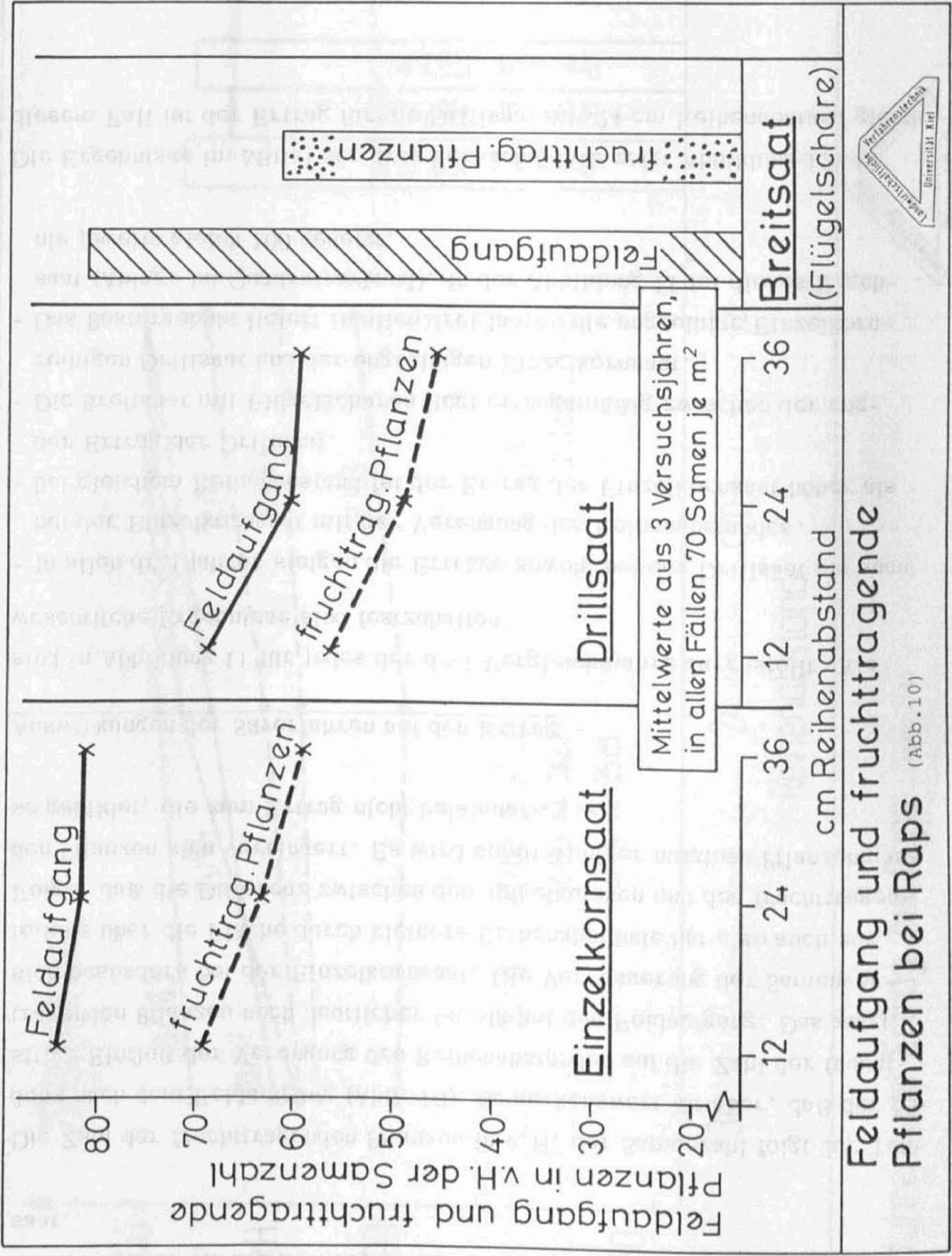


Abbildung 9: Mittlerer Abstand zum nächsten Nachbarkorn

Zunächst ist ein hoher Feldaufgang nötig. Sowohl bei der Drillsaat als auch bei der Einzelkornsaat steigt der Feldaufgang mit abnehmendem Reihenabstand. Das ist jeweils als eine Wirkung der verbesserten Samenverteilung über die Fläche anzusehen, zumal innerhalb dieser Säverfahren mit der Verengung des Reihenabstandes sich die Genauigkeit der Tiefenablage nicht ändert. Ansonsten liegt aber die Einzelkornsaat im Feldaufgang immer sehr deutlich über der Drillsaat. Das ist eine Wirkung sowohl der besseren Samenverteilung über die Fläche als auch der gleichmäßigeren Tiefen-



Feldaufgang und fruchttragende Pflanzen bei Raps (Abb. 10)

ablage. Die Breitsaat mit Flügelscharen schließlich liegt im Feldaufgang immer besser als die Drillsaat, aber unter der engreihigen Einzelkornsaat.

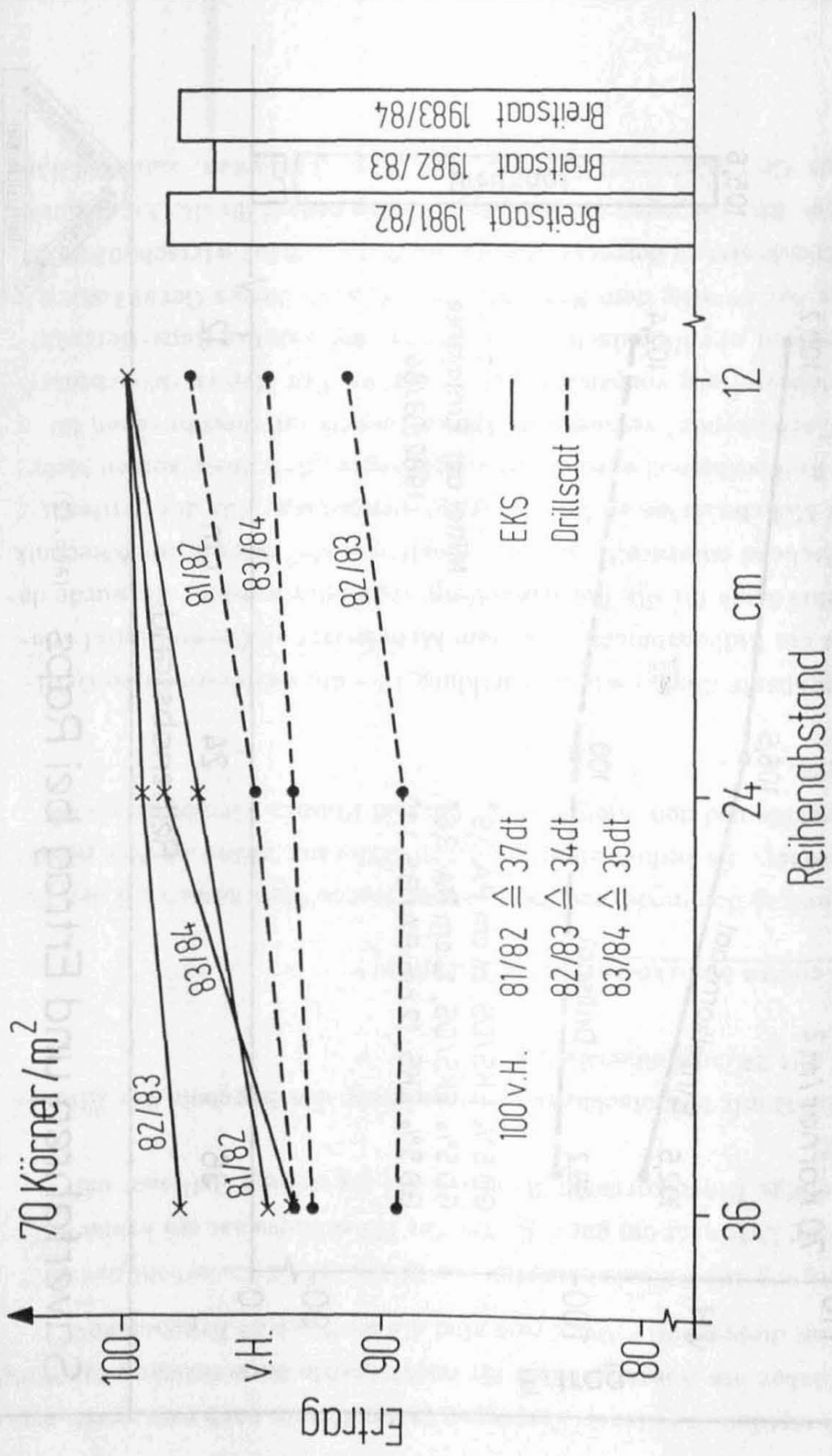
Die Zahl der fruchttragenden Pflanzen in v.H. der Samenzahl folgt der Tendenz nach dem Feldaufgang (Abb. 10). Bemerkenswert ist aber, daß der positive Einfluß der Verengung des Reihenabstandes auf die Zahl der fruchttragenden Pflanzen noch deutlicher ist als auf den Feldaufgang. Das zeigt sich besonders bei der Einzelkornsaat. Die Verbesserung der Samenverteilung über die Fläche durch kleinere Reihenabstände hat also auch zur Folge, daß die Differenz zwischen den aufgelaufenen und den fruchttragenden Pflanzen sich verringert. Es wird somit weniger nutzlose Pflanzenmasse gebildet, die zum Ertrag nicht beisteuert.

Auswirkungen der Säverfahren auf den Ertrag

sind in Abbildung 11 für jedes der drei Vergleichsjahre dargestellt. Als wesentliche Ergebnisse sind festzuhalten:

- In allen drei Jahren steigen die Erträge sowohl bei der Drillsaat als auch bei der Einzelkornsaat mit der Verengung des Reihenabstandes.
- Bei gleichem Reihenabstand ist der Ertrag der Einzelkornsaat höher als der Ertrag der Drillsaat.
- Die Breitsaat mit Flügelscharen liegt ertragsmäßig zwischen der engreihigen Drillsaat und der engreihigen Einzelkornsaat.
- Das Bestergebnis liefert in allen drei Jahren die engreihige Einzelkornsaat (Ablage im Quadratverband). In der Abbildung 11 ist dieses Ergebnis jeweils gleich 100 gesetzt.

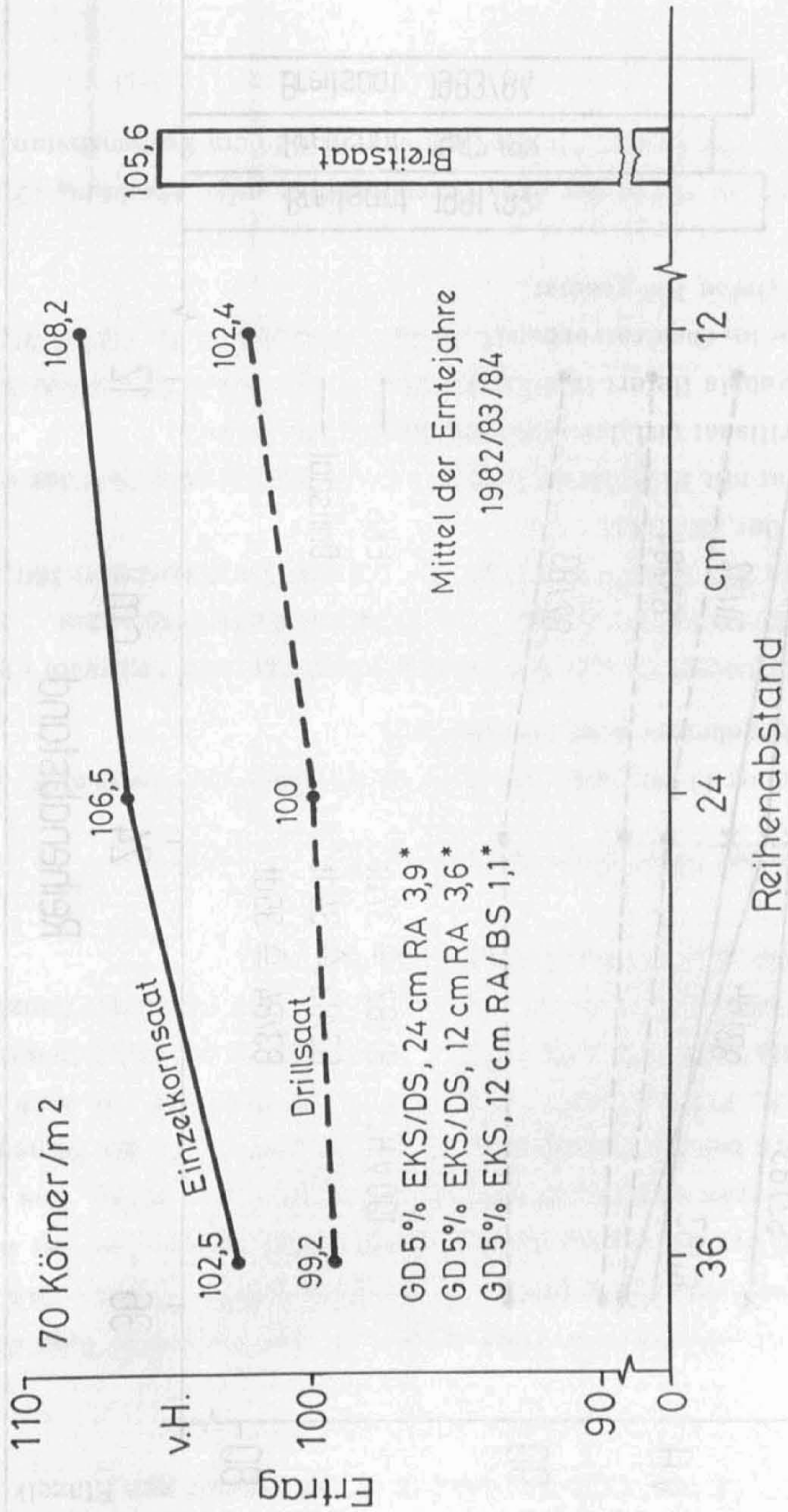
Die Ergebnisse im Mittel der drei Versuchsjahre zeigt Abbildung 12. In diesem Fall ist der Ertrag für die Drillsaat mit 24 cm Reihenabstand gleich



Breitsaat 1981/82
 Breitsaat 1982/83
 Breitsaat 1983/84



Säverfahren und Ertrag bei Raps (Abb. 11)



Säverfahren und Ertrag bei Raps (Abb. 12)

100 gesetzt worden, da dieses Verfahren in der Praxis noch weit verbreitet ist und daher als Ausgangsbasis für nachfolgende Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit dienen soll. Ansonsten sind die wichtigsten Ergebnisse:

- Die Verengung des Reihenabstandes von 36 cm auf 12 cm erhöht den Ertrag bei der Drillsaat um gut 3 %, bei der Einzelkornsaat um knapp 6 %.
- Die engreihige Einzelkornsaat übertrifft die engreihige Drillsaat um knapp 6 %.
- Die Breitsaat mit Flügelscharen erreicht knapp das Ergebnis der Einzelkornsaat mit 24 cm Reihenabstand.

Mehrerlös contra Mehrkosten der Säverfahren

Dem Mehrertrag der modernen Säverfahren stehen Mehrkosten bei den Geräten gegenüber. Es bedarf einer positiven Differenz zwischen dem monetären Mehrerlös und den Mehrkosten, um den Einsatz wirtschaftlich zu rechtfertigen.

Als Ausgangsbasis dient - wie in Abbildung 12 - die weitverbreitete Drillsaat mit 24 cm Reihenabstand. Aus dem Mehrbedarf an Gerätekapital können die Mehrkosten für die Rapsbestellung abgeleitet werden. Es wurde dabei vereinfachend unterstellt, daß die jährlichen Mehrkosten der Sätechnik 16,5 % des Mehrbedarfes an Gerätekapital ausmachen. Für die Drillsaat mit 12 cm Reihenabstand wird davon ausgegangen, daß diese keinen Mehrbedarf an Gerätekapital verursacht. Diese Technik ist ohnehin schon für die Getreidebestellung vorhanden (Tab. 3 und 4). Der Kapital-Mehrbedarf für die Breitsaat mit Flügelscharen ist für die unterstellte Raps-Getreidefruchtfolge nur anteilig dem Raps zuzuordnen; auch dieses Gerät kommt für die Getreidesaat in Betracht und ist hierfür durchaus wirtschaftlich zu rechtfertigen (6). Hingegen ist der Kapital-Mehrbedarf für die Einzelkornsaat in Raps-Getreidefruchtfolgen voll dem Raps anzulasten, zumal bislang

	Mehrbedarf an Gerätekapital in DM	Gesamt für Raps in DM	Mehrkosten in DM/ha Raps	Mehrerlös		Differenz Mehrerlös-Mehrkosten DM/ha
				%	DM/ha	
Drillsaat, 12 cm Reihenabstand	entfällt		keine	2,4	78	+ 78
Breitsaat mit Flügelscharen	4 800	1 600	12	5,6	184	+ 172
Einzelkornsaat, 36 cm Reihenabstand	13 500	13 500	94	2,5	82	- 12
Einzelkornsaat, 24 cm Reihenabstand	18 000	18 000	124	6,5	212	+ 88
Einzelkornsaat, 12 cm Reihenabstand	35 000	35 000	236	8,2	269	+ 33

Ausgangsbasis: Rapsertag von 32,64 dt/ha bei Drillsaat mit 24 cm Reihenabstand;

Fruchtfolge Raps-W.Weizen - W.Weizen - W.Gerste; Gesamtfläche 75 ha (25 ha Raps);
100 DM je dt Raps, 3 m Arbeitsbreite.

Mehrkosten der modernen Sätechnik contra

Mehrerlös bei Raps (Tab.3)

	Mehrbedarf an Gerätekapital in DM Gesamt für Raps	Mehrkosten in DM/ha Raps	Mehrerlös %	Mehrerlös DM/ha	Differenz Mehrerlös-Mehrkosten DM/ha
Drillsaat, 12 cm Reihenabstand	entfällt	keine	2,4	78	+78
Breitsaat mit Flügelscharen	4 800	7	5,6	184	+177
Einzelkornsaat, 36 cm Reihenabstand	13 500	50	2,5	82	+32
Einzelkornsaat, 24 cm Reihenabstand	18 000	65	6,5	212	+147
Einzelkornsaat, 12 cm Reihenabstand	35 000	121	8,2	269	+148

Ausgangsbasis: Rapserttrag von 32,64 dt/ha bei Drillsaat mit 24 cm Reihenabstand;
Fruchtfolge Raps-W.Weizen - W. Gerste; Gesamtfläche 150 ha (50 ha Raps) ;
100 DM je dt Raps, 3 m Arbeitsbreite.

Mehrkosten der modernen Sätechnik contra Mehrerlös bei Raps (Tab. 4)

die Einzelkornsaat von Getreide immer noch im Experimentierstadium sich befindet. Der monetäre Mehrerlös in Tabelle 3 und 4 ist aus den Daten der Abbildung 12 abgeleitet.

Die Differenz zwischen dem Mehrerlös und den Mehrkosten ist bei 25 ha Rapsfläche und 3 m Arbeitsbreite der Geräte für alle Säverfahren mit Ausnahme der weitreihigen Einzelkornsaat positiv (Tabelle 3). Das beste wirtschaftliche Ergebnis liefert indes die Breitsaat mit Flügelscharen, gefolgt von der Einzelkornsaat mit 24 cm Reihenabstand und der Drillsaat mit 12 cm Reihenabstand.

Die Tabelle 4 zeigt im Vergleich zu Tabelle 3 die Auswirkungen einer verbesserten Ausnutzung der Technik auf das wirtschaftliche Ergebnis. Bei gleicher Arbeitsbreite für die Sätechnik wird die doppelte Rapsfläche jährlich bestellt. Für die termingerechte Bestellung ist dabei sicher organisatorisches Geschick erforderlich. Das beste wirtschaftliche Ergebnis entsteht wiederum bei der Breitsaat mit Flügelscharen, dicht gefolgt von den Einzelkornsaaten mit 24 und 12 cm Reihenabstand. Das schlechteste Ergebnis liefert aber wiederum die weitreihige Einzelkornsaat.

Eine noch bessere Ausnutzung der Einzelkornsägeräte und damit ein noch besseres wirtschaftliches Ergebnis für die Einzelkornsaat wäre möglich bei Doppelnutzung der Technik für Raps und Rüben. Technisch ist diese Doppelnutzung kein Problem; durch Austausch der Zellenräder lassen sich die Rüben-Einzelkornsägeräte leicht für die Rapsaussaat herrichten. Raps und Rüben sollten aber wegen der Gefahr der Nematodenübertragung durch den Raps in der Fruchtfolge weit auseinanderstehen. Der einzelbetriebliche Doppelseinsatz von Einzelkornsägeräten für Raps und Rüben erfordert wegen der vielgliedrigen Fruchtfolge daher insgesamt sehr flächenreiche Betriebe.

Durch überbetrieblichen Einsatz der Geräte für Raps und Rüben läßt sich aber auch in flächenärmeren Betrieben eine gute Ausnutzung der Technik erzielen. Die unterschiedlichen Ansprüche dieser Früchte an die Reihenabstände lassen sich bei Schleppern mit Front- und Heckanbau leicht lösen. Zu diesem Zweck wird je ein Rüben-Einzelkorn-Sägerät mit 40 bis 50 cm Reihenabstand in der Front- und Heckhydraulik mitgeführt. Wenn die Heckaggregate genau mittig in der Lücke zwischen den Reihen des Frontgerätes säen, erhalten wir annähernd die für den Raps erforderlichen Reihenabstände.

Letztlich sind auch noch die speziellen Ansprüche der Säverfahren an das Saatbett zu beachten. Die Breitsaat mit Flügelscharen erfordert - von Ausnahmen abgesehen - in der Regel noch ein besonderes sauberes und feines Saatbett. Wie bereits gezeigt wurde, ist man für die Einzelkornsaat am wenigsten auf ein feines Saatbett angewiesen. Wenngleich vieles derzeit für die Breitsaat mit Flügelscharen spricht (Tab. 3 und 4), so muß doch die Eignung dieses Verfahrens für ein grobes Saatbett noch als ein wichtiges Entwicklungsziel angesehen werden, damit auch Böden mit der Neigung zur Oberflächenverschlammung bedient werden können.

Erntetechnik

Der Raps stellt wegen der ungleichmäßigen Abreife und der damit verbundenen Gefahr des vorzeitigen Ausfallens der Samen besondere Anforderungen an die Erntetechnik. Der früher vorherrschende Drusch aus dem Schwad beinhaltet zwei Arbeitsgänge - nämlich Schwadlegen und Drusch - und damit auch einen vergleichsweise hohen Arbeitsaufwand. Der mittlerweile schon weit verbreitete Direktdrusch ermöglicht die Ernte mit etwa dem gleichen Arbeitsaufwand wie beim Getreide. Er erfordert aber Veränderungen am Schneidwerk (Abbildung 13).

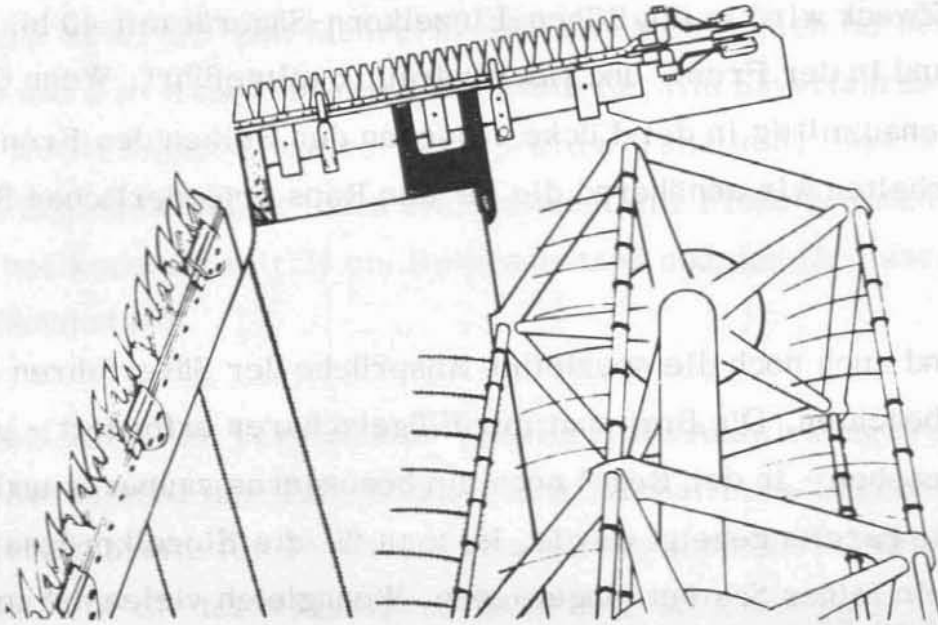


Abbildung 13: Raps-Schneidwerk mit Seitenmesser und Tischverlängerung (Werkbild: Busatis)

Damit mit geringen Ausfallverlusten geerntet werden kann, hat es sich zunächst einmal als sinnvoll erwiesen, statt der bei Getreide üblichen konischen Halmteiler senkrechte Seitenmesser zu benutzen. Die reifen Rapspflanzen sind - im Gegensatz zum Getreide - durch Äste und Zweige miteinander verhakt. Der Getreide-Halmteiler reißt die miteinander verhakten Pflanzen auseinander und verursacht dabei hohe Ausfallverluste. Die senkrechten Seitenmesser belassen beim Trennen der Schnittbahnen die Äste und Zweige an ihrem jeweiligen Ort.

Zusätzlich kann auch noch die Haspel vorzeitigen Ausfall verursachen. Damit auch diese Ausfallverluste gering bleiben, wird oft der Schneidisch nach vorne verlängert. Die Haspel arbeitet dann nicht mehr vor, sondern über dem Schneidisch (Abb. 13). Diese Veränderung am Schneidisch erfordert je nach Schnittbreite einen Kapitalaufwand von 8000 - 12000 DM, und es entsteht die Frage, ob die Verlustminderung diesen Kapitalaufwand rechtfertigt. Abbildung 14 zeigt die Verluste an Rapskörnern am Schneidwerk mit oder ohne senkrechte Seitenmesser sowie mit oder ohne Tischverlängerung nach Untersuchungen aus der Schweiz.

In allen Fällen nehmen die Aufnahmeverluste mit der Arbeitsbreite etwas ab, da mit wachsender Arbeitsbreite auf die Fläche bezogen weniger Schnittbahnen voneinander zu trennen sind. Ansonsten ist aber auch der verlustmindernde Einfluß der senkrechten Seitenmesser und des verlängerten Schneidisches deutlich erkennbar. Bei 4 m Arbeitsbreite mindern die senkrechten Seitenmesser und der verlängerte Schneidisch zusammen die Verluste um rund 150 kg/ha, wertmäßig also um rund 150 DM/ha. Das bedeutet, daß nach annähernd 70 ha Erntefläche die Verlusteinsparung den Kapitalbedarf für das spezielle Raps-Schneidwerk bereits aufwiegt. Das Raps-Schneidwerk lohnt sich also in der Regel durchaus.

Neben den Aufnahmeverlusten sind dann vollständigkeithalber noch Verluste durch den unvollständigen Ausdrusch und durch Körner, die über den Schüttler oder die Reinigungsanlage herausgetragen werden, zu behandeln. In diesem Zusammenhang lohnt es sich, der Frage nachzugehen, inwieweit die verschiedenen Mähdrescher-Grundbauarten sich speziell für die Raps-ernte eignen. Neben der herkömmlichen Mähdreschern mit Tangentialfluß des Erntegutes durch das Druschwerk sind seit einigen Jahren Mähdrescher in Gebrauch, bei denen das Pflanzenmaterial - vereinfacht dargestellt - parallel zur Achse der Dreschtrommel geführt wird (Abb. 15). Bei diesen als

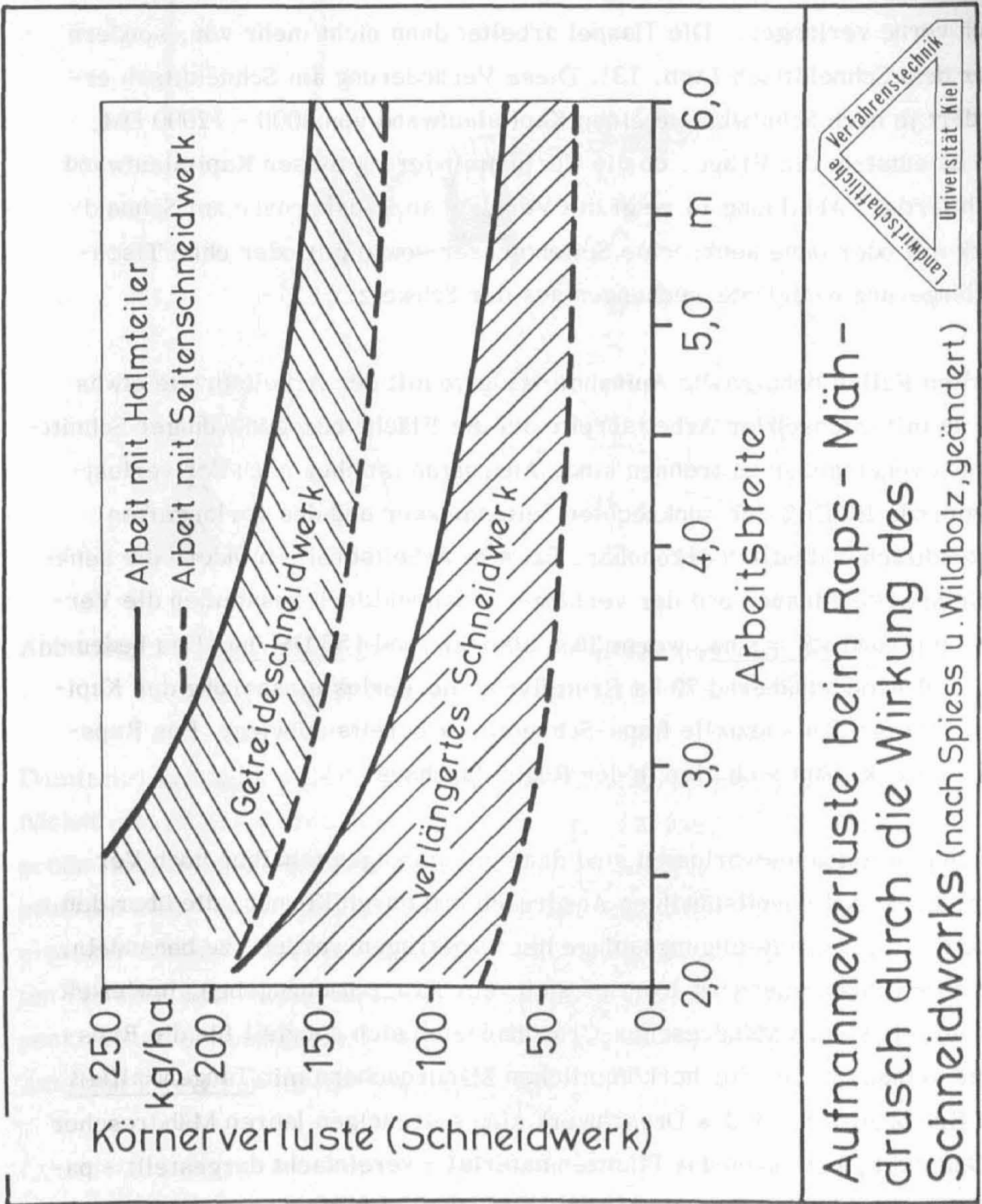
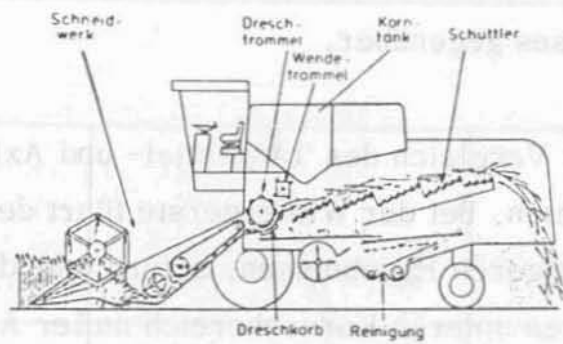
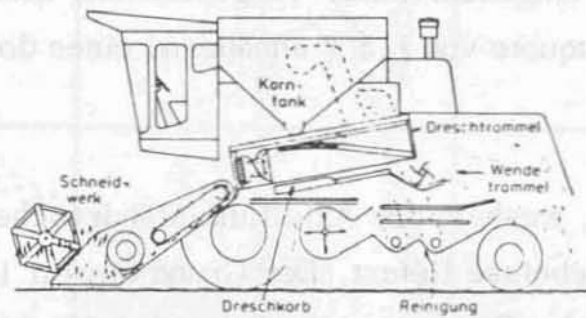


Abbildung 14



Mähdrescher mit Tangential-Dreschwerk



Mähdrescher mit Axial-Dreschwerk

Abbildung 15: Grundbauarten des Mähdreschers

Axialfluß-Mähdreschern bezeichneten Bauarten wird auf den Schüttler völlig verzichtet, zumal die Kornabschneidung durch das Dreschwerk wesentlich höher ist als bei den Tangentialfluß-Mähdreschern. Das Stroh wird aber durch das Dreschwerk wesentlich mehr zerschlagen, was eine höhere Belastung der Reinigungsanlage zur Folge hat.

Abbildung 16 zeigt nach Daten von Spiess (8) die Summe der Dreschwerks-, Schüttler- und Reinigungsverluste für einen Tangentialfluß- und einen Axialfluß-Mähdrescher bei der Ernte von Raps und Wintergerste. Die Durchsatz-Verlustkurven sollten möglichst flach verlaufen. Dann ist es am ehesten möglich, geringe Verluste und hohe Flächenleistungen zu kombinieren.

Es fällt zunächst auf, daß beim Raps die Durchsatz-Verlustkurven wesentlich steiler verlaufen als bei der Wintergerste. Diesem steileren Verlauf

der Durchsatz-Verlustkurven stehen aber auch die deutlich geringeren Massenerträge des Rapses gegenüber.

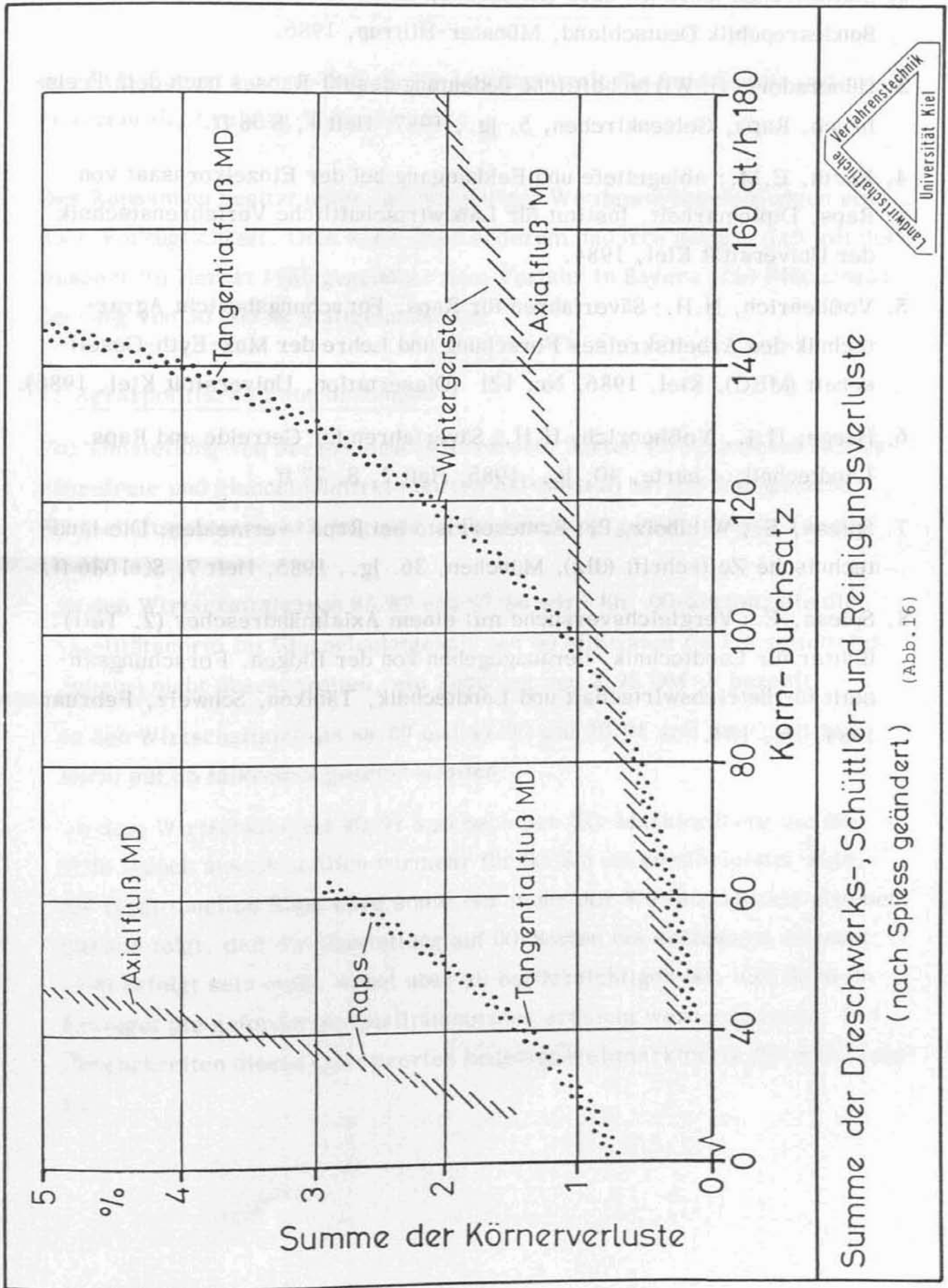
Interessant ist aber der Vergleich des Tangential- und Axialfluß-Mähdreschers bei beiden Früchten. Bei der Wintergerste führt der Axialfluß-Mähdrusch zu deutlich günstigeren Ergebnissen, sofern man den arbeitswirtschaftlich uninteressanten unteren Kurvenbereich außer Acht läßt. Für den Raps ist die Situation umgekehrt. Der Tangentialfluß-Mähdrescher ermöglicht bei einer Verlustquote von 1,5 % annähernd einen doppelt so hohen Durchsatz (Abb. 16).

Man kann sich fragen, weshalb der Axialfluß-Mähdrescher beim Raps deutlich ungünstigere Ergebnisse liefert. Der Grund hierfür ist im wesentlichen darin zu suchen, daß das Rapsstroh durch das Axialfluß-Dreschwerk zu stark zerschlagen wird. Die Stroh-Kleinteile gelangen teilweise mit auf die Reinigungsanlage und erhöhen die Reinigungsverluste. Dieses Problem der Reinigungsverluste entsteht im übrigen bei allen Mähdreschern, die das Rapsstroh stark zerschlagen. Auch die seit einigen Jahren im Einsatz befindlichen Tangentialfluß-Mähdrescher mit rotierenden Abscheidetrommeln anstelle des sonst üblichen Hordenschüttlers neigen dazu, das Stroh etwas mehr zu zerschlagen. Die vergleichsweise starke Belastung der Reinigungsanlage mit den entsprechenden Folgen entsteht daher auch bei dieser Mähdrescher-Grundbauart.

Kurzum, dort wo speziell die Rapsernte eine Arbeitsspitze darstellt, sollte man beim Tangentialfluß-Mähdrescher mit Hordenschüttler bleiben.

Literatur

1. Eurostat. Agrarstatistisches Jahrbuch der Europäischen Gemeinschaft, Brüssel, 1986.



Summe der Dreschwerks-, Schüttler- und Reinigungsverluste

(nach Spiess geändert) (Abb. 16)

2. Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland, Münster-Hiltrup, 1986.
3. Hünersdorf, H: Wirtschaftliche Bedeutung des 00-Rapses nach dem Preisbruch. Raps, Gelsenkirchen, 5. Jg., 1987, Heft 1, S 38 ff.
4. Kurth, E.M.: Ablagetiefe und Feldaufgang bei der Einzelkornsaat von Raps. Diplomarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, 1984.
5. Voßhenrich, H.H.: Säverfahren für Raps. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG), Kiel, 1986, Nr. 121 (Dissertation, Universität Kiel, 1986).
6. Heege, H.J., Voßhenrich, H.H.: Säverfahren für Getreide und Raps. Landtechnik, Lehrte, 40. Jg., 1985, Heft 2, S. 77 ff.
7. Spiess, E., Wildbolz, P.: Ernteverluste bei Raps vermeiden. Die landtechnische Zeitschrift (dlz), München, 36. Jg., 1985, Heft 7, S. 1086 ff.
8. Spiess, E.: Vergleichsversuche mit einem Axialmähdrescher (2. Teil). Blätter für Landtechnik, herausgegeben von der Eidgen. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon, Schweiz, Februar 1984, Nr. 184.



Sortenwahl und Düngung bei Raps

von LOR Rupert Fuchs, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan

Der Rapsanbau besitzt unter den derzeitigen Wettbewerbsbedingungen eine hohe Vorzüglichkeit. Dies wird unter anderem dadurch belegt, daß mit der Aussaat im Herbst 1986 gegenüber dem Vorjahr in Bayern eine Flächenausdehnung von 30 000 ha stattgefunden hat.

1. Agrarpolitische Entscheidungen

Zur Umstellung von derzeit erucasäurefreien Sorten (0-Sorten) auf euruca-säurefreie und glucosinolatfreie Sorten (00-Sorten) hat die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft folgende Zielvorstellung genannt (siehe Tabelle 1 und 1 a).

- In den Wirtschaftsjahren 86/87 und 87/88 wird für 00-Sorten, die die Qualitätsnorm im Glucosinolatgehalt von 60 Mikromol (je 1 g entfettetes Schrot) nicht überschreiten, ein Zuschlag von 2,98 DM/dt bezahlt.
- In den Wirtschaftsjahren 88/89 und 89/90 und 90/91 soll die Qualitätsnorm auf 35 Mikromol gesenkt werden.
- Ab dem Wirtschaftsjahr 90/91 soll nach der EG-Marktordnung die Beihilfe jedoch ausschließlich nurmehr für 00-Sorten gewährleistet sein, für traditionellen Raps wäre somit nur mehr der Weltmarktpreis gegeben. Daraus folgt, daß die Umstellung auf 00-Sorten bis spätestens Aussaat 1990 erfolgt sein muß, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß dann im Erntegut die geforderten Qualitätsnormen erreicht werden müssen. Ein Überschreiten dieses Grenzwertes bedeutet Weltmarktpreis für das Erntegut.

Tab.: 1

Umstellung auf 00-Sorten		Zielvorstellung der EG		Wirtschaftsjahr		Qualität	Zuschlag	"normale" Beihilfe für nicht erreichte Qualität	
	A.	E.							
	85	86				60 } I			
	86	87				60 }			
	87	88				35 } II	DM 2,98/dt		
	88	89				35 }			
	89	90				35 }			
	90	91							
91/92	90	91				30	III	Beihilfe ausschließlich bei erreichter Qualität	

35 Mikromol je 1 g lufttrockener Samen (40 & Öl) $\hat{=}$ ca. 60 μ mol je 1 g entf. Schrot
 18 Mikromol je 1 g lufttrockener Samen (40 & Öl) $\hat{=}$ ca. 30 μ mol je 1 g entf. Schrot

Tab.: 1a

Vorschlag EG-Kommission
für WJ 87/88 = Ernte 87

	Interventionspreis DM	Zuschlag DM
	bis 87	bis 87
65 µmol (00)	100,50	2,98
>65 µmol (0)	97,50	5,96
		kein
		kein

- 2,98

Diese Preisdifferenz $\hat{=}$ 6 & Punkte Ertragsunterschied

- Nach letzten Mitteilungen trägt sich die Kommission der EG für das Wirtschaftsjahr 1988/89 mit dem Vorschlag, den Interventionspreis um 2,98 DM/ha zu senken und den Qualitätszuschlag für 00-Sorten um den gleichen Betrag zu erhöhen.

Aus diesen Tatsachen ergeben sich zwei Fragen:

Ist es sinnvoll derzeit bereits auf 00-Sorten umzustellen, um den Zuschlag zu erhalten?

Muß derzeit bereits auf 00-Sorten umgestellt werden, um bis zum Jahr 1990 kein Risiko hinsichtlich der erforderlichen Qualität einzugehen?

2. Erreichen der Qualitätsnorm

Das Risiko zum Erreichen der Qualität wird in erster Linie durch den Durchwuchs (glucosinolathaltige Pflanzen) und durch den Ausgangsgehalt an Glucosinolaten das Z-Saatgutes bestimmt.

Hierzu ein Beispiel (siehe Tabelle 2). Der Grenzwert von 60 Mikromol im Erntegut wird erreicht, wenn bei einer Bestandesdichte von 80 Pflanzen 20 Durchwuchspflanzen enthalten sind. Bei der Bestandesdichte von 80 Pflanzen/m² ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese Bestandesdichte bereits bei einer Aussaatmenge von 4 - 5 kg erreicht wird. Vorgesagtes gilt, wenn im Z-Saatgut ein Ausgangsglucosinolatgehalt von 30 Mikromol gegeben ist. Liegt der Ausgangsgehalt im Z-Saatgut jedoch bei 20 Mikromol, so können bei gleicher Aussaatstärke etwa 25 Pflanzen als Durchwuchs toleriert werden.

Die tolerierte Zahl an Durchwuchspflanzen ist aber auch abhängig von der Bestandesdichte, d.h. von der Aussaatmenge. So können z.B. bei einer Be-

Tab.: 2

Durchwuchs und Qualität des Erntegutes

Durchwuchs Pfl./m ²	Zahl Pfl. gesamt Frühjahr		% Anteil Durchwuchs		Glucosinolatgehalte im Erntegut μ mol bei Ausgangsgehalten Z-Saatgut			
	60/00	100/00	60	100	60 Pfl./m ²	100 Pfl./m ²	60 Pfl./m ²	100 Pfl./m ²
0	60	100	0	0	30	30	20	20
5	65	105	7,6	4,7	39,1	35,6	29,9	26,1
10	70	110	14,3	9,0	47,0	40,8	38,6	31,7
15	75	115	20,0	13,0	54,0	45,6	46,0	36,9
20	80	120	25,0	16,7	60,0	50,0	52,5	41,7
25	85	125	29,4	20,0	65,3	54,0	58,2	46,0
30	90	130	33,3	23,0	70,0	57,6	63,3	49,9
35	95	135	36,8	25,9	74,2	61,1	67,8	53,7
40	100	140	40,0	28,6	78,0	64,2	72,0	57,2
45	105	145	42,8	31,0	81,4	67,2	75,6	60,3
50	110	150	45,4	33,3	84,5	70,0	79,0	63,3

standesdichte von $120/m^2$ von denen 30 Durchwuchspflanzen darstellen, zum Erreichen des Sollwertes im Erntegut führen. Dies gilt wiederum für 30 Mikromol im Z-Saatgut. Der tolerierbare Anteil an Durchwuchspflanzen nimmt bei 20 Mikromol im Z-Saatgut bei der höheren Aussaatmenge bis auf 45 Pflanzen zu.

Der Glucosinolatgehalt im Erntegut wird somit von 3 Faktoren beeinflusst:

Vom Ausgangsgehalt des Z-Saatgutes, das von der Arbeit des Züchters abhängt,

von der Zahl der zu erwartenden Durchwuchspflanzen und

von der anzustrebenden Bestandesdichte.

Wird die Qualitätsnorm auf 30 Mikromol gesenkt, so bedeutet dies höchste Anforderungen an den Erzeuger. Bei einem Ausgangsgehalt von 30 Mikromol im Z-Saatgut könnte z.B. keine einzige Durchwuchspflanze toleriert werden. Aber auch bei Gehaltswerten von 20 Mikromol im Z-Saatgut ist der tolerierbare Anteil an Durchwuchspflanzen äußerst gering und darf nach vorgenannter Darstellung 5 Pflanzen nicht überschreiten.

Die Hauptgefährdung geht somit vom Durchwuchs aus. Da Rapskörner im Boden bis zu 10 Jahren überlebensfähig bleiben, muß jeder Anbauer unbedingt darauf achten, daß das Samenpotential im Boden so schnell wie möglich reduziert wird.

Hierzu sind folgende Maßnahmen möglich:

Neuverseuchung verhindern

- Verlustfreie Ernte

Der Einsatz von Schneidwerksverlängerungen, Seitentrennern und mög-

lichst großen Schnittbreiten verringert nicht nur die Ernteverluste, sondern führt gleichzeitig zu einem geringeren Durchwuchsrisiko.

- Fläche (oder keine) Bodenbearbeitung nach der Ernte

In Gebieten mit ausreichenden Niederschlägen nach der Rapsernte wäre sogar daran zu denken, keine Bodenbearbeitung durchzuführen, um ein Einmischen des Ausfallkornes in zu tiefe Bodenschichten zu verhindern. Bearbeitungsgänge wiederholen.

Pfluglose Bestellung der Folgefrucht.

Abbau des im Boden vorhandenen Potentials

- Bodenbearbeitungsmöglichkeiten zwischen den anderen Fruchtfolgegliedern nutzen.
- Hacken des Rapses.
- Fruchtfolge erweitern, dadurch zusätzliche Bekämpfungsmöglichkeit.

Andere Kreuzblütler, wie z.B. Winterrüben sind wie herkömmlicher Raps einzustufen.

Gleiche Sorgfalt gilt auch dann, wenn bereits 00-Sorten angebaut wurden.

Um das Qualitätsrisiko abschätzen zu können, ist es wichtig, die Durchwuchsgefährdung der einzelnen Felder zu kennen. Dies kann geschehen durch die Fenstermethode bei der Aussaat von Raps, aber auch durch die Beobachtung des Durchwuchses in anderen Fruchtfolgegliedern, sofern dies möglich ist.

3. Sorten (Tabellen 3, 4, 5, 6, 7, 8)

Nach den Ergebnissen der Landessortenversuche sind für den überwiegenden Teil Bayerns wegen der häufig eintretenden witterungsbedingten frühen

Wintertraps - Korinnutzung

Kornerträge (rel.) Vergleich Bayern - Schleswigholstein

Sorte / Jahr / Land	1985		1984		1983	
	Bay	Sch-H	Bay	Sch-H	Bay	Sch-H
Belinda	102	99	103	104	107	103
Doral	86	96	96	96	99	104
Ø Vergleichssorten	35,7	40,9	35,8	31,3	31,6	32,5

Tabelle 3

Winterraps Sortenversuche

Faktorielle Ernte 1984

Kornertrag (bei 90 % TS) relativ

Orte	GD 5 % rel.	Vers.-St. DS Sorten dt/ha	Je Neuf	Belinda	Mirander	Doral
Osterseeon	11,5	37,1	107,5	106,2	110,2	90,9
Oberhaunstadt	10,5	34,4	93,8	102,8	103,6	100,7
Unterlauter	15,1	37,2	93,1	106,4	102,5	102,1
Neuhof	11,9	31,7	101,0	104,2	102,3	98,0

Durchschnitt absolut		35,1	34,7	36,9	36,8	34,4
relativ		35,1	98,9	105,0	104,8	97,9

Tabelle 4

W I N T E R R A P S S O R T I E N V E R S U C H E F A K T O R I E L L E R N T E 1 9 8 5
K O R N E R T R A G (B E I 9 0 % T S) R E L A T I V

V E R S U C H S S T E I L L E N	G D	V E R S . -	R E L A T I V																	
			5 %	ST. - D S I	J E T		B E L I		M I R A		D O K A		G U N D		E L E N		L I R O		L I N D	
O R T E	REG.	BEZ.	REL.	= 100	NEUF	NDA	NDER	L	UL A	A	PA	OR A	NEUF	NDA	NDER	L	UL A	A	PA	OR A
L A N D S B E R G	O B		7.8	36.6	112.7	111.2	112.5	89.5	91.1	93.0	92.8	100.8	112.7	111.2	112.5	89.5	91.1	93.0	92.8	100.8
O S T E R S E E O N	O B		10.7	39.2	100.1	108.2	98.3	83.4	99.7	92.6	98.9	100.6	100.1	108.2	98.3	83.4	99.7	92.6	98.9	100.6
L U P B U R G	O P F.		12.8	26.6	119.4	104.5	101.5	76.6	112.3	98.1	92.7	99.3	119.4	104.5	101.5	76.6	112.3	98.1	92.7	99.3
H O H E N R O T H	U F R.		5.3	36.4	88.0	102.1	95.9	97.8	104.8	102.6	96.7	97.5	88.0	102.1	95.9	97.8	104.8	102.6	96.7	97.5
N E U H O F	S C H W		12.8	32.2	90.2	106.3	95.9	96.8	115.8	81.3	99.0	98.4	90.2	106.3	95.9	96.8	115.8	81.3	99.0	98.4
D U R C H -	R E L A T I V			34.2	101.4	106.6	100.9	89.3	104.0	93.6	96.2	99.4	101.4	106.6	100.9	89.3	104.0	93.6	96.2	99.4
S C H N I T T	D T / H A			34.2	34.7	36.5	34.5	30.5	35.6	32.0	32.9	34.0	34.7	36.5	34.5	30.5	35.6	32.0	32.9	34.0

Tabelle 5

W I N T E R R A P S S O R T E N V E R S U C H E F A K T O R I E L L E R N T E 1 9 8 6
 KORNERTRAG RELATIV

V E R S U C H S S T E L L E N	G D 5 %	V E R S . - S T . - D S I	B E L I		J E T		G U N D		E L E N	
			N D A	U L A	N E U F	U L A	U L A	A		
O R T E	REG. BEZ. REL.	DT/HA = 100								
OSTERSEECH	OB 12.9	20.5	100.0	116.0	97.2	116.0	95.1			
OBERHAINSTADT	OB 9.6	34.4	105.9	107.5	110.2	107.5	93.6			
REITH	NB 5.6	27.5	106.9	104.6	97.7	104.6	88.8			
LUPBURG	OPF. 13.1	38.2	106.8	102.8	107.3	102.8	90.1			
ALMESBACH	OPF. 6.4	38.0	106.5	105.2	98.0	105.2	94.7			
UNTERLAUTER	OFR. 6.4	31.3	106.8	108.4	113.1	108.4	89.2			
HOHENROTH	UFR. 5.4	35.8	108.7	109.9	105.9	109.9	96.5			
NEUHOF	SCHW. 12.2	31.1	119.9	126.4	109.2	126.4	71.6			
D U R C H - R E L A T I V		32.1	108.0	109.6	105.3	109.6	90.1			
S C H N I T T		32.1	34.7	33.8	35.2	28.9				
D T / H A		32.1								

* NICHT GEMITTELT WEGEN HAGELSCHADEN

Tabelle 6/1

W I N T E R R A P S S O R T E N V E R S U C H E F A K T O R I E L L E R N T E 1 9 8 6
K O R N E R T R A G R E L A T I V

VERSUCHSSTELLEN	REG.	GD 5 %	VERS.- ST.-DSI	DT/HA	LIND ORA	RUBI N	LIRA BON	SANT ANA
OSTERSEEN	OB	12.9	20.5		99.0	66.8	110.5	105.3
OBERHAUNSTADT	OB	9.6	34.4		95.3	78.3	95.8	95.5
REITH	NB	5.6	27.5		96.2	81.6	101.5	96.4
LUPBURG	OPF.	13.1	38.2		103.5	94.2	93.7	84.5
ALMESBACH	OPF.	6.4	38.0		91.8	91.8	93.8	92.5
UNTERLAUTER	OFR.	6.4	31.3		89.6	93.3	100.0	91.6
HOHENROTH	UFR.	5.4	35.8		86.9	84.7	96.4	102.9
NEUHOF	SCHWI	12.2	31.1		76.8	93.2	90.8	75.3
D U R C H - R E L A T I V								
			32.1		92.3	86.7	97.0	92.5
S C H N I T T								
			32.1		29.6	27.8	31.1	29.7

* NICHT GEMITTEL WEGEN HAGELSCHADEN

** GEBEIZT MIT CBS

Tabelle 6/2

W I N T E R T R A P S S O R T E N V E R S U C H E F A K T O R I E L L E R N T E 1 9 8 6

O L E R T R A G R E L A T I V

V E R S U C H S S T E L L E N	G D	S %	V E R S . -	O R T E																		
				ST. - D S I	B E L I		J E T		G U N D		E L E N		L I N D		R U B I		L I R A		S A N T			
REG.	BEZ.	REL.	DT/HA	NDA	NEUF	ULA	A	ORA	N	BON	ANA											
			= 100																			
OSTERSEEON	OB	12.7	7.9	99.6	93.7	113.1	97.3	98.9	64.6	110.3	107.8											
OBERHAUNSTADT	OB	9.5	12.9	105.9	114.1	105.4	95.5	95.2	75.4	96.8	100.0											
REITH	NB	5.5	10.3	101.8	95.6	103.1	93.1	98.8	79.1	102.2	100.8											
LUPBURG	OPF.	13.0	15.9	105.4	107.1	103.0	90.3	103.4	91.4	95.4	88.0											
ALMESBACH	OPF.	6.4	15.1	107.2	97.6	104.3	98.6	91.1	89.6	93.5	95.7											
UNTERLAUTER	OFR.	6.3	12.2	105.4	111.2	107.1	92.2	90.4	93.6	102.1	95.4											
HOHENROTH	UFR.	5.3	13.2	108.2	105.1	110.3	101.8	86.2	81.5	95.9	105.5											
NEUHOF	SCHW	13.0	11.9	121.8	106.8	124.7	72.6	76.3	90.5	92.5	77.3											
D U R C H -			RELATIV	12.4	107.5	104.8	108.6	93.0	92.7	84.7	98.0	95.8										
S C H N I T T																						
DT/HA				12.4	13.3	13.0	13.5	11.5	11.5	10.5	12.1	11.9										

* NICHT GEMITTEL WEGEN HAGELSCHADEN

Tabelle 7

Wertprüfung aller am 1.9.1986 zugelassenen 00-Winterrapsorten

Zulassungsjahr	1986					1985		1984	1983				
	Belinda	Doral	Jet Neuf	Liradonna	Lirakus	Liporta	Ceres	Arabella	Santana	Lirabon	Rubin	Lindora	Elen
Blühbeginn	3	4	3	3	3	5	4	5	4	3	6	5	4
Reife	4	5	3	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4
Länge	5	6	3	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4
Auswinterg.	4	4	4	6	5	5	5	5	6	4	5	6	7
Lager	4	4	3	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5
Phoma	4	3	2	5	5	4	6	5	6	4	5	4	6
Krebs	5	4	5	5	nicht beurteilt	5	5	5	5	5	4	nicht beurteilt	nicht beurteilt
Korn-Ertrag	7	5	6	3	4	5	7	6	3	4	5	3	2
Öl-Ertrag	7	4	5	4	4	6	7	6	4	5	5	2	2
Öl - %	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	7	7

Tabella 8

Abreife Sorten mit mittel bis früher Reifezeit günstiger zu beurteilen als spätere Sorten.

Die derzeitigen Standardsorten zeichnen sich durch eine hohe Ertrags-sicherheit aus.

Die älteren 00-Sorten (Zulassungsjahr vor 84) liegen im Kornertrag deutlich ungünstiger als die Standardsorten. Ihr etwas günstigerer Ölgehalt führt zu keiner deutlichen Wettbewerbsverbesserung gegenüber den Standardsorten.

Die neueren 00-Sorten (Zulassungsjahre 84 und 85) weisen eine deutliche Verbesserung gegenüber ihren Vorgängerinnen auf. Die beste der geprüften 00-Sorten in den Landessortenversuchen Bayern, Ernte 1986, erreicht einen Relativertrag von 97 im Kornertrag und von 98 im Ölertrag. Die relativ spätere 00-Sorte RUBIN zeigt im Durchschnitt aller Versuchsstellen einen Relativwert im Kornertrag von 85. Ihr günstigster Wert liegt an der Versuchsstelle Lupburg mit relativ 94.

Von der jüngsten Generation der 00-Sorten (ARABELLA, CERES, LIRADONNA, LIRAKUS, LIPORTA) liegt derzeit noch kein Ertragsergebnis aus Bayern vor. Sie dürften in ihren Leistungen jedoch günstiger einzustufen sein als ihre Vorgängerinnen.

4. N-Düngung (Tab. 9, 10, 11, 12)

Die optimale N-Gabe ausgangs Winter liegt bei gut überwinterten Beständen im Bereich von 120 bis 140 kg N/ha. Der niedrigere Wert ist an Standorten anzustreben, die eine N-Nachlieferung aus Vorfrucht oder wirtschaftseigenem Düngereinsatz zu Vorfrüchten erwarten lassen. Die N-Gabe zu Schoßbeginn ist auf 40 (bis 60) kg N/ha anzusetzen. In Gebieten mit häufig rascher

Abteile Sorten mit mittel bis hoher Keilwert glänzend zu bearbeiten die
spätere Sorten

Aufnahme in % des Bedarfs

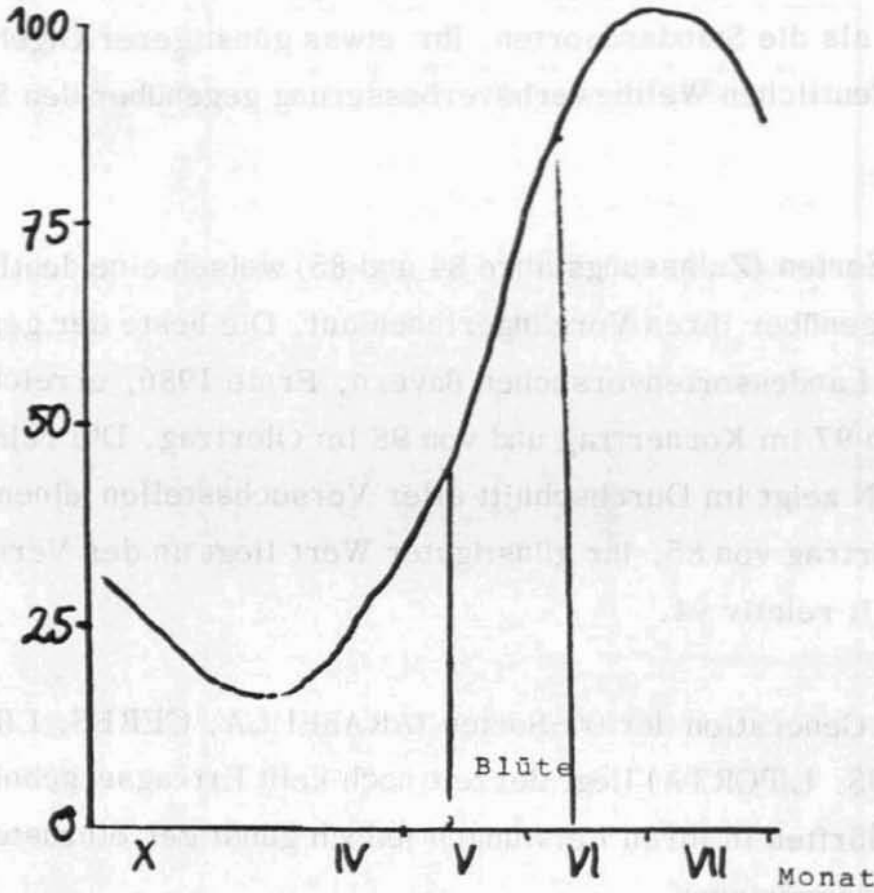


Tabelle 9

Die optimale N-Gabe ausgew. Winter liegt bei gut überwinter. Pflanzen
im Bereich von 130 bis 140 kg N/ha. Der niedrigste Wert ist ein Standard
anzusetzen, die eine N-Nachlieferung aus für den oder wirtschaftliche
non Düngerelement zu Verfügung zu stellen ist. Die N-Gabe im Sommer
beginnt bei 40 bis 50 kg N/ha anzusetzen. In Gebieten mit niedrigem

Winterraps - Kornnutzung
 Produktionstechnische Sortenversuche 1981 - 83
Kornertrag (Relativwerte) Sorte Elvira

Nr. Jahr Ort	Ø dt/ha = 100	N - Stufen						
		120/0	80/40	160/0	80/80	100/60	200/0	100/100
1 1981 Unterlauter	32,6	91	101	102	103	103	99	100
2 1982	23,4	98	106	106	98	95	94	103
3 1983	29,2	92	100	106	98	102	103	98
4 1981 Triesdorf	35,2	89	100	105	104	100	100	102
5 1982	27,6	93	102	97	99	104	100	104,
6 1983	32,2	99	93	109	99	101	103	95
7 1982 Osterseeon	26,4	91	88	110	101	98	120	93
8 1983	27,8	95	105	101	102	99	96	103
Ø (1-8 Relativwerte)		93,5	99,4	104,5	100,5	100,3	101,9	99,8

Tabelle 10

Winterraps - Kornnutzung

Produktionstechnische Sortenversuche 1981 - 83

Ölgehalte (90 % TS) Sorte Elvira

Nr.	Jahr	Ort	Ø %	N - Stufen						
				1	2	3	4	5	6	7
1	1981	Unterlauter	39,8	100	105	98	101	97	102	97
2	1982		38,1	104	102	99	101	101	99	96
3	1983		43,7	100	103	102	98	99	102	95
4	1981	Triesdorf	39,8	107	100	102	99	98	98	96
5	1982		38,7	104	103	103	97	101	95	98
6	1983		41,0	101	105	107	91	98	101	97
7	1982	Osterseeon	37,7	106	106	98	100	97	94	98
8	1983		38,1	100	104	99	103	100	97	97

Ø (1-8 Relativwerte) 103 104 101 101 99 99 99 99 97

Tabelle II

N - Düngung zu Winterrraps

Erträge Relativwerte

(Sorte Elvira Ø Versuchsstellen) 1981 - 1983

dt/ha	120/0	80/40	160/0	80/80	100/60	200/0	100/100
Kornertrag	96	99	104	100	100	102	100
Ölertrag	96	103	106	100	99	100	96
Ölgehalt	103	104	101	99	99	99	97

Tabelle 12

Abreife durch große Hitze im Juli kann auf eine 2. Gabe verzichtet werden.

Lückige Bestände oder frostgeschädigte Pflanzen reagieren auf eine erhöhte Gabe ausgangs Winter mit überdurchschnittlich ausgeprägter Verzweigung. Bei ungünstigen (schnellen) Abreifebedingungen ist ein ungleiches Abreifen, das die Ernte erschwert, möglich. Eine Erniedrigung des Ölgehaltes kann nicht ausgeschlossen werden.

Höhere N-Gaben (über 60 kg N/ha) zu Beginn des Schoßens verzögern die Abreife. Bei raschen Abreifebedingungen ist eine Erniedrigung des Ölgehaltes zu erwarten.

Schnellwirkende N-Formen sind zu bevorzugen.

Züchterische Möglichkeiten und Ertragserwartungen bei Alternativkulturen
(Ackerbohnen, Erbsen, Massenweizen, Sonnenblumen, Sojabohnen, Zucker-
hirse, Flachs, Euphorbia)

von LD Dr. Manfred Munzert, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur
und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan

I. Einleitung

Unter Alternativkulturen sind ganz allgemein Fruchtarten zu verstehen, die bislang mangels Konkurrenzkraft gegenüber den gängigen Fruchtarten oder wegen fehlender Verwertungsmöglichkeit nicht angebaut werden. Neben eiweißhaltigen Körnerleguminosen, die die heimische Futterbasis erweitern können, stehen vor allem Pflanzen als Nachwachsende Rohstoffe, die auch als "Industriepflanzen" bezeichnet werden, im Mittelpunkt des Interesses. Letztere werden im Hinblick auf ihre künftige Bedeutung zur Zeit sehr kontrovers diskutiert. Es ist im Rahmen dieses Vortrages nicht möglich, auf das Für und Wider einer solchen neuen Form der Landnutzung einzugehen; vielmehr möchte ich mich auf die rein züchterischen Aspekte dieses Problems beschränken. Da ich bei den im Thema ausgewählten Kulturarten selbst nicht züchterisch tätig bin, bitte ich schon jetzt um Verständnis, wenn ich mich in meinen Aussagen nur auf Literaturberichte und Informationen von Kollegen der Landesanstalt stützen kann.

II. Grundsätzliches zu den Möglichkeiten der Pflanzenzüchtung

Bevor ich auf die einzelnen Alternativkulturen zu sprechen komme, seien mir zunächst ein paar Bemerkungen zu dem im Thema genannten Zusammenhang zwischen Züchtung und Ertragserwartung gestattet. Selbstverständlich ist es ein wesentliches Ziel der Züchtung, bei den in Frage stehenden Alternativkulturen die Erträge noch zu steigern. Pauschal ge-

sprochen, bedarf es insbesondere bei den als Nachwachsende Rohstoffe dienenden Pflanzen der Verdoppelung der Erträge, um diesen Pflanzen eine stützungsfreie Konkurrenzkraft gegenüber anderen Ressourcen zu sichern. Hierbei wird zunächst die Ausschöpfung aller pflanzenbaulichen Reserven, einschließlich neuer biologischer und technischer Optimierungssysteme für den Anbau, die Pflege, Ernte und Lagerung, notwendig sein. Die Züchtung wird jedoch ihre Ziele - außer auf ein hohes Ertragspotential - auch ausrichten müssen auf

- Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge
- Anspruchslosigkeit (low input)
- spezielle Qualitätsparameter (Inhaltsstoffe)
- günstige Lager- und Verarbeitungseigenschaften.

Wie die Erfahrung lehrt, braucht die Züchtung für derartige Ziele Zeit, vor allem, wenn an der Architektur der Pflanze (neue Wuchstypen) und mit neuen Resistenz- und Qualitätsgenen (Einführung von Wildarten, Veränderung von Stoffzusammensetzungen) gearbeitet werden soll. Daran ändern auch die neuen Zuchtmethoden nichts, die inzwischen in aller Munde sind und in ihren Möglichkeiten vermutlich überschätzt werden. In Übersicht 1 wird ein Überblick über die derzeit biotechnologisch bearbeiteten Pflanzenarten gegeben. Selbst bei der "Modellpflanze" Kartoffel ist noch nicht abzusehen, ob die neuen Zuchttechniken die klassische Kreuzungszüchtung abgelösen vermögen. Wahrscheinlich wird sich der Satz in der Antwort der Bundesregierung auf eine Große Anfrage des Parlament bewahrheiten:

"Zudem darf nicht verkannt werden, daß nur in Verbindung mit den klassischen Züchtungsverfahren anwendungsorientierte Ergebnisse erzielt werden können."

Die Erwartungen an die Pflanzenzüchtung sollten also nicht zu hoch geschraubt werden. Der Forschungsbedarf in bezug auf grundlegende Fragen ist noch

Übersicht 1 Überblick über Pflanzenarten, an denen biotechnologisch gearbeitet wird (Quelle: BMFT, 1986, verändert)

Pflanzenart	In vitro- Vermehrung	Haploidi- Züchtung	Proto- plasten- fusion	In vitro- Selektion	Gen- trans- fer
Beta-Rüben	+			+	
Kartoffel	+	+	+	+	+
Topinambur	+	+			
Wurzelzichorie	+				
Mais	+			+	
Weizen		+			
Ackerbohnen	+				
Erbsen	+			+	
Buschbohne	+			+	
Lupine	+				
Raps	+	+	+	+	
Senf	+				
Mohn	+	+			
Sonnenblume	+	+		+	+
Wolfsmilch	+				
Lein	+	+			
Hanf	+				
Brennessel	+				

ganz erheblich. Dies braucht Zeit, aber auch einen gewissen Innovationsdruck seitens der öffentlichen Hand durch Förderung des Anbaus von Alternativkulturen.

III. Großkörnige Leguminosen als Anbaualternative

Die Überschussituation und sinkende Preise auf dem Getreidesektor haben ein zunehmendes Interesse an einheimischen Eiweißpflanzen, den sogenannten großkörnigen Leguminosen, Ackerbohnen und Erbsen, bewirkt.

Die Anbauflächen sind in Bayern in den letzten 4 Jahren bei Ackerbohnen von 1287 ha auf 9862 ha und bei Körnererbsen von 1211 ha auf 6700 ha angestiegen; für 1987 rechnet man bei beiden Arten mit einer Zunahme um 72 %. An die pflanzenbaulich-technischen Vorteile dieser alten Kulturarten sei nur stichpunktartig erinnert:

- Mähdruschfrucht
- Stickstoffsammler (keine N-Düngung)
- hoher Proteingehalt (ca. 30 %) und -ertrag
- hohe Durchwurzelung (Gareförderung)
- hoher Vorfruchtwert

Warum beide Arten nicht schon früher unsere Fruchtfolgen stärker bereicherten, hängt mit einigen ungünstigen Eigenschaften zusammen, die ebenfalls nur schlagwortartig genannt seien:

- hohe Ertragsunsicherheit
- oft nicht ausreichende Ertragshöhe
- häufiger Hülsenabwurf kurz nach der Blüte
- Trockenheitsempfindlichkeit
- ungleichmäßige Abreife
- höhere Ernteverluste
- hoher Saatgutbedarf

Hier hat die Pflanzenzüchtung noch eine Hausaufgabe zu erledigen. Die Züchter haben sich bereits intensiv an die Arbeit gemacht. Auch die Landesanstalt hat seit 1979 die Ackerbohne und die Erbse in die züchterische Bearbeitung genommen.

1. Ackerbohne

Wenn die nachteiligen Eigenschaften der Ackerbohne züchterisch beseitigt werden sollen, bedarf es eines neuen Wuchstyps. Nach Keydel (mündl.

Mitteilung) muß anstelle des bisherigen zylinderförmigen Wuchstyps ein pyramidenähnlicher treten. Die generellen Zuchtziele bei Ackerbohnen sind in Übersicht 2 zusammengestellt.

Übersicht 2 Zuchtziele bei Ackerbohnen und wie sie erreicht werden können (nach Keydel, 1984)

Merkmal	Erreichbar durch . . .
Ertragssicherheit	Pyramidenförmiger Habitus
Standfestigkeit	Verkürzung der Pflanzen
Rechtzeitige und gleichmäßige Reife	Endständiger Blütenstand
Trockenheitsresistenz	Einkreuzung toleranter Formen; Winterackerbohne?
Ertragssteigerung und Anbauwürdigkeit	TKG von 500-600; Frühreife; stabiler Hülsenansatz; keine Bestockung; tiefgreifendes Wurzelwerk; hoher Knöllchenbesatz
Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge	Einkreuzungen; strenge Selektion
Qualität	Senkung des Tanningehaltes, Erhöhung des Proteingehaltes

Eine derartige "Neukonstruktion" der Pflanze erfordert natürlich Zeit und Ertragssteigerungen werden nur allmählich realisierbar sein. Immerhin zeigen die letzten dreijährigen Sorten-Versuchsergebnisse in Bayern (Scheller, 1987), daß mit durchschnittlich 47,5 dt/ha Ertrag schon jetzt ein beachtliches Potential vorhanden ist und künftig Kornerträge wie beim Getreide denkbar sind (Übersicht 3).

Übersicht 3 Mehrjährige Ackerbohnen-Versuchserträge in Bayern
(1984 - 1986, 15 Orte, 86 % TS)

Sorte	Ertrag rel. 47.5 dt/ha = 100
Herz Freya	105.2
Alfred	103.7
Diana	98.4
Kristall	100.9
Herra	93.0
Kleine Thüringer	102.4

2. Körnererbsen

Die Ertragssituation bei Körnererbsen ist im Vergleich zur Ackerbohne eher noch günstiger einzuschätzen. Im bayerischen Durchschnitt wurden 1985/86 an 6 Orten die in Übersicht 4 aufgeführten Versuchserträge erzielt (Scheller, 1987). Die Ertragsprognosen der FAL für Praxiserträge lauten für das Jahr 2000 etwa 60 dt/ha, für das Jahr 2010 etwa 75 und für 2020 etwa 90 dt/ha (BMFT, 1986).

Übersicht 4 Zweijährige Futtererbsenerträge in Bayern
(1985 - 1986, 6 Orte, 86 % TS)

Sorte	Ertrag rel. 52.3 dt/ha = 100
Belinda	103.4
Stehgolt	98.6
Miranda	102.6
Amindo	94.9
Maxi	100.9
Bodil	100.3

Selbst wenn letztere Prognosen etwas optimistisch angesetzt sein sollten, ist sich die Wissenschaft einig, daß auch bei Erbsen Veränderungen am Wuchstyp und Unterschiede am Nutzungstyp vorgenommen werden müssen. Nach Ebmeyer (1986) sind Grünfüttererbsen zu langwüchsig und nicht für die Körnernutzung geeignet. Auch Trockenspeiseerbsen sind eine Spezialrichtung, während Körnererbsen als Eiweißträger in Futtermischungen in Frage kommen.

Der künftige Wuchstyp von Körnererbsen wird sich durch geringe Blattmasse, Standfestigkeit und Stengelfestigkeit und wahrscheinlich durch eine beschränkte Hülsenzahl je Nodium (ca. 2), jedoch hoher Samenzahl je Hülse und mittlerer Korngröße sowie festem Sitz des Samens in der Hülse auszeichnen (Ebmeyer, 1986).

Die Züchtung befaßt sich inzwischen mit interessanten Mutanten, die die erwähnten Eigenschaften realisieren könnten. Es sind sog. Blattlose (leafless) bzw. Halbblattlose (semileafless), bei denen die Blätter ganz bzw. teilweise zurückgebildet sind. Vorteilhaft für diese neuen Zuchtrichtungen ist auch, daß die Formenmannigfaltigkeit bei Erbsen sehr groß ist und die Zuchtbasis breit angelegt werden kann.

Im übrigen könnte die Erbse - wie auch Ackerbohne - künftig auch als Stärkepflanze eine Rolle spielen. In der Erbse befindet sich etwa 30 % Stärke in einem interessanten Amylose/Amylopektin-Verhältnis (3-4:1), das für bestimmte Produktlinien in der Stärkechemie künftig gebraucht werden könnte (BMFT, 1986). Auch hier sind auf züchterischem Wege noch Verbesserungen denkbar.

IV. Alternativkulturen für die Ölgewinnung

Obwohl die Versorgung mit pflanzlichen Ölen und Fetten sowohl für die Ernährung wie auch für die Oleo-Chemie weltweit gesichert ist, werden einem

verstärkten heimischen Anbau von Ölpflanzen relativ gute Chancen eingeräumt (Schliephake, 1986; BMFT, 1986). Immerhin werden 90 % der in der BRD von der chemischen Industrie benötigten pflanzlichen Öle importiert. Ziel muß es sein, der Industrie eine breite Palette von Pflanzen zur Verfügung zu stellen, die interessante Fettsäuren in möglichst hoher Konzentration enthalten, damit aufwendige Trenn- und Reinigungsprozesse entfallen. Neben erucasäurehaltigem Raps werden bislang züchterisch noch kaum bearbeitete Ölpflanzen wie Leindotter, Mohn und Senf, aber auch "Exoten" wie Kreuzblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris*), *Cuphea*-Arten (Weiderich-Gewächse), Andenlupine, chinesischer Ölrettich und Ölcrambe als geeignete Ressourcen angesehen. Weitere Evaluierungsarbeiten an Ölsamentragenden Wildarten finden statt (Hondelmann und Radatz 1984, Hondelmann 1985).

Vorerst wird aber der Verbrauch für die menschliche und tierische Ernährung, der in Westeuropa ca. 85 % des Gesamtverbrauchs ausmacht, die pflanzenbaulichen und züchterischen Aktivitäten hauptsächlich bestimmen. Für den westeuropäischen Markt werden vor allem Doppel-Null-Winterraps (erucasäure- und glukosinolatarm), Sonnenblumen und Soja als interessante Kulturarten angesehen. Wie im Thema gefordert, sollen die beiden letzteren aus züchterischer Sicht kurz besprochen werden.

1. Sonnenblumen

Nach Schuster (1986) wurden 1986 in Rheinland-Pfalz ca. 1400 ha und in Baden-Württemberg 700 ha Sonnenblumen angebaut. Für Bayern schätzt Scheller (mündliche Mitteilung) den Anbau 1986 auf 400 ha und für 1987 auf 1500 - 2000 ha. Hauptproduzenten in Westeuropa sind jedoch Frankreich, Portugal, Spanien und Jugoslawien. Das Fettsäuremuster entspricht in seinen Hauptbestandteilen (Ölsäure, Linolsäure) dem des erucasäurearmen Rapsöles (Schliephake 1986). Die Vorteile und Pro-

bleme des Sonnenblumenanbaues werden von Schuster (1986), wie in Übersicht 5 zusammengestellt, definiert.

Übersicht 5 Vorteile und Probleme des Sonnenblumenanbaues in der Bundesrepublik (nach Schuster, 1986)

Vorteile	Probleme
<ul style="list-style-type: none">● Geringe Bodenansprüche● Geringer Nährstoffbedarf● Kälteverträglicher als Mais● Schnellwüchsig und bodendeckend● Herbizide als Vorauflaufmittel möglich● Bienenweide und landschaftsbereichernd● Hoher Vorfruchtwert● Neue leistungsfähige Hybridsorten	<ul style="list-style-type: none">● Hoher Wärmebedarf im Herbst (Weinbaulagen)● Stengelfäule (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)● Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>) Absterben des Haupttriebes und Fruchtkorbes

Die guten Anbauerfahrungen der letzten beiden Jahre beruhen auf dem witterungsbedingten Ausbleiben der *Sclerotinia* und *Botrytis*; in nassen Jahren können erhebliche Probleme auftreten. Damit ist bereits das bislang züchterisch noch nicht gelöste Resistenzproblem angesprochen. Chemische Präparate stehen nicht zur Verfügung.

Ein weiteres wichtiges Zuchtziel bleibt die Frühreife, gerade für nördliche Anbauggebiete. Da die Sonnenblume an sich eine Kurztagspflanze ist, muß eine photoperiodische Umpolung züchterisch erzwungen werden. Hier scheinen allerdings günstige genetische Voraussetzungen vorzuliegen (Schuster, 1985). Auch Lagerung und Stengelbruch findet züchterische Beachtung. Sie wurde mit hochstandfesten Zwergformen in den letzten Jahren deutlich verbessert.

Der Ölgehalt der neuen französischen Sorten liegt über 50 % in der Frucht, wobei eine negative Korrelation zur - für unsere Lagen wichtigen - Frühreife vorliegt.

Folgt man der Einschätzung von Schuster (1986), dann können in der Bundesrepublik in den geeigneten Lagen ca. 10 - 20 000 ha Sonnenblumen mit Erfolg angebaut werden. In diesen Lagen können mit modernen Hybridsorten, meist französischen Ursprungs, mehrjährige Durchschnittserträge von 28 - 30 dt/ha Körner erzielt werden. Ansonsten muß vor großflächigen Anbauempfehlungen gewarnt werden, solange keine resistenten Hybridsorten verfügbar sind. Es ist nicht anzunehmen, daß diese Probleme kurzfristig zu lösen sind.

2. Sojabohne

Soja ist die mit Abstand führende Öl- und Eiweißpflanze der Welt, obwohl sich nur ca. 21 % Fett im Samen befindet. Ca. 50 % der Welterzeugung wird durch Soja abgedeckt. Haupterzeuger sind die USA, Brasilien, China und Argentinien, wo zusammen etwa 90 % der Welterzeugung erwächst (Schliephake, 1986). Soja ist allerdings auch eine Eiweißpflanze (40 % Gehalt) und verursacht gerade als solche erhebliche Preisschwankungen auf dem Welteiweiß- und Fettmarkt.

Auch in Europa wird Soja angebaut, vor allem in Frankreich, Italien und den Balkanländern. In der deutschen Sortenliste stehen zur Zeit 4 Sorten von 2 Züchtern mit allerdings minimalster Vermehrungsfläche.

Da die Leguminose ein relativ strenger Selbstbefruchter ist, können die gleichen Zuchtmethoden wie beim Weizen angewendet werden (Schuster, 1985). Angesichts der in Übersicht 6 aufgeführten Adaptionsprobleme, die diese alte Kulturpflanze beim Anbau in Deutschland zeigt, ist es we-

nig wahrscheinlich, daß die einheimische Pflanzenzüchtung diese Hindernisse in absehbarer Zeit zu überwinden vermag, zumal auch kaum Forschungsmittel in diese Pflanze investiert werden. Es ist sicherlich auch sinnvoller, die züchterischen Aktivitäten auf besser adaptierte Eiweiß- bzw. Ölpflanzen (Ackerbohnen, Erbsen, Raps usw.) zu konzentrieren.

Übersicht 6 Probleme des Sojaanbaus in Deutschland

Merkmal
● Geringe Ertragssicherheit (5-24 dt/ha)
● Kurztagspflanze (Variabilität für Tagneutralität bzw. Langtag vorhanden)
● Kälteempfindlich
● Hohe Temperaturansprüche während der Samenbildung (Blüten- und Hülsenabwurf)
● Geringe Standfestigkeit
● Zahlreiche Krankheiten und Schädlinge

3. Kreuzblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris*)

Auf besonderes Interesse stößt die Wildpflanze *Euphorbia lathyris*, weil sie im Samen ca. 48 % Öl enthält, das zu 84 - 90 % aus der gefragten Ölsäure besteht und nur sehr wenig ungesättigte (Linol- und Linolensäure) als Nebenbestandteil enthält (Schliephake, 1986). In ersten Anbauversuchen sind 40 - 45 dt/ha Samenertrag erzielt worden; dies entspricht von der Ölausbeute her etwa einer Steigerung des Rapsölsäureertrages - Rapsöl enthält ca. 60 % Ölsäure - um 150 %. Andererseits sieht es so aus, als wenn die Produktionskosten für *Euphorbia* etwa jenen des Rapses entsprechen. Man hat daraus erzielbare Deckungsbeiträge ohne jede Marktstützung um DM 1500.-- errechnet und einen Ölpreis von 1,30 - 1,40 DM, der auf dem Markt durchsetzbar wäre.

Bei energetischer Bewertung des Samenölertrages errechnet sich ein ähnlich hoher Energiegehalt wie bei der Alkoholproduktion aus Rüben. Da Öl direkt in Dieselmotoren verbrannt werden kann, deutet sich hier eine ganz interessante Energiequelle ohne Entsorgungsprobleme an.

Das Stroh enthält interessante Kohlenwasserstoffverbindungen in hoher Konzentration. Außerdem sind Fruktose, Glukose, Galaktose und Saccharose zu 20 % in der Trockenmasse der Pflanze enthalten. Die Bewertung dieser Stoffe ist noch unklar, zumal ein Problem im Raum steht, das sogar das ganze Projekt noch zum Scheitern bringen kann: Im Samenöl, im Preßrückstand und im Stroh befinden sich gefährliche, krebserregende Substanzen (Ingenolester, Terpenabkömmlinge). Die vordringlichste Aufgabe der Züchtung besteht darin, diese schädlichen Stoffe wegzuzüchten. Ob dies wie beim Raps (Doppel-Null-Sorten!) gelingt, ist noch eine Frage.

Im Gegensatz zur Sojabohne bereitet *Euphorbia lathyris* wohl keine Adaptionsprobleme. Die Züchtung kann sich ganz auf das Inhaltstoffproblem konzentrieren und auf eine weitere Steigerung des Ölertrages achten. Pflanzenbaulich ist noch das Unkrautbekämpfungsproblem zu lösen. Die Pflanze hat eine langsame Jugendentwicklung; ein geeignetes Vor- oder Nachauflauf-Herbizid ist noch nicht bekannt. Erst ab dem 8-Blattstadium können Rübenherbizide eingesetzt werden.

Übersicht 7 Eigenschaften und voraussichtlicher wirtschaftlicher Wert von *Euphorbia lathris* (nach Schliephake, 1986)

1. Positive Eigenschaften

- Öl-Gesamtgehalt des Samens ca. 48%
- Ölsäureanteil im Öl 84-90%
- Nur ca. 6% Linol- und Linolensäure
- 40-45 dt/ha Samenertrag = 50% mehr Ölsäure als bei Raps
- Normale Produktionskosten (wie Raps)
- Stützungsfreier Deckungsbeitrag von DM 1.500,-- = Ölpreis von DM 1,30 - 1,40
- Energiewert wie Rübenalkohol
- Wertvolle Kohlenwasserstoffe und Zucker im Stroh
- Keine Anpassungsprobleme in Mitteleuropa

2. Negative Eigenschaften

- Krebserregende Substanzen (Ingenolester, Terpenabkömmlinge) im Öl, Preßrückstand und Stroh
- Herbizideinsatz im Jugendstadium

V. Wiedereinführung des Flachsbaues

Lein (*Linum usitatissimum*) ist eine der ältesten Kulturpflanzen und wurde noch bis zur Jahrhundertwende mit über 100 000 ha in Deutschland angebaut. In den ersten 3 Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts gingen die Flächen stark zurück, um im 2. Weltkrieg aufgrund der Autarkiebestrebungen zeitweise wieder über 100 000 ha einzunehmen. Nach dem 2. Weltkrieg verschwand der Lein in Deutschland durch das Vordringen der synthetischen Faser gänzlich.

Nach einer Studie der FH Reutlingen (1985) könnten in der BRD schon jetzt 90 000 ha für die Faserverwertung in der Textil- und Baustoffindustrie (Asbestersatz) untergebracht werden. Die einschlägige Industrie bezieht ihren Rohstoff ausschließlich vom Ausland (Frankreich, Belgien, Niederlande, Ostblock, Übersee); mit steigendem Bedarf, vor allem an hochwertiger Faser, wird gerechnet.

Auch Leinölsamen bzw. Leinöl wird im Umfang von ca. 65 000 ha importiert (FH Reutlingen, 1985). Dennoch dürfte künftig die Strohverwertung (Flachs) im Vordergrund stehen.

Da die Standortansprüche des Flachses in der BRD leicht zu erfüllen sind - Langtagspflanze, hohe Luftfeuchtigkeit, keine Trockenlagen - stünde einer Wiederbelebung des Flachsangebues nichts im Wege. Ein Hindernis ist allerdings das Fehlen jeglicher Flachsverarbeitungsanlagen. Der Transport des Rohstoffs ins Ausland für die Verarbeitung (z.B. Belgien) wäre zu teuer. Allerdings laufen derzeit Verhandlungen um die Errichtung einer solchen Anlage in Bayern.

Für eine Wiedereingliederung des Flachses in ein Nutzungssystem wurden von Bramm et al. (1985) Vorschläge unterbreitet, die einen ökonomischen Anbau möglich machen sollen (Übersicht 8). Wesentlich dabei ist, daß die Handarbeit bzw. die im Ausland eingesetzten Spezialmaschinen für das Raufen, Entsaemen und Pressen des Flachses durch vorhandene Geräte (Mäh-drescher, Ballenpresse) ersetzt werden. Es ist freilich noch nicht geklärt, ob die Qualitätsansprüche der Industrie auf diese Weise befriedigt werden können.

Übersicht 8 Vorschläge für eine Neugestaltung des Flachsangebues
(nach Bramm et al., 1985)

Alte Technik	Neue Technik
● Unkrautjäten, mechanische Bekämpfung	● Mähdrusch
● Raufen	● Wirrlage
● Parallelablage	● Strohballenpressen
● Feldablage	● Enzymzugabe zum Ballen
● Röste	● Objektive Testmethoden
● Subjektive Qualitätsbeurteilung	

Die Züchtung des Flachses kann auf umfangreiche Genotypensammlungen der FAL Braunschweig und auf neue, standfeste Qualitätsfasersorten des Auslandes zurückgreifen. In Übersicht 9 werden die Charakteristica der 3 künftigen Zuchtrichtungen beschrieben. "Faserlein" und "Qualitätsfaserlein" werden im Vordergrund stehen, wobei die Schwierigkeit besteht, daß Strohertrag - hauptsächlich von der Pflanzenlänge bestimmt - und Faserqualität nur schwach korrelieren.

Übersicht 9 Mögliche Zuchtrichtungen beim Lein
(nach Bramus et. al. 1985)

Typ	Stroh- ertrag	Faserqualität
kurzstrohig (40-50 cm) stark verzweigt, mittel bis großsamig	80 dt/ha	schlecht
"Öllein"		
langstrohig (110-130 cm) wenig verzweigt klein- bis mittelsamig, standfest	80-120 dt/ha	mittel - gut (20-25 % Faser)
"Faserlein"		
wie vorher	70-90 dt/ha	gut - sehr gut (20-25 % Faser)
"Qualitätsfaserlein"		

Als einzelne Zuchtziele werden genannt: Ertrag, Standfestigkeit, Faserqualität, Faserfestigkeit, Geschmeidigkeit der Faser, Spinnbarkeit der Faser,

Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge. Eigene neue deutsche Sorten - die derzeit 4 eingetragenen Sorten entsprechen mehr dem alten Typ "Öllein" bzw. "Kombinationslein" - werden sicherlich noch einige Zeit auf sich warten lassen. Es stehen aber brauchbare französische Sorten zur Verfügung, die fürs erste genügen.

Insgesamt ist die Frage des Flachsbaus in der Bundesrepublik nicht eigentlich ein pflanzenzüchterisches Problem, obwohl die Züchtung erst wieder neu begründet werden muß. Vielmehr wird es davon abhängen, ob es gelingt, eine eigene Flachsverarbeitung und eine billigere Produktionstechnik ohne Verzicht auf Qualitätserzeugung zu etablieren. Die Aussichten stehen einigermaßen günstig.

VI. Nachwachsende Rohstoffe für die Energieerzeugung

Wenn von "nachwachsenden Rohstoffen" die Rede ist, dann wird in erster Linie an die Erzeugung von Äthanol als Kraftstoffersatz gedacht. Es klang in der Tat von Anfang an gut, als man davon sprach, mit einem 5%igen Beimischungszwang zu Benzin ca. 360 000 ha Nutzfläche in der Bundesrepublik aus der Nahrungsmittelproduktion herausnehmen zu wollen. Die Hoffnung auf baldige Realisation ist geschwunden. Einen Beimischungszwang gegen den Willen der Mineralölindustrie durchzusetzen, scheint politisch nicht möglich oder nicht gewollt. Im übrigen hat der rapide Preisverfall auf dem Treibstoffmarkt eine solche politische Entscheidung alles andere als erleichtert.

Geht man aber davon aus, daß aufgrund der entlichen Erdölreserven die Rahmenbedingungen für eine derartige agrarpolitische Entscheidung in einigen Jahren wieder günstiger sind, dann sollten schon jetzt die pflanzenbaulichen und züchterischen Weichen dafür gestellt werden. Es besteht kein Zweifel, daß unter den heimischen Nutzpflanzen die Betarübe (Futter- und

Zuckerrübe) sowie die Kartoffel, dann aber auch noch der Mais als CCM, aufgrund ihrer hohen Energieerträge in erster Linie dafür in Frage kommen. Die in der Literatur genannten Äthanolerträge dieser Kulturen basieren auf den durchschnittlichen Ernteerträgen und liegen zwischen 3500 - 6500 l Alkohol/ha.

Um die Rentabilität eines Äthanolpflanzenanbaus entscheidend zu verbessern, wären aber Erträge um die 10 000 l/ha erforderlich. Ich möchte am Beispiel der Kartoffel kurz zeigen, daß dies aus züchterischer Sicht unter bestimmten Voraussetzungen durchaus möglich ist.

Die erwähnten 10 000 l Äthanol sind mit ca. 150 dt Stärkeertrag der Kartoffel zu erreichen. Wie aus Übersicht 10 zu sehen ist, betrug im Mittel der Jahre 1980 - 1985 und sämtlicher Stämme der Stärkeertrag sämtlicher Weihenstephaner Zuchtstämme 110,8 dt/ha.

Übersicht 10 Leistungen des Weihenstephaner Zuchtmaterials für Stärkekartoffeln im Mittel von 1980 - 1984 (Scheidt und Munzert, 1985)

Merkmal	Sämtliche Stämme	Spitzenstamm
Knollenertrag	617	721
Stärkegehalt	18,0	20.8
Stärkeertrag	110.8	128.7

Wertet man jeweils nur den Spitzenstamm des Jahres, ergibt sich ein Ertrag von 128,7 dt/ha Stärke. Der höchste jemals an der Landesanstalt beobachtete Stärkeertrag lag 1984 bei 167,4 dt/ha. Das zeigt, daß mit den derzeit verfügbaren besten Stärkesorten, die in den Versuchen durchschnittlich bei et-

wa 100 - 110 dt/ha und auf den besseren Böden in der Praxis bei 80-100 dt/ha Stärke liegen, die Möglichkeiten der Züchtung noch lange nicht ausgeschöpft sind. Auch die aktuellen Wertprüfungsergebnisse des Bundessortenamtes lassen diesen Schluß zu.

Allerdings lassen sich höchste Stärkeerträge nur auf den besseren Böden und bei optimaler Produktionstechnik, insbesondere bester Dammkultur und bei ausreichenden phytosanitären Maßnahmen (Virusfreies Pflanzgut, Bekämpfung der Blattkrankheiten) erreichen.

Nach diesem kleinen Exkurs in mein ureigenes Aufgabengebiet, die Kartoffelzüchtung, möchte ich wieder auf die mir aufgetragene Artenpalette zurückkehren und in diesem Zusammenhang noch die Zuckerhirse und den Massenweizen ansprechen.

1. Zuckerhirse

Die Zuckerhirse gehört nach Dambroth (1986) zum Kreis jener Pflanzen, die auch in Mitteleuropa anbauwürdig werden könnten, da sie ähnlich hohe Zuckererträge wie die Zuckerrübe zu bringen vermag und verarbeitungstechnisch natürliche Vorteile hätte (Bagasse). Tatsächlich zeigt ein derzeit noch laufendes Forschungsprogramm eines großen deutschen Rübenzüchters, daß Zuckererträge um 100 dt/ha bei bis zu 11,6 % Zucker und bis zu 1400 dt/ha Frischertrag möglich sind. (Anderlei und Mechelke, 1986.) Die Pflanze bildet allerdings erst in den letzten Oktoberwochen einen wesentlichen Teil ihres Zuckerertrages. Die Prüffahre 1985 und 1986 zeichneten sich durch eine günstige Herbstwitterung aus. Ob entgegengesetzte Verhältnisse die Pflanzenleistung wesentlich beeinträchtigen und die Züchtung auf Frühreife die Ertragssicherheit verbessern kann, ist noch offen. Auch ist abzuwarten, ob die Kältetoleranz unter unseren Bedingungen ausreicht. Vorteilhaft ist sicherlich, daß auf viele Formen der Zuckerhirse zurückgegriffen werden kann (Dambroth, 1986).

2. Massenweizen

"Den Weizen verheizen?" lautete kürzlich eine Überschrift in einer landwirtschaftlichen Zeitung (Wittmann, 1986). Unter diesem Aspekt kann in der Tat das Getreide, insbesondere der Weizen, in die Überlegungen, wie man Nahrungsfläche "zu Rohstoff-Fläche" umfunktionieren könnte, mit einbezogen werden. Die Alkoholerträge bei Getreide sind allgemein deutlich niedriger als bei den Hackfrüchten. Das Bild ändert sich allerdings, wenn man eine Ganzpflanzenverheizung in Betracht zieht. In Übersicht 11 ist eine entsprechende Modellrechnung von Wittmann (1986) aufgeführt. Immerhin rechnet sich eine solche Verwertung bei einem Heizölpreis von 0,55 DM/l im Vergleich zur Kornerzeugung hinaus. Auch die Technologie für Ernte, Aufbereitung und Verbrennen der ganzen Getreidepflanze ist vorhanden. Da auch die Schadgasentwicklung günstiger als bei Öl- oder Kohlefeuerung wäre, sollten die moralischen Bedenken in der Öffentlichkeit zu überwinden sein. Nur 2 Nachteile sind momentan zu sehen: Die Ganzpflanzenverheizung erfordert ein teureres Ofensystem, das wohl zu subventionieren wäre, und außerdem beschränkt sich die Verwendung wohl auf größere Heizanlagen.

Übersicht 11 Heizwert von reifen Getreidepflanzen (nach Wittmann, 1986)

	Heizwert pro kg	Ertrag dt/ha	Heizwert pro ha
Stroh	3.95 KWh	50	19750
Korn	4.30 KWh	50	21500
Insgesamt	4.125 KWh	100	41250
Wirkungsgrad eines Strohkessels: 75 %			
Nettoheizenergie		31 000 KWh	
Heizöl: 1 l = 10 KWh			
Wirkungsgrad des Ölheizkessels: 85 %			
Nettoenergieäquivalent von einem Hektar			
Getreide (Ganzpflanzen) = 3650 l Heizöl			
= ca. 2 000,-- DM			

Welchen Beitrag könnten die Getreidezüchter zur Verwirklichung dieser Idee leisten? Zunächst einmal wird in deren Kreisen das Wort "Massenweizen" nicht gerne gehört. Man sollte allenfalls von "Futterweizen" oder "Mengenweizen" sprechen. Im übrigen sind die in der Rechnung unterstellten 50 dt/ha aus züchterischer Sicht recht bescheiden angesetzt und noch lange keine Schallmauer. Wie jedermann weiß, hält der positive Ertrags-trend an - er beträgt beim Winterweizen seit Kriegsende etwa 0,8 dt/Jahr - und 100 dt/ha werden in den Gäulagen auch von Betrieben erzielt. Im Sortiment befinden sich derzeit 2 Sorten - Appollo und Ares - die im bayerischen 3-jährigen Mittel 9 bzw. 8 % über dem Versuchsmittel lagen. Orientiert man sich gar an einer Meldung einer englischen Praktikerzeitung (Anonym, 1986), dann ist der bisherige im Guinness Book of Records festgehaltene Ertragsrekord von 139,9 dt/ha im letzten Jahr von einem Farmer in Ost-Schottland gebrochen worden - er schaffte 173,7 dt/ha - und die Getreideverheizung könnte zum Schreckgespenst der Ölmultis werden.

Um dieses Thema aber noch mit einem ernsthaften Gedanken abzuschließen: Es ist nicht auszuschließen, daß die Hybridweizenzüchtung die neuerdings durch die Entwicklung von Gametoziden einen Auftrieb bekommen hat, einen zusätzlichen Ertragssprung von 10 - 15 % ermöglicht und das Thema "Weizen verheizen" zusätzlich belebt.

VII. Schlußbemerkungen

Wenn ich eingangs um Verständnis dafür warb, daß bisher züchterisch kaum oder zu wenig bearbeitete Pflanzenarten nicht über Nacht zu hochleistungsfähigen Kulturpflanzen fortentwickelt werden können, dann hoffe ich dennoch, daß Sie in meinen Aussagen die großen Chancen der Pflanzenzüchtung erkennen konnten. Mittelfristig wird es sicherlich gelingen, das Leistungsniveau dieser Pflanzen deutlich anzuheben. Wenn die Rahmenbedingungen

für einen Industrie- und Energiepflanzenanbau seitens der Agrarpolitik einigermmaßen günstig gestaltet werden, dann sollte es möglich sein, diese Produktionsalternative in die Rentabilitätszone zu bringen. Voraussetzung ist freilich, daß jetzt eine konsequente Forschungsförderung betrieben wird. Diese sollte weder einseitig noch halbherzig angelegt sein. Man muß die ganze Breite der von der Natur angebotenen Alternativen im Auge behalten, also sowohl auf den Gebieten der Körnerleguminosen, Öl- und Fettpflanzen, Faserpflanzen sowie Stärke- und Zuckerpflanzen den züchterischen Fortschritt suchen. Dies käme nicht nur unseren Fruchtfolgen zugute, die Gefahr, bei diesem neuen Kapitel des Landbaus im Einzelfall auch in Sackgassen zu geraten, ist dann wesentlich geringer.

VIII. Literatur

Anderlei, J. und W. Mechelke: Züchterische und anbautechnische Verbesserungen der Zuckerhirse als möglicher Rohstofflieferant. 1. Zwischenbericht Juni '85 - Oktober '86.

Anonym (1986): Will wheat crash. Crops W/E, 13. Dez. 1986, S. 10

Bramm, A., Seehuber, R. und M. Dambroth (1985): Möglichkeiten und Grenzen für die Wiederentwicklung des Faserleinanbaues in der Bundesrepublik Deutschland - ein Sachstandsbericht. Veröffentlichung des Institutes für Pflanzenbau und -züchtung der FAL Braunschweig

Dambroth, M. (1986): Für die Landwirtschaft eröffnen sich viele pflanzenbauliche Produktionsalternativen. Agrar - Übersicht Nr. 6, S. 1 - 7

Der Bundesminister für Forschung und Technologie (1986): Nachwachsende Rohstoffe, 113 S.

Ebmeyer, E. (1986): Züchtung von Körnererbsen - Stand und Perspektiven. Raps 4., S. 96 - 98

Fachhochschule Reutlingen (1985): Der Flachs, sein Markt, seine Aufbereitung und Verarbeitung. Technischer Beratungsdienst an der FH Reutlingen, 174 S.

Hondelmann, W. (1985): Das Vorkommen einer ungewöhnlichen Fettsäure, der Petroselinensäure, in der Familie der Doldengewächse als Ausgangspunkt für die Entwicklung neuer Ölfrüchte - Bestandsaufnahme und kritische Würdigung. Landbauforschung Völkenrode 35., H. 4, 185 - 190

Hondelmann, W. und W. Radatz (1984): Zur Evaluierung ölsamentragender Wildarten. Landbauforschung Völkenrode, 34., H. 3, 145 - 154

Keydel, F. (1984). Die Ackerbohne - ein neues Zuchtobjekt. Schule und Beratung 2/84, S. III - 4-6

Scheidt, M. und M. Munzert (1985): Fortschritte in der Weihenstephaner Stärkekartoffelzüchtung. Der Kartoffelbau, 36., 52 - 54

Scheller, H. (1987): Sorten und Saatgut für die Aussaat von Körnerleguminosen. Raps 5., 36 - 37

Schliephake, D. (1986): Nachwachsende Rohstoffe. Verlag J. Kordt, Bochum

Schuster, W. (1985): Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.), Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) In: G. Fischbeck, W. Plarre, W. Schuster: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Bd. 2: Spezieller Teil, 434 S.

Schuster, W. (1986): Die Sonnenblume zur Ölgewinnung in der Bundesrepublik Deutschland. Raps 4., 202 - 204

Wittmann, F. (1986): Den Weizen verheizen. Bayer. Landw. Wochenblatt 176., H. 27, S. 22 - 23.

Technische und ökonomische Aspekte bei Alternativkulturen, nachwachsenden Rohstoffen und Energieträgern

von AOR Dr. Arno Strehler, Abteilungsleiter an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan

1. Einleitung

Im Rahmen der Angliederung an die EG geriet die deutsche Landwirtschaft in eine Überschußsituation, die allenfalls bei Milch und Butter auf eigene Überproduktion zurückzuführen ist. Hierfür sind außerordentlich große Importfuttermengen die Basis. Darüberhinaus sind gewaltige Importe tierischer und pflanzlicher Produkte wesentlich mit Schuld an der sogenannten "Überproduktion". Allerdings darf nicht übersehen werden, daß im Bereich des Pflanzenbaues durch technische Fortschritte eine weitere Ertragssteigerung von 2 - 3 % pro Jahr zu erwarten ist.

Man sollte auch nicht übersehen, daß andere Industrieländer und manche "Schwellenländer" an der sogenannten "Überproduktion von Agrarprodukten" kranken, während anderswo Hunger herrscht, weil es an Geld fehlt, den Bedarf an Nahrungsmitteln zu decken. Es sollten vor allem die Hauptagrar-Exportländer nach Alternativen zur Agrarproduktion suchen, zumal sich auch dort der sogenannte "Industriepflanzenanbau" und die Erzeugung von Energieträgern als Alternativen anbieten.

In früheren Jahrzehnten und Jahrhunderten war es üblich, daß die Landwirtschaft Rohstoffe und Energieträger zum Eigenbedarf und für die Stadtbevölkerung produzierte. Die Industrie zeigt zunehmend Interesse an Naturstoffen als Basis für verschiedenste Werkstoffe und sonstige Produkte. Allerdings besteht die Gefahr, daß die Industrie, wie die Erfahrung bei

Pflanzenöl lehrt, baldmöglichst auf billigere Lieferanten zurückgreift als dies die deutschen Landwirte sein können. Dem sehr engen Markt an Industrierohstoffen steht künftig ein unbegrenzter Markt für kostengünstig und umweltfreundlich erzeugte Energieträger aus dem Agrarbereich gegenüber. Flächenstillegungen in größerem Ausmaß scheinen dem Autor volkswirtschaftlich und agrarsoziologisch nicht vertretbar.

2. Die aus heutiger Sicht aussichtsreichsten Pflanzen zur Produktion von Industrierohstoffen und Energieträgern

Nach DAMROTH (1) gibt es eine sehr große Palette von Energierohstoffen und Energieträgern, die zum Teil noch erheblicher züchterischer Arbeit bedürfen, da sie in den letzten Jahrzehnten aufgrund mangelnder Nachfrage vernachlässigt wurden. Nach Produktionszielen läßt sich aufgliedern in Stärke, Zuckerstoffe, Öle und Fette, Eiweiß, Pharmaka, Farbstoffe, Harze, Wachse, Alkohol und Fasern. Nachfolgend sollen jedoch nur die bislang aussichtsreichsten Formen dargestellt werden, wobei unter ihre Einteilung bezüglich ihres Effektes zur weltweiten oder nur regionalen Lösung der Überschußprobleme erfolgt.

Produkte mit dem Effekt der Importbedarfssenkung:

(Regionale Verschiebung der Überschußprobleme)

Eiweißträger

Raps (Preßkuchen - 00-Raps)

Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen

Stärke

Kartoffeln, Getreide, Erbsen

Cellulose

Holz, Schilf, schnellwachsende Einjahrespflanzen

Öle, Fette

Raps, Sonnenblumen, Öllein, Euphorbia

Durch die Exportabhängigkeit der bundesdeutschen Wirtschaft sind Produktionsalternativen umstritten, die auf krasse Importsenkung bestimmter Agrarprodukte abzielen. Allerdings sei hier die Frage erlaubt, weshalb die Landwirtschaft auf Einkommensmöglichkeiten verzichten soll, um der Industrie weitere Exportchancen einzuräumen. Die damit verbundene nun schon viele Jahre praktizierte Einkommensverlagerung weg von der deutschen Landwirtschaft hin zur Industrie ist für den ländlichen Raum höchst bedenklich. Von der Überschußverlagerung unberührt wäre die Produktionsumwidmung auf Energieträger oder Industrierohstoffe, die Öl und umweltbelastende feste fossile Grundstoffe ersetzen.

Produkte als Ersatz fossiler Rohstoffe:

(Umstellung auf umweltfreundliche, dauerhafte Rohstoffe ohne regionale Verschiebung von Überschußproblemen)

A. Grundstoffe:

Faserlein

Öllein

Euphorbia

Erbsen (Stärke mit hohem Anteil an Amylose)

B. Energieträger:

Festbrennstoffe: - Holz aus Schnellwuchsplantagen:

(Pappeln, Aspen, Weiden, Fichten, Birken)

- Einjahrespflanzen:

(schilfartige (C₄)-Pflanzen, Elefantengras,
Massengetreide)

- Bei kombinierter Nutzung:

(Stroh von Ölpflanzen)

Flüssigbrennstoffe: - Öl aus Raps, Sonnenblumen, Soja, Euphorbia

(Kraftstoffe)

- Äthanol aus zucker- und stärkehaltigen Pflanzen

(Rüben, Zuckerhirse)

- Methanol aus Lignocellulose

(Holz, Schilf)

Weitere Alternativkulturen zielen meist darauf ab, eine höhere biologische Wertigkeit aufzuweisen, die sich durch veränderte Düngung, Verzicht auf Pflanzenschutz, Sortenwahl, Züchtung, Art der Konservierung und Art der Verarbeitung ergibt. Allerdings gibt es für diese Produkte einen relativ engen Markt, da, was Erhebungen zeigten, nur ein sehr geringer Teil der Bevölkerung bereit ist, für Nahrungsmittel höheren biologischen Wertes mehr Geld auszugeben. Dabei ist der höhere biologische Wert im allgemeinen schwer abzusichern, da die dazugehörigen Meßverfahren fehlen.

3. Technische und ökonomische Aspekte bei den aus heutiger Sicht aussichtsreichsten Kulturen zur Agrarmarktentlastung

3.1 Hülsenfrüchte

A. Ackerbohnen:

Relativ viele Erfahrungen liegen bereits mit dem Anbau von Ackerbohnen vor. Der Anbau selbst kann durch die Verwendung von Einzelkornsägeräten verbessert werden, das wirkt sich vor allem bei schwierigen Bodenverhältnissen positiv aus. Bei günstigen Böden und optimaler Bodenvorbereitung ergaben sich nach SCHELLER (2) keine wesentlichen Effekte auf die Ertragssteigerung durch Verwendung des Einzelkornsägerätes gegenüber der konventionellen Drillmaschine.

Positiv auf den Ertrag wirkt eine frühzeitige Saat mit 30 Körnern pro m² (ca. 160 kg Saatgut je ha), bei Drillsaat sollte man den doppelten Reihenabstand von Getreide wählen, bei der Einzelkornsaat werden 35 - 50 cm Reihenabstand empfohlen (3). Es wird eine Saattiefe von 6 - 10 cm angeraten.

Ernte :

In manchen Jahren reifen die Ackerbohnen sehr ungleichmäßig ab, was beim Drusch Schwierigkeiten mit sich bringt. Wichtig ist die richtige Einstellung des Mähdreschers bezüglich Korb-Trommelabstand und die Verringerung der Trommeldrehzahl.

Konservierung:

Im Fall der Trocknung sollten zur Erhaltung der Keimfähigkeit die Trocknungslufttemperaturen generell unter 45⁰ C liegen. Versuche zeigten, daß ab 50⁰ C gewaltige Keimschäden auftreten.

Einlagerung:

Fördererelemente, die eine mechanische Kornbelastung vermeiden sind vorzuziehen, günstig sind vor allen Dingen Förderbänder, Becherelevatoren und Rohrkettenförderer.

Lagerung:

Übermäßige Fallhöhen können ebenfalls Beschädigungen erwirken, die letztlich die Keimfähigkeit senken können. Es ist bekannt, daß Ackerbohnen sehr stark zur Wiederbefeuchtung neigen. Daher muß vermieden werden, daß im Lager ein Durchzug mit feuchter Luft erfolgen kann. Gegebenenfalls muß mit Folien abgedeckt werden.

B. Erbsen:

Beim Anbau ist zu beachten, daß der Fruchtfolgeabstand wenigstens 5 bis 6 Jahre betragen sollte. Die Saat muß früh in ein trockenes Feld erfolgen, die Saattiefe wird mit 4 - 6 cm empfohlen, die optimalen Erträge wurden dann erreicht, wenn die Körnerzahl bei 70 - 90 je m² lag.

Die Ernte erfolgt mit dem Mähdrescher, das Problem liegt vor allen Dingen darin, daß Erbsen je nach Jahreswitterung, Standort und Sorte zur Erntezeit stark ins Lager gehen. Damit kann es beim Drusch erhöhte Schwierigkeiten geben. Empfohlen werden verlängerte Schneidwerke am Mähdrescher sowie spezielle Ährenheber. Die Haspel muß so gestellt werden, daß sie das Produkt vor dem Schneidwerk leicht anheben kann.

Am Mähdrescher sind Trommeldrehzahl und Korbabstand exakt anzupassen.

Auch bei der Trochnung kann die Keimfähigkeit nur erhalten werden, wenn die Trocknungslufttemperatur nicht über 45⁰ C liegt. Bei der Lagerung liegen ähnliche Anforderungen vor wie bei Ackerbohnen.

Ökonomische Aspekte bei Ackerbohnen und Erbsen:

Die veränderlichen Kosten weichen von der Getreideproduktion nicht wesentlich ab, lediglich bei der Stickstoffdüngung kann um ca. 100 DM/ha reduziert werden, die Pflanzenschutzaufwendungen sind zumindest bei der Ackerbohne sehr gering.

Den veränderlichen Kosten stehen die veränderlichen Leistungen zur Ermittlung des Deckungsbeitrages gegenüber. Diese veränderlichen Leistungen werden in erster Linie durch den Samenertrag und den dazugehörigen Preis charakterisiert. Die Samenträge schwanken in den letzten Jahren erheblich, von 30 - 60 dt/ha. Unter günstigen Voraussetzungen erreichen die

Deckungsbeiträge die Werte von Weizen, soweit man nicht höhere Qualitätsweizenpreise zum Ansatz bringt. Im Durchschnitt der Bedingungen liegen jedoch die Deckungsbeiträge unter jenen von Weizen und anderen Getreidearten. Allerdings kann man den Leguminosen zusätzlich einen höheren Vorfruchtwert zugute schreiben.

3.2 Raps (Kreuzblütler)

Durch Züchtungsaktivitäten ist es gelungen, die Eignung von Raps zur Speiseölerzeugung anzuheben. Durch die neuen o-o-Sorten wurde auch der Wert des Preßkuchens für Futterzwecke erheblich gesteigert. Während in Europa die Erzeugung von Pflanzenöl noch weit unter dem Bedarf liegt, erscheint auf den ersten Blick eine erhöhte Produktion als sinnvoll. Allerdings sind die Stützungsbeträge zum Absatz des Rapses erheblich, was daran liegt, daß die Weltmarktpreise (auch diese sind mehr oder weniger künstlich) weit unter den garantierten liegen, das gilt zumindest für die meisten Jahre (es gab nur wenige Ausnahmen). Im Hinblick auf die Energiesicherung erscheint es jedoch sinnvoll, Raps als Energieträger zu produzieren, wobei die Doppelnutzung durch Öl als Treibstoff und Rapsstroh als Festbrennstoff ein wichtiger Faktor ist. Über den Preßkuchen als Futtermittel versucht man ebenfalls, möglichst hohe Einnahmen zu erzielen.

Die Produktionstechnik von Raps ist hinreichen bekannt, sie bedarf hier keiner weiteren Erläuterung.

Neben seiner Funktion als Energieträger, und diese wird später besprochen, dient Raps im Rahmen der Speiseölproduktion zunehmend als Lieferant eines Eiweißfuttermittels (Preßkuchen). Durch züchterische Aktivitäten gelang es, diesen Preßkuchen in seiner Wertigkeit wesentlich anzuheben. Dadurch läßt sich der Preßkuchen von o-o-Raps ähnlich in die Futterration einsetzen wie Sojaschrot.

Das Öl von Raps kann auch als Grundstoff für die chemische Industrie dienen (enger Markt).

3.3 Euphorbia (Wolfsmilchgewächs)

Euphorbia lathyris produziert Samen mit knapp 50 % Ölgehalt. Das Fettsäuremuster besteht zu 80 % aus Ölsäure.

Da für die chemische Industrie speziell die Ölsäure als Ausgangsstoff für weitere Produkte dient, hat dieses Öl eine besonders hohe Wertigkeit. Ein Preis von 2 DM/l wird von der Industrie geboten.

Allerdings entwickelt sich diese Pflanze erst von der Wildpflanze zur Kulturpflanze, einige Züchtungsaktivitäten brachten bereits Erfolge, wie beispielsweise die Verhinderung des Aufplatzens der Samen bei Berührung, was früher zu erheblichen Ernteverlusten führte. Nach DOHNE (4) ist bei der Entwicklung der Verfahren von Anbau, Ernte und Verwertung Neuland zu betreten. Die *Euphorbia lathyris* gilt als zweijährige Pflanze, wobei der Anbau im August zu erfolgen hat, die Ernte findet Ende September des folgenden Jahres statt. Der Anbau ist nach der Rapsernte möglich. Somit ist die Eingliederung in die Fruchtfolge möglich. Die Aussaat erfolgt mit Zuckerrüben-einzelkornsäegeräten, die Pflanzenzahl wurde mit 100 000 pro Hektar angesetzt. Nach DOHNE (4) sind das Optimum der Saatbettvorbereitung und die Ansprüche an den Boden noch nicht geklärt. Erste Erfahrungen mit der Unkrautbekämpfung wurden gemacht, über die Selbstverträglichkeit liegen noch keine genauen Aussagen vor. Die Ernte erfolgt mit dem Mähdrescher. Allerdings sollte dieser über eine geschlossene Kabine verfügen, da aus Pflanzenteilen Reizstoffe austreten, die sich auf den Menschen sehr unangenehm auswirken. Die Samenkapseln verlangen einen zweiten Ausdrusch nach einer Zwischentrocknung. Die Verlängerung des Schneidwerkes, ähnlich wie bei Raps, erscheint angebracht.

Die Erträge liegen nach von Rotenhan (10) im Bereich von 40 dt/ha Samen, entsprechend 2000 l Öl. Bei diesem Preis ist eine günstige Rentabilität zu erwarten.

Der Anbau von Euphorbien ist für die breite Landwirtschaft noch nicht ausgereift, er kann jedoch in ca. 5 Jahren für viele Betriebe eine interessante Option werden. Eine Deckungsbeitragsrechnung nach DOHNE (4) ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Bei den hohen Ölpreisen und einer zuverlässigen Ertragsleistung wären Deckungsbeiträge möglich, die über denen von Raps einschließlich Bezuschussung liegen.

Tab. 1: Möglicher Deckungsbeitrag von Euphorbia Lathyris für drei Ertragsstufen im Vergleich zum Deckungsbeitrag von Winterraps (Deckungsbeitrag von Winterraps einschließlich 1.200 DM/ha Subvention)

Veränderliche Leistungen	Ertragsstufe	Euphorbia Lathyris									Winterraps							
		niedrig			mittel			hoch			niedrig		mittel		hoch			
		dt/ha	DM/kg	DM/ha	dt/ha	DM/kg	DM/ha	dt/ha	DM/kg	DM/ha	dt/ha	DM/ha	DM/ha	dt/ha	DM/ha	DM/ha		
Samenertrag	20			30			40			24	110	2640	26.5	110	2915	28	120	3360
Ölertrag (45%)	9	2	1800	13.5	2	2700	18	2	3600									
Preßkuchen, Düngewert	11	20	220	16.5	20	330	22	20	440									
Vorfuchtwert			-			-			-			-			-			-
Summe Leistungen	-	-	2020	-	-	3030	-	-	4040	-	-	2640	-	-	2915	-	-	3360
Saatgut - eigen				kg/ha	DM/ha													
Saatgut - Zukauf			300	10	3000	300			300	8	950	76	8	950	76	6	950	57
Düngemittel (kg-Reinnährstoff)	DM/kg	kg/ha	DM	kg/ha	DM	kg/ha	DM	kg/ha	DM	kg/ha	DM	kg/ha	DM	kg/ha	DM	kg/ha	DM	
N	1,65	80	132	100	165	140	231	180	306	190	323	210	347					
P ₂ O ₅	1,60	80	128	100	160	120	192	100	165	110	182	120	192					
K ₂ O	0,75	100	75	100	75	120	90	130	101	140	109	150	113					
CaO	0,25	150	37	150	37	150	37	150	37	150	37	150	37					
Pflanzenschutz			372	zus.	437			550		609		651		669				
Versicherung			330		370			450		300		330		370				
Trocknung			50		60			70		36		61		30				
eigene Maschinen			120		180			240		96		106		84				
fremde Maschinen			230		230			230		226		226		216				
zuteilb. Fremdlöhne			80		80			80		82		82		148				
Zinsansatz			-		-			-		-		-		-				
Summe verändert. Kosten			60		60			70		57		61		64				
Deckungsbeitrag			1242		1417			1690		1482		1593		1658				
			778		1613			2250		1158		1322		1702				

3.4 Faserlein

Faserlein, als Flachs bekannt, ist eine weit verbreitete Kulturpflanze, deren Nutzung sich bis in das 4. Jahrtausend v. Ch. zurückverfolgen lässt. Flachs war in Deutschland kurz nach dem 2. Weltkrieg noch fester Bestandteil der landwirtschaftlichen Produktion. Die Herstellung synthetischer Fasern über Mineralöl löste die großtechnische Produktion von Leinen ab. Hauptsächlich in Belgien und Frankreich wurden bis 1982 52 000 ha angebaut, als wichtige Vertreter in W-Europa. Starke Verbreitung fand die Flachsproduktion allerdings in den Ostblockländern.

zu technischen Fragen des Anbaus:

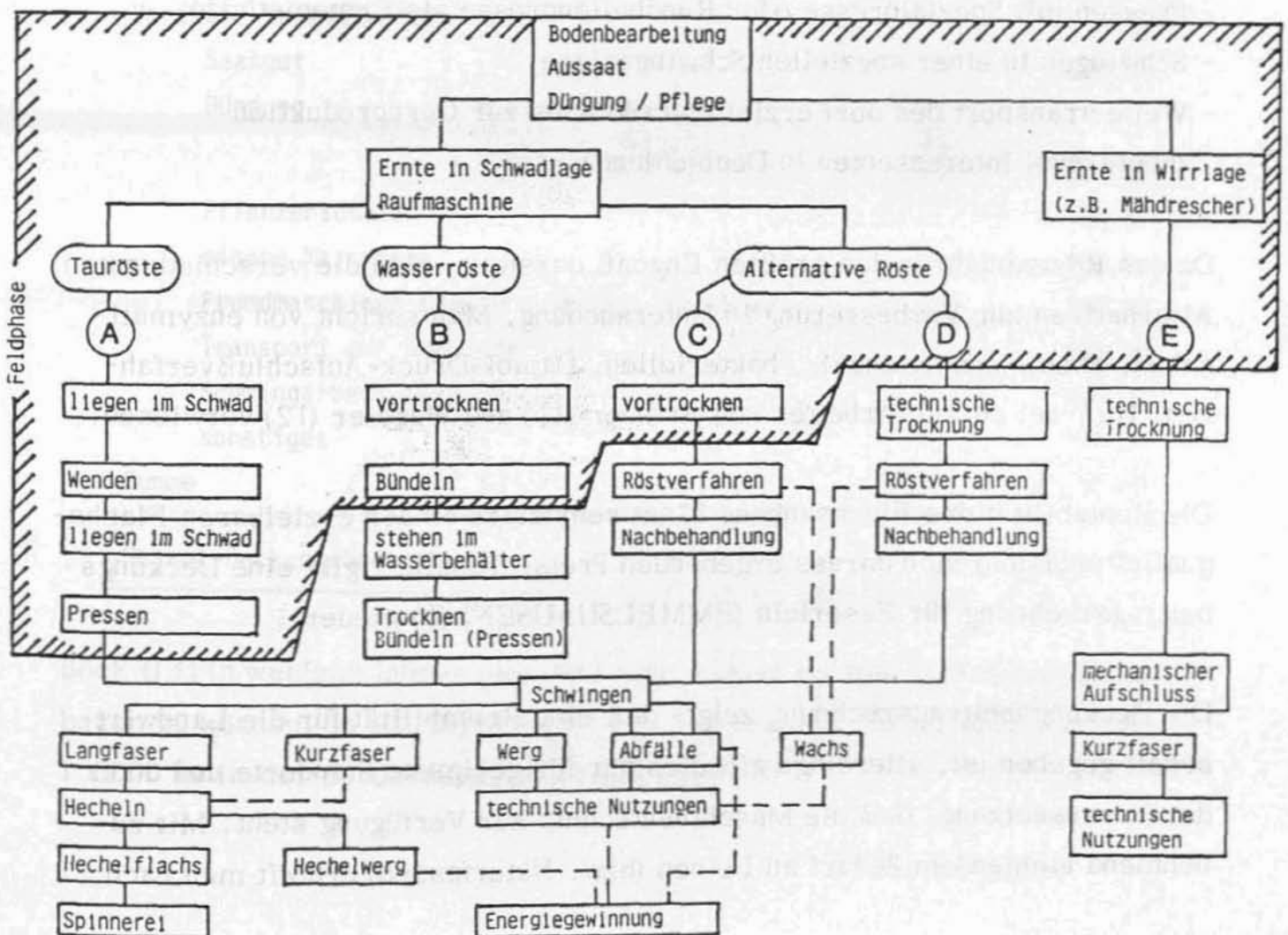
Ca. 20 - 30 Tage nach der Blüte findet das Raufen statt, dabei werden die Flachsstengel mit einer Spezialmaschine aus dem Boden gezogen. Dann folgt die Röste, meist als Tauröste auf dem Feld, wodurch im Stengel Zersetzungsvorgänge in Gang gesetzt werden, die es erlauben, zu gegebener Zeit die Flachsfasern in der Schwinge herauszulösen. Die sogenannte Tauröste ist jedoch mit hohem Wetterrisiko verbunden, daher sucht man nach anderen Röstverfahren. In der Schwinge werden Schwungwerk und Schwungflachs erzeugt. Das Werk wird gereinigt und technischen Verwertungsformen zugeführt. Der Schwungflachs wird an der Hechel zu Hechelflachs und Hechelwerk verarbeitet. Mittelfeine Garne werden aus der kurzen Faser gewonnen, der langstabile Hechelflachs wird zu den klassischen, hochwertigen und sehr feinen Reinleinengarnen verarbeitet.

Anbau und Ernte:

Nach BRENNDÖRFER (5) sind sämtliche landwirtschaftliche Arbeiten von der Bodenbearbeitung über die Aussaat, Dünge, Pflege, Unkraut- und Schädlingsbekämpfung mit der vorhandenen Hofmechanisierung durchzuführen. Bei der Sätechnik werden noch Verbesserungschancen gesehen. Sehr wichtig ist die Vermeidung der Stickstoffdüngung auf das unbedingt

nötige Maß. Überdüngung führt zu Qualitätsschäden. Für die Ernte und das Wenden sind bereits Spezialmaschinen im Einsatz, die im bayerischen Raum überbetrieblich eingesetzt werden. Verarbeitungskapazitäten müssen in der Bundesrepublik Deutschland erst neu geschaffen werden, an mehreren Stellen ist man dabei, mit Hilfe von Landes- und Bundesmitteln sogenannte Schwinganlagen zu erstellen. Darüberhinaus werden verschiedene Röstverfahren erprobt und weiterentwickelt, man bemüht sich um eine Unterdachröste anstelle der Tauröste, die mit hohem Witterungsrisiko verbunden ist. Die heute üblichen und in Zukunft möglichen Flachsernteverfahren werden nach BRENNDÖRFER in Abbildung 1 wiedergegeben.

Abb. 1: Flachsernteverfahren nach Brenndörfer KTBL (5)



Heute übliche und in Zukunft mögliche Flachsernteverfahren (ohne Samennutzung)

Unter den gegenwärtigen Bedingungen wird Faserlein nur nach Verfahren A angebaut. Das Verfahren B wird durch die Umweltbelastung über die Wasserröste undurchführbar, obwohl ein hochwertiger Flachs erzielbar wäre. Die Verfahren C und D sind nach BRENNDÖRFER nur mittelfristig zu verwirklichen, während Verfahren E erstmals 1986 in Schleswig-Holstein eingesetzt wurde. Folgende Arbeitsschritte erfolgen bei der heute üblichen Faserleinernte mit Schwadablage:

- Raufen und Schwad ablegen mit Raufmaschine
- Rösten, der Aufschlußvorgang wird ausgelöst durch den ständigen Wechsel zwischen trockener und feuchter Witterung unter Einfluß von Bodenbakterien
- Zeitlich genau terminiertes Wenden mit einer Spezialmaschine
- Pressen mit Spezialpresse oder Rundballenpresse als Erntemethode
- Schwingen in einer speziellen Schwinganlage
- Weitertransport des dort erzielten Produktes zur Garnproduktion
(heute zwei Interessenten in Deutschland)

Da das Röstverfahren den größten Engpaß darstellt, sind die verschiedensten Alternativen zur Verbesserung in Untersuchung. Man spricht von enzymatischen, chemischen, tensid-, bakteriellen, Dampf-Druck-Aufschlußverfahren. Hier sei auf die Arbeiten von Arthner (11) und Wurster (12) verwiesen.

Die Rentabilität des Flachsbaus hängt sehr stark an der erzielbaren Flachsqualität und dem sich daraus ergebenden Preis. Tabelle 2 gibt eine Deckungsbeitragsrechnung für Faserlein (EMMELSHAUSEN) (6) wieder.

Die Deckungsbeitragsrechnung zeigt, daß eine Rentabilität für die Landwirtschaft gegeben ist, allerdings gilt dies nur für geeignete Standorte und unter der Voraussetzung, daß die Maschinenteknik zur Verfügung steht. Mit zunehmend steigendem Bedarf an Leinen (bzw. Naturfasern) erhofft man nach

Tab. 2: Deckungsbeitragsrechnung: Faserlein

Bezeichnung	Einheiten	DM/Einheit	DM/insges.
Proportionale Marktleistung			
Röstflachs	65 dt		
davon 14,5 % Langfaser	9,2 dt	270,00	2.540,00
11,0 % Werg	7,2 dt	60,00	430,00
Leinsamen	8,0 dt	80,00	640,00
Summe			3.610,00
EG-Beihilfen/ha			
für Fasererzeugung		838,00	
für Leinsamenproduktion		300,00	
Erlöse incl. EG-Beihilfen			4.750,00
Variable Spezialkosten:			
Saatgut	125 kg	3,00	375,00
Düngung	N 40 kg	1,60	
	P ₂ O ₅ 80 kg	1,50	
	K ₂ O ₂ 120 kg	1,15	320,00
Pflanzenschutz			150,00
eigene Maschinen			180,00
Fremdmaschinen (Raufen, Wenden, Pressen)			700,00
Transport zur Schwinganlage			200,00
Schwingarbeit (150 DM/t)			900,00
sonstiges			100,00
Summe			2.930,00
Gesamt-Deckungsbeitrag			1.820,00

Böck (13) in wenigen Jahren mehrere 1000 Hektar Leinen in Deutschland anbauen zu können. In 10 Jahren rechnet man mit einer Anbaufläche von max. 100000 ha in der Bundesrepublik Deutschland.

4. Energieträgerproduktion zur Agrarmarktentlastung

Die Energieträgerproduktion im Agrarbereich hat sowohl Vorteile für europäische Länder als auch für andere Industrie- und Schwellenländer. Die besonderen Vorteile für die Bundesrepublik Deutschland und die EG liegen in folgenden Fakten:

- Agrarmarktentlastung
- Verlängerung der Reichweite von Öl
- rechtzeitige Schaffung von alternativen Techniken
- Entlastung des CO₂-Haushaltes durch Verringerung der fossilen Energieträgernutzung
- Entlastung des Entwicklungshilfebudgets
- Nutzung des Know-hows von Spezialfirmen, die die Technik zur Biomasseverwertung liefern können.

Für Entwicklungs- und Schwellenländer ergeben sich folgende Vorteile aus der Energieträgerproduktion:

- Wertschöpfung aus vermarktbareren Produkten, dadurch Kaufkraft für Nahrungsmittel
- Devisenbeschaffung für wichtige Importe
- Schonung der Devisen durch Einsparung von Importöl
- Beschäftigungseffekt für die Land- und Stadtbevölkerung
- Erhaltung der Nutzbarkeit des Landes durch positive Beeinflussung des Klimas, Erhöhung der Regenfälle
- Nutzung des heimischen Kapitals, gegeben in Form von Boden, Sonne und Arbeitskraft.

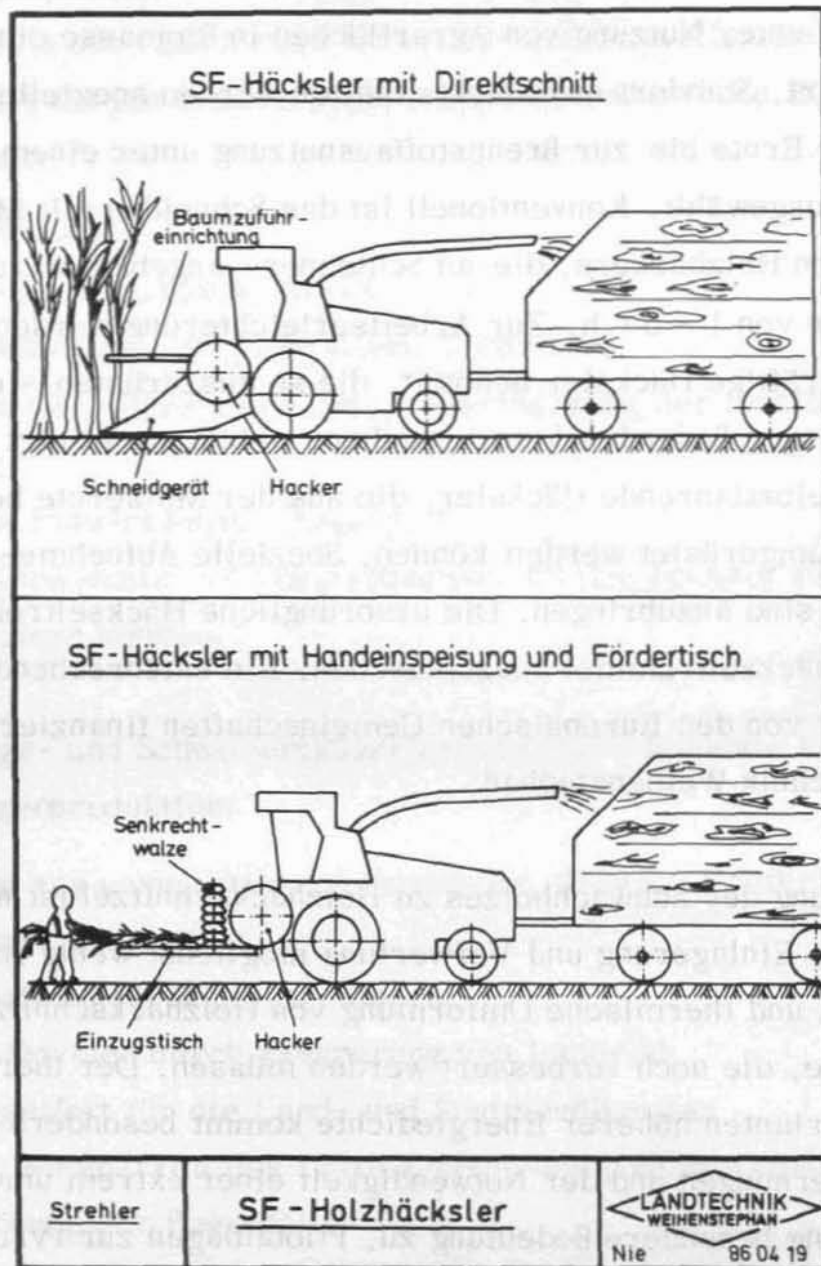
Die Liste der Vorteile ließe sich noch beliebig ausdehnen. Nachfolgend werden die wesentlichen Optionen der Energieträgerproduktion diskutiert.

4.1 Kurzzeitforstnutzung

Mit schnellwachsenden Bäumen werden in kurzer Zeit große Mengen an Sonnenenergie unter Nutzung von Agrarflächen in Biomasse eingebunden. Je nach Baumart, Standort und Marktsituation werden spezielle Verfahrensketten von der Ernte bis zur Brennstoffausnutzung unter einem reichhaltigen Angebot ausgewählt. Konventionell ist das Schneiden mit Motorsäge und der Einsatz von Holzhackern, die an Schleppern angebaut werden. Sie bringen Leistungen von 1 - 5 t/h. Zur Arbeitserleichterung werden selbstfahrende, schlagkräftige Häcksler benötigt, die so auszurüsten sind, daß sie nur einen geringen Bodendruck verursachen. Abbildung 2 zeigt zwei Bauvorschläge, wie selbstfahrende Häcksler, die aus der Maisernte bekannt sind, entsprechend umgerüstet werden können. Spezielle Aufnahme- und Einzugsvorrichtungen sind anzubringen. Die ursprüngliche Häckseltrommel ist gegen eine Holzhäckseltrommel auszutauschen. Ein entsprechendes Forschungsvorhaben, das von den Europäischen Gemeinschaften finanziert wird, läuft an der Landtechnik Weihenstephan.

Die Verarbeitung des Schwachholzes zu Holzhackschnitzel ist notwendig, um bei Transport, Einlagerung und Verwertung möglichst wenig Arbeit zu haben. Die Trocknung und thermische Umformung von Holzhackschnitzeln sind Verfahrensschritte, die noch verbessert werden müssen. Der thermischen Umformung in Varianten höherer Energiedichte kommt besonders bei größeren Transportentfernungen und der Notwendigkeit einer extrem umweltfreundlichen Endnutzung besondere Bedeutung zu. Pilotanlagen zur Pyrolyse dienen dem Zweck, Holz mit nur 2200 - 4000 MJ/rm Energiedichte, wie sie z.B. in Form von Hackschnitzeln, Scheitholz und Rollen vorliegt, bei tragbaren Kosten in Holzkohle mit einer Energiedichte von 5000 - 10000 MJ/rm umzuformen, wobei auch Pyrolyseöl mit einer Energiedichte von 30000 MJ/m³ anfällt. In Druckautoklaven oder über Synthesegas und Mobilprozeß kann man Holz in Flüssigkraftstoffe umformen.

Abb. 2: Bauvorschläge für selbstfahrende Holzhäcksler (Auftrag der EG)



Die besonderen Vorteile der Kurzzeitforstnutzung:

- Anlage auf feuchten Standorten möglich (hohe Niederschläge, Grünland)
- reduzierter Pflanzenschutz Aufwand
- günstig gegen Bodenerosion
- Erntezeitpunkt auch auf Wintermonate verlegbar

Folgende Nachteile sollten jedoch nicht übersehen werden:

- Produktionstechnik erst in Erprobung
- Lagerung und Trocknung noch nicht optimiert
- hohe Transportkapazitäten nötig
- vollmechanisierte Erntetechnik steht noch in Entwicklung
- lange Kapitalfestlegung und Liquiditätsprobleme für den Betreiber
- Markteinführung von Holzhackschnitzeln als Verkaufsprodukt ist noch nicht erfolgt, wird jedoch verteuern wirken.

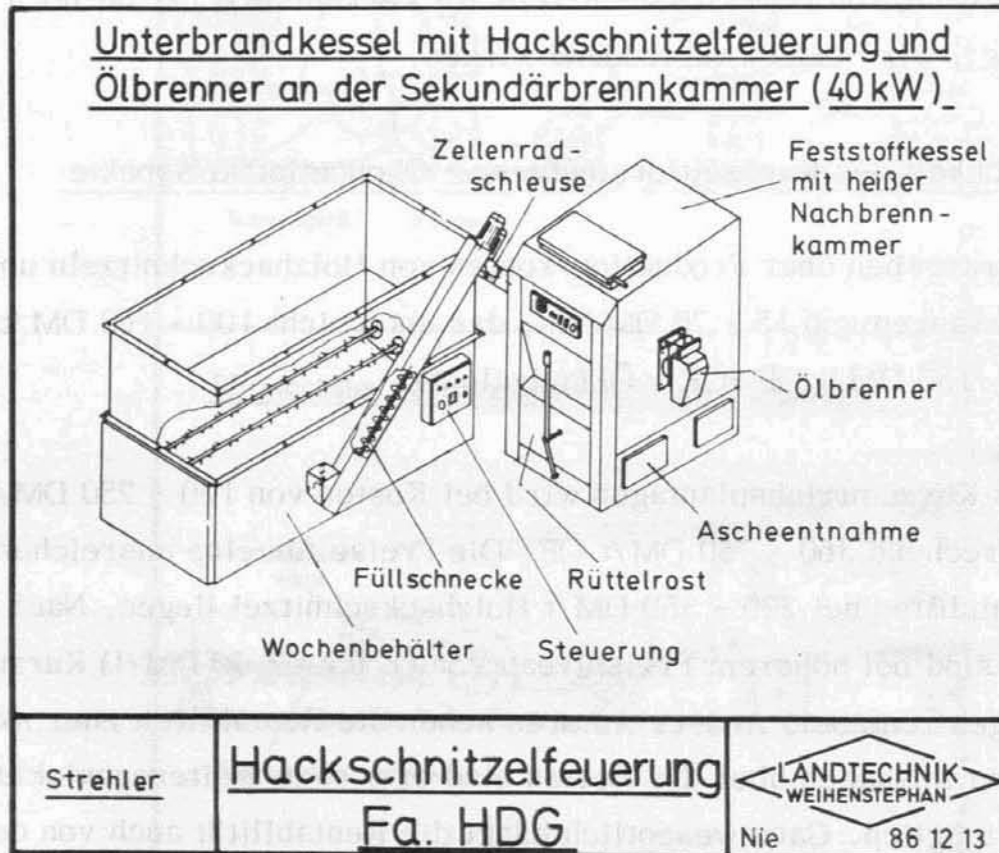
Wirtschaftlichkeit der Kurzzeitforstnutzung - Ökonomische Aspekte

Die Literaturangaben über Produktionskosten von Holzhackschnitzeln und Restholz schwanken von 15 - 70 DM/rm, das entspricht 100 - 160 DM/t Holz bzw. 250 - 1.155 DM/t OE (OE = Öläquivalent).

Material aus Kurzumtriebsplantagen wird bei Kosten von 120 - 250 DM/t erzeugt, entsprechend 360 - 750 DM/t OE. Die Preise für eine ausreichende Rentabilität müßten bei 220 - 350 DM/t Holzhackschnitzel liegen. Nach DIMITRI (7) sind bei höherem Preisniveau von Öl (ca. 0,70 DM/l) Kurzumtriebsplantagen rentabel. Andere Autoren sehen die Rentabilität eher skeptisch. Sichere Aussagen über die Kosten sind erst nach Weiterentwicklung der Technik möglich. Ganz wesentlich hängt die Rentabilität auch von den Preisen konkurrierender Energieträger wie Öl und Kohle ab. Da diese jedoch mit Sicherheit steigen werden und außerdem zunehmend Gewicht auf die Schonung der Umwelt gelegt wird, hat die Energieträgerproduktion über die Kurzzeitforstnutzung eine zunehmende Bedeutung zu erwarten. Es ist eine Frage der Zeit, wann sich unter bestimmten Voraussetzungen ihre Wirtschaftlichkeit einstellt. Die Erträge mit 10 - 20 t/ha und Jahr entsprechen 3500 - 7000 l Öläquivalent pro Hektar und Jahr, das ist nur eine grobe Abschätzung des Ertragswertes. Die energetische Verwertung von Holzhackschnitzeln ist in verschiedenen Anlagenarten technisch optimal ge-

löst. Diese Anlagenarten reichen von Kleinanlagen mit automatischer Brennstoffzuführung und elektrischer Zündung einschließlich Flammenüberwachung für den Wohnhausbereich bis hin zu Großanlagen mit 5 MW. Abbildung 3 und 4 zeigen Beispiele für automatische Holz hackschnitzelfeuerungen.

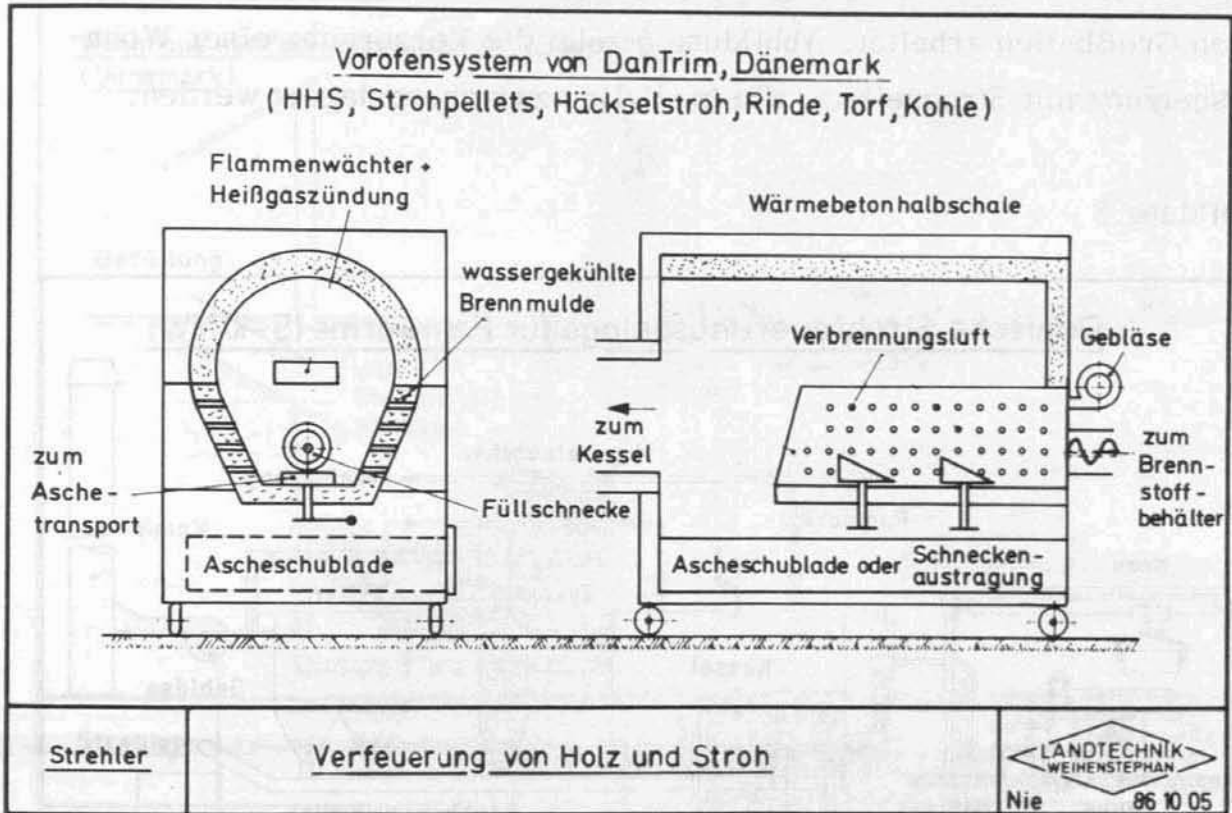
Abbildung 3



4.2 Einjahrespflanzen als Energieträger

Schnellwachsende und massenwüchsige Einjahrespflanzen, dazu zählen Massengetreide, schilfartige Pflanzen, Öllein und andere, liefern jährlich einmal lignozellulosehaltige, halmartige Biomasse, die zum Erntezeitpunkt im Gegensatz zu Gehölzen, trocken geborgen werden kann. Die Ernteverfahren einschließlich Aufbereitung könnten von Stroh und Heu übernommen werden.

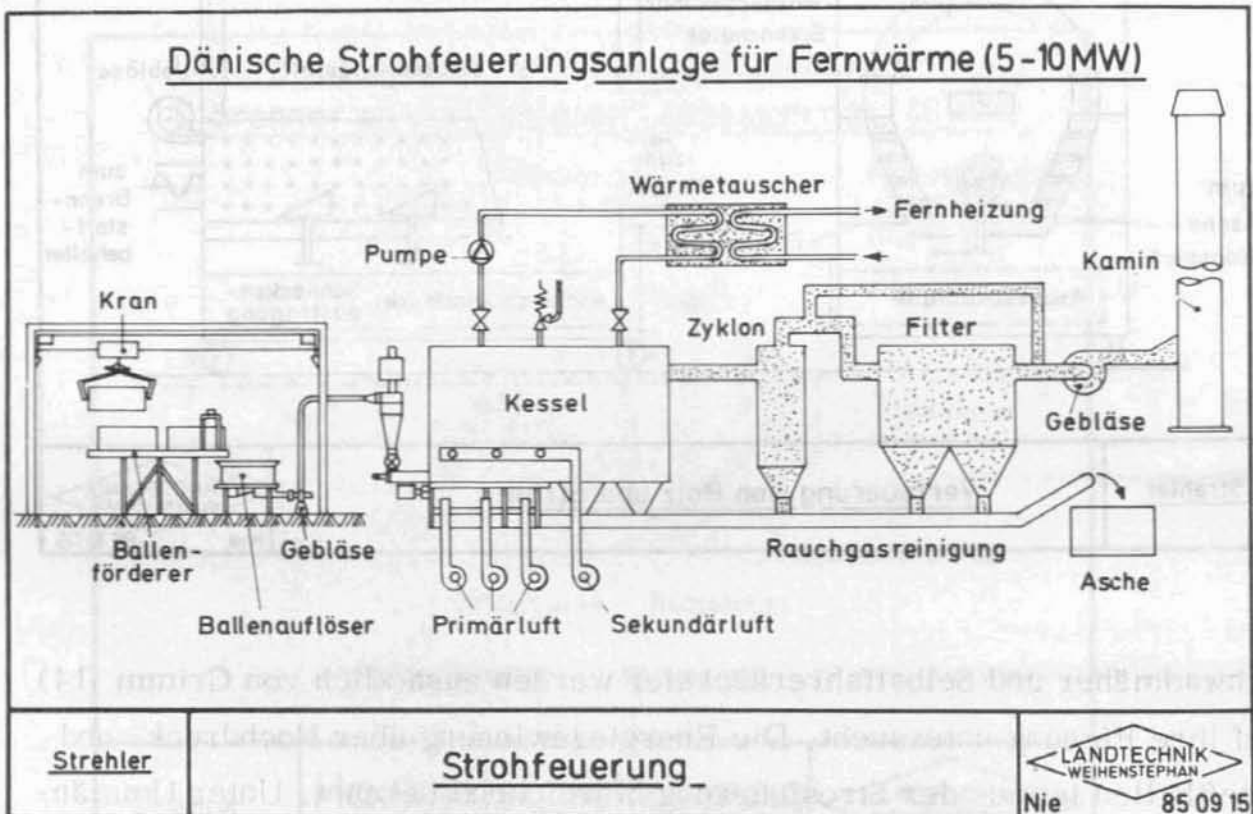
Abbildung 4



Schwadmäher und Selbstfahrerhäcksler werden zusätzlich von Grimm (14) auf ihre Eignung untersucht. Die Energiegewinnung über Hochdruck- und Großballen ist aus der Strohfeuerung hinreichend bekannt. Unter Umständen lohnt auch die Brikettschiene, Briketts lassen sich in Kleinf Feuerungsanlagen außerhalb der Landwirtschaft verwerten, sie erlauben außerdem höhere Transportentfernungen und verringern den Lagerraumbedarf. Von den Schilfpflanzen abgesehen, sind Saat, Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung ebenso zu mechanisieren, wie im Getreidebau üblich, so daß kostspielige Neuentwicklungen von Spezialmaschinen weitgehend entfallen können. Neue Anlagenarten zur Verfeuerung stehen zur Nutzung bereit, weitere Verbesserungen werden von den Firmen vorangetrieben. In Dänemark und Österreich wurden vorbildliche Großfeuerungsanlagen installiert, die die Verwertung von Stroh über Nah- und Fernwärmesysteme erlauben. Über

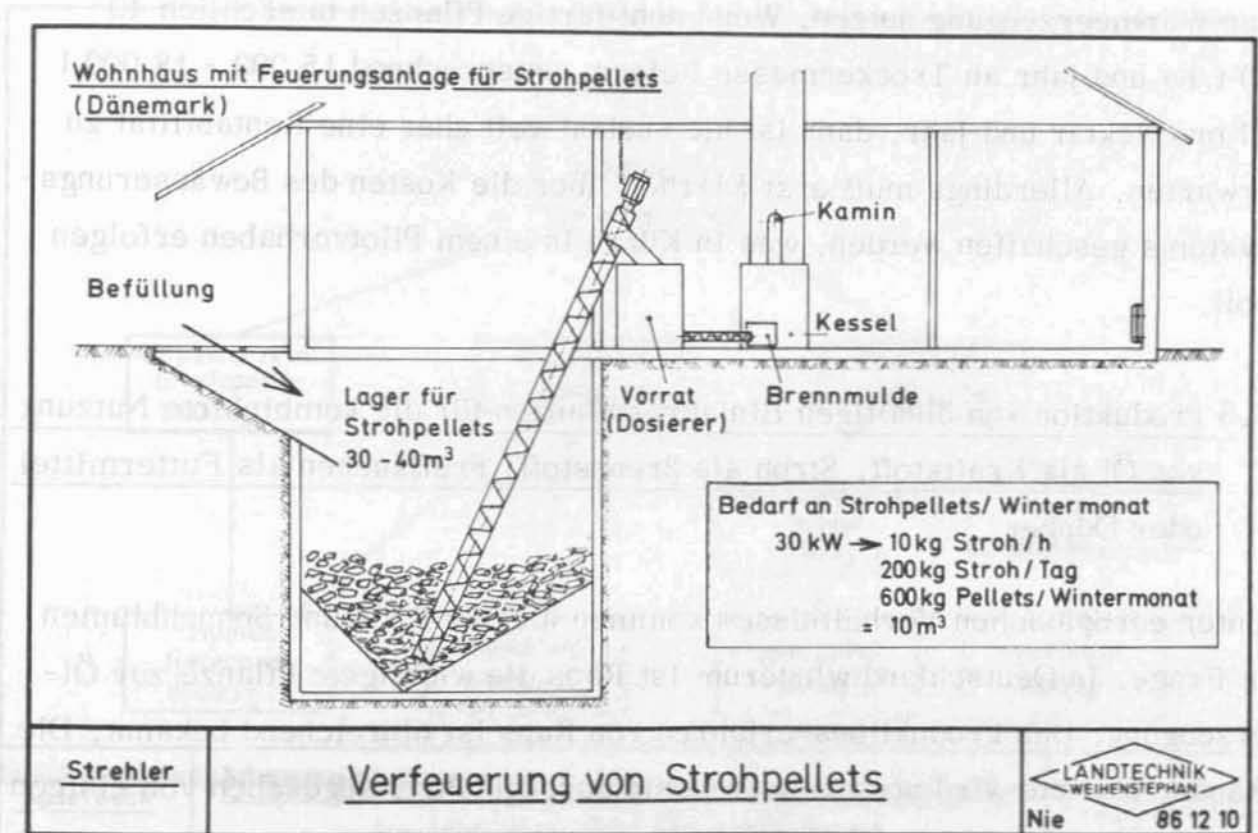
Pellets können auch Einzelhäuser arbeitssparend versorgt werden. Abbildung 5 zeigt eine Großfeuerungsanlage, die mit Kranbeschickung und kubischen Großballen arbeitet. Abbildung 6 zeigt die Versorgung einer Wohnhausheizung mit Strohpellets, die im Keller zwischengelagert werden.

Abbildung 5



Bei den schilfartigen Pflanzen ist es notwendig, ein spezielles Bewässerungssystem einzubauen, das nach einem Verfahren von Dr. STÄNDER (8) um 12.000 DM/ha zu installieren ist. Die mehrjährigen Schilfpflanzen liefern Erträge von bis zu 50 t Trockenmasse pro Hektar und Jahr, wobei der besondere Vorzug darin besteht, daß die C-4-Pflanzen bei Schilf die Mineralstoffe zur Winterzeit in das Wurzelsystem zurückziehen. Die fast aschefreie Substanz läßt sich sehr umweltfreundlich verfeuern. Durch das Zurückziehen der Mineralstoffe sinkt der Gesamtdüngerbedarf erheblich. Der geringe Eiweißgehalt läßt auch einen weitgehenden Verzicht auf Stickstoffdüngung zu.

Abbildung 6



Wirtschaftlichkeit der lignocellulosehaltigen Einjahrespflanzen:

Muß ein Betrieb 3.000 DM/ha Marktwert erwirtschaften, um einen vergleichbaren Gewinn zur Getreideproduktion zu erzielen, so müssen beispielsweise als Brennstoff nutzbare Preßballen aus Einjahrespflanzen bei einem Ertrag von 15 t/ha 200 DM/t und bei einem Ertrag von 10 t/ha 300 DM/t erbringen; das sind umgerechnet 600 - 900 DM/t Öläquivalent. Unter Beachtung der Mehrkosten für die energetische Verwertung von Festbrennstoffen ergeben sich, grob kalkuliert, Preise von 800 - 1.100 DM/t Öläquivalent. Da wir diese Preise bereits einmal hatten, liegt es nahe, daß sie bei weiterer Verknappung von Öl wieder auftreten werden. Die Verfahrensaufwendungen sind sehr stark vom technischen Fortschritt abhängig. Große Anlagen, evtl. mit Wärme-Kraftkopplung, sind besonders bei Nahwärmenutzung

und kombinierter Krafterzeugung rentabler als Kleinanlagen, die nur Ballen zur Wärmeerzeugung nutzen. Wenn schilfartige Pflanzen tatsächlich 40 - 50 t/ha und Jahr an Trockenmasse liefern, entsprechend 15 000 - 18 000 l Öl pro Hektar und Jahr, dann ist hier schon weit eher eine Rentabilität zu erwarten. Allerdings muß erst Klarheit über die Kosten des Bewässerungssystems geschaffen werden, was in Kürze in einem Pilotvorhaben erfolgen soll.

4.3 Produktion von ölhaltigen Einjahrespflanzen für die kombinierte Nutzung von Öl als Kraftstoff, Stroh als Brennstoff, Preßkuchen als Futtermittel oder Dünger

Unter europäischen Verhältnissen kommen hierfür Raps und Sonnenblumen in Frage. In Deutschland wiederum ist Raps die wichtigste Pflanze zur Ölerzeugung. Das Produktionsverfahren von Raps ist hinreichend bekannt. Die Rapsstrohernte wird noch relativ wenig durchgeführt, abgesehen von einigen Betrieben in Schleswig-Holstein. Rapsstroh fällt ziemlich feucht an, es muß daher entsprechend lang am Boden liegen, um auf Lagerfähigkeit abzutrocknen, was bei günstigen Witterungsbedingungen 2 - 3 Tage dauert. Zur Abpressung von Öl gibt es klein- und großtechnische Lösungen. Abbildung 7 zeigt die mengenmäßige Aufteilung der einzelnen Fraktionen nach APFELBECK (9).

Nutzbar sind Stroh und Korn, wobei die Rapskörner in Extraktionsschrot und Öl aufzuteilen sind. Die angegebenen Mengen entsprechen Durchschnittserträgen der letzten Jahre.

Die einzelnen Verfahrensschritte und die Verwertungsrichtung sind in Abbildung 8 veranschaulicht (nach APFELBECK (9)).

Abbildung 7

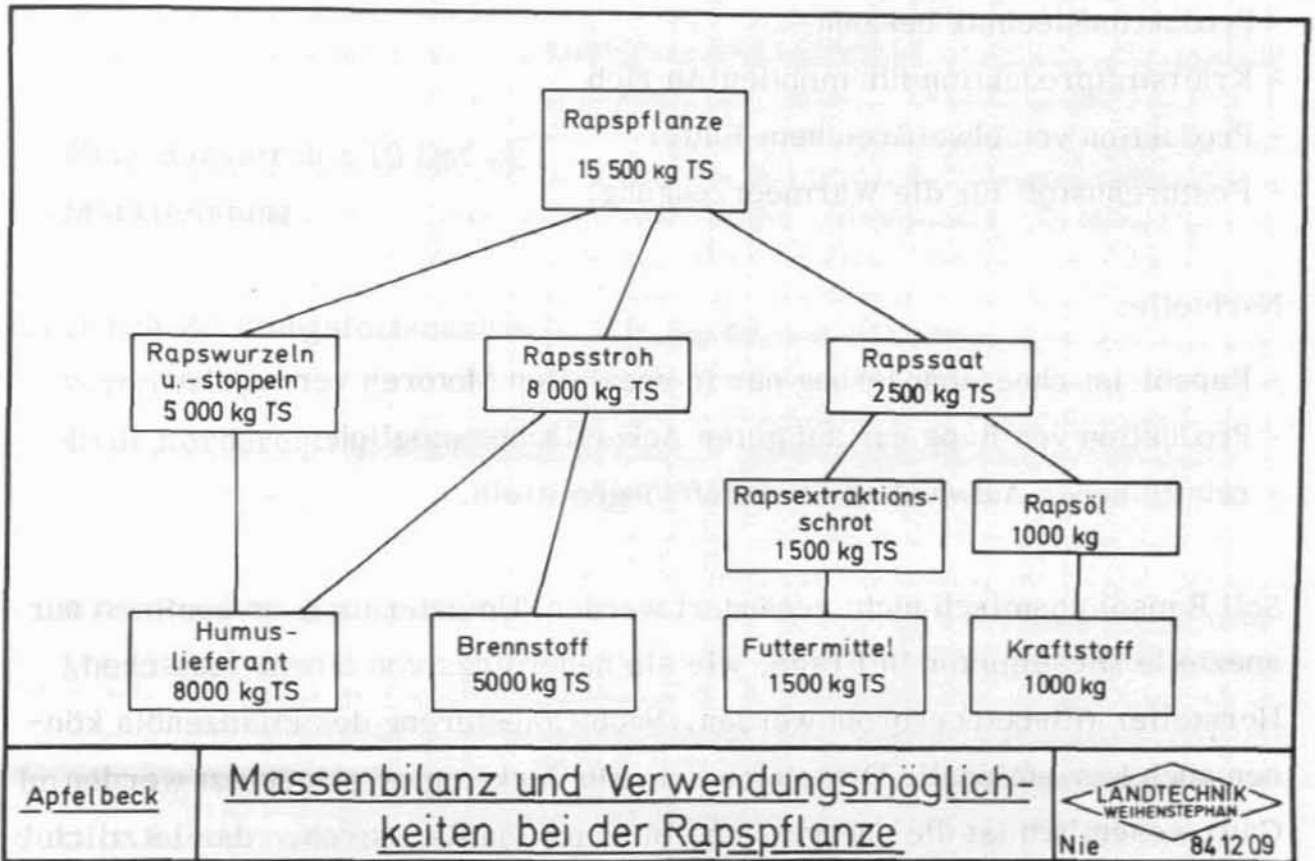
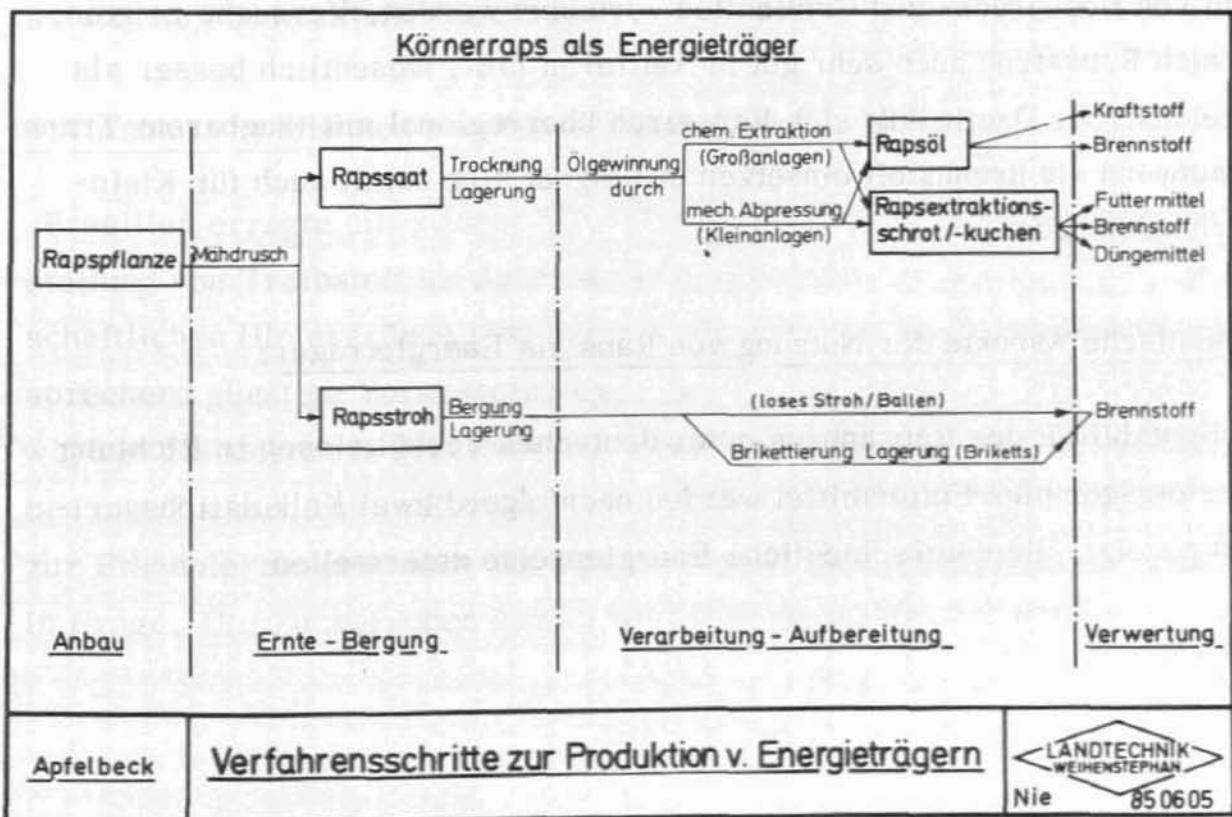


Abbildung 8



Raps als Energieträger zeigt folgende Vorteile:

- Produktionstechnik bekannt
- Kraftstoffproduktion für mobilen Antrieb
- Produktion von eiweißreichem Futter
- Festbrennstoff für die Wärmeherzeugung.

Nachteile:

- Rapsöl ist ohne Abänderung nur in speziellen Motoren verwendbar
- Produktion von Raps nur auf guten Ackerflächen möglich
- relativ hoher Aufwand an Stickstoffdüngemitteln.

Soll Rapsöl chemisch nicht verändert werden (Umesterung), so kommen nur spezielle Dieselmotoren in Frage, wie sie neuerdings von einem deutschen Hersteller (Elsbett) erprobt werden. Nach Umesterung des Pflanzenöls können auch konventionelle Dieselmotoren mit Vorkammer eingesetzt werden. Ganz wesentlich ist die energetische Nutzung von Rapsstroh, das letztlich einen höheren Energieanteil pro Hektar liefert als das Pflanzenöl selbst. Rapsschrot dient der Tierfütterung, es wäre auch zur Düngung verwendbar, bringt dort aber eine geringere Wertschöpfung. Rapsstroh kann in Form von Hochdruck- und Großballen verfeuert werden, Versuche zeigten, daß sich Rapsstroh auch sehr gut brikketieren läßt, wesentlich besser als Getreidestroh. Damit läßt sich Rapsstroh überregional mit tragbarem Transportaufwand als Brennstoff einsetzen und eignet sich damit auch für Kleinfeuerungsanlagen.

Ökonomische Aspekte der Nutzung von Raps als Energieträger:

Zur Rentabilität des Rapsanbaus unter deutschen Verhältnissen in Richtung Energieträger plus Futtermittel werden nachfolgend zwei Kalkulationsvarianten gezeigt, die unterschiedliche Energiepreise unterstellen:

a) 30 dt Körnerertrag ergeben: 1 050 kg Öl x 0,80 DM/kg	DM/ha 840.--
1 950 kg Preßkuchen x 0,45 DM/kg	880.--
60 dt Rapsstroh x 10 DM/dt	<u>600.--</u>
Marktleistung	2.320.--

b) Durch Züchtungsfortschritte im Ertrag und bei Energie-
verteuerung:

40 dt Körnerertrag ergeben: 1 400 kg Öl x 0,90 DM/kg	1.260.--
2 600 kg Preßkuchen x 0,45 DM/kg	1.170.--
80 dt Rapsstroh x 12 DM/dt	<u>960.--</u>
Marktleistung	3.390.--

Im günstigsten Fall b) wäre das genannte Verfahren mit der Getreideproduktion konkurrenzfähig. Vor einer allgemeinen Empfehlung für die Praxis ist die Nutzung von Rapsstroh und Rapsöl dadurch zu fördern, daß die zugehörigen Techniken weiterentwickelt, erprobt und demonstriert werden. Bis zur Erlangung eines allgemein höheren Energiepreisniveaus sind noch staatliche Fördermittel notwendig.

4.4 Anbau von Pflanzen zur Ethanolproduktion

Brasilien erregte mit seinem Alkoholprogramm als Möglichkeit der Herstellung von Treibstoff im Agrarbereich weltweites Aufsehen. Die volkswirtschaftlichen Hintergründe sind bekannt; Zuckerrohr als Rohstoff bringt entsprechend günstige Voraussetzungen, das Ertragspotential an den ausgewählten Standorten in Brasilien liegt sehr viel höher als das von Zuckerrüben und Zuckerhirse in Europa. Unter deutschen Verhältnissen kommen zur Ethanolerzeugung auch der Anbau von Getreide, Kartoffeln und andere in Frage. Die Zuckerrüben stehen im Vordergrund des Interesses, die Wirt-

schaftlichkeit ist am ehesten durch Annex-Anlagen an Zuckerfabriken gegeben. Der Anbau spezieller Spritrüben zur Ethanolherzeugung wird viel diskutiert, die Ethanolerträge sind bemerkenswert. Die Kosten erlauben jedoch kaum eine reine Nutzung von Agraralkohol als Treibstoff. Nur eine höherwertige Verwendung als Lösungsvermittler (5% Beimischung zu Benzin) ermöglicht höhere Preise für den Alkohol. Allerdings müßte ein Beimischungszwang bestehen, dann ließen sich ca. 360 000 ha Agrarfläche für diese Produktionsrichtung umwidmen. Auch Zuckerhirse käme als Basisrohstoff in Frage, man erhofft sich bessere ökonomische Voraussetzungen, da der Preßrückstand wie bei Bagasse von Zuckerrohr als Energieträger im Prozeß genutzt werden könnte.

Bei Zucker- und Spritrüben sind die Produktionsverfahren bekannt. Bei der Umsetzung in Ethanol gibt es fortlaufend neue Verfahren durch technische Fortschritte, wobei sich die energetische Situation verbessert. Es ist zu hoffen, daß künftig geringere Kosten weitere Anwendungsbereiche zur Ethanolproduktion erschließen.

Versuche mit Zuckerhirse sind in Europa an mehreren Stellen angelaufen. Ein Vorhaben wird an der Landtechnik Weihenstephan durchgeführt, gefördert vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Zur Produktion einige Faustzahlen nach Stützle (15)

Pflanzenzahl:	100 000/Hektar
Düngung, nach Ertrag	200 N
	100 P ₂ O ₅
	325 K ₂ O
Pflanzenschutz:	2 l Atrazin im Vorauflauf, evtl. hacken

Feuchtmassertrag pro ha - a	80 - 120 t (je nach Sorte und Jahr)
Zuckergehalt:	10 %
Zuckerertrag pro ha - a	8 - 12 t
Ethanolausbeute/ha - a	3 900 - 5 900 l

Ernteverfahren:

Diese stehen in Erprobung: Zuckerrohrvollernter der Fa. Claas und reihenunabhängige Maishäcksler.

Bislang gibt es noch Probleme mit der Zwischenlagerung, da Zuckerhirse in geernteter Form nur sehr kurz lagerfähig ist.

Die Ethanolerzeugung nur aus Getreide scheidet aus Kostengründen im Rahmen der Energieträgerproduktion zur Agrarmarktentlastung aus. Getreide kommt allenfalls als Komponente in einem Rohstoffmix zur ganzjährigen Anlagenauslastung in Frage.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Ethanoltschiene:

Zu diesem Thema gibt es sehr viel Literatur, zahlreiche Kalkulationen, mehr oder weniger seriös, die auf eine notwendige Stützung von 0,60 - 1,20 DM/l Ethanol hinauslaufen, wenn die Mineralölfirmlen nicht bereit sind, mehr als 0,30 DM/l für das Ethanol zu bezahlen. Durch den Beimischungszwang ließe sich ein höherer Preis erwirken, der Zuschußbedarf bewegt sich in jedem Fall im Bereich von 3.000 - 6.000 DM/ha Erzeugungsfläche für Ethanol, eine fragliche Hilfe zur Entlastung der Agrarmarktfiananzierung der EG. Allerdings sollte man nicht übersehen, daß aus der Sicht einer langfristigen Energiesicherung die Weiterentwicklung der Verfahren zur Ethanolerzeugung auf jeden Fall zu begrüßen ist. Auf Zuckerrohrbasis sieht die Ethanolerzeugung unter den brasilianischen Bedingungen wesentlich günstiger aus. Aber selbst dort hat man derzeit Probleme mit der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

5. Zusammenfassung

Viele Perspektiven sprechen für die Förderung der Verfahren zur Erzeugung von Industriepflanzen und Energieträgern im Agrarbereich zur Agrarmarkt-entlastung. Sicher sind andere Produktionsrichtungen für den Landwirt eher akzeptabel als sogenannte Flächenstillegungen. Im Rahmen der Rohstoff-erzeugung ließen sich für die Bundesrepublik Deutschland kurzfristig nur we-nige 100 000 Hektar umwidmen, während, gehabte Ölpreise vorausgesetzt, die Produktion von Energieträgern kaum an Marktgrenzen stößt, also die Um-widmung der Überschußflächen zulassen würde. Durch die Weiterentwicklung aller Verfahren, angefangen von der Pflanzenzüchtung, dem Pflanzenbau bis hin zur Konversionstechnik, sind Rentabilitätssteigerungen möglich. Beim derzeitigen Stand der Technik scheint die Erzeugung von Festbrennstoffen unter europäischen Verhältnissen bei dem sehr hohen Heizölbedarf für die Raumheizung am rentabelsten, da es einfacher und billiger ist, den Brenn-stoff Heizöl durch Festbrennstoffe aus Biomasse zu ersetzen als Kraftstoffe durch flüssige Energieträger aus Biomasse. Hier bildet allenfalls die Pro-duktion von Pflanzenöl mit der Doppelnutzung des Stroh als Festbrennstoff eine Ausnahme. Die Energieträgerproduktion ist weltweit die beste Option zur wirksamen Agrarmarkt-entlastung, wobei gleichzeitig weitere ernstzu-nehmende Probleme mitgelöst werden, wie: Senkung der Umweltbelastung, Vermeidung der Verarmung im ländlichen Raum, langfristige Energiesi-cherung, Vermeidung der Ausdehnung von Trockengebieten, um nur einige zu nennen. Allerdings sind Einsicht und guter Wille der verantwortlichen Politiker und traditionsgebundener Wissenschaftler Voraussetzung zur Ein-führung der besprochenen Technologien.

6. Literaturnachweis

- (1) DAMROTH, M.: Stand und Perspektiven der Nutzung "nachwachsender Rohstoffe" aus landwirtschaftlicher Sicht; Expertenkolloquium Nach-wachsende Rohstoffe, Bundesminister für Forschung und Technologie und Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Heraus-geber: BMFT, Okt. 1986

- (2) SCHELLER, H., Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenzüchtung, Referat: Futterpflanzen, persönliche Mitteilung
- (3) Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau und Amt für Landwirtschaft und Bodenkultur in Augsburg. Ergebnisse der Pflanzenbauversuche, Berichtsjahr 1986
- (4) DOHNE, E.: Euphorbia, eine Alternative ohne Subventionsbedarf, Landtechnik Heft 11, Nov. 1986, Verlag Eduard Beckmann, Lehrte, S. 477
- (5) BRENNDÖRFER, M.: Faserlein - Verfahrenstechnik und Nutzung in Landtechnik, 11, Nov. 1986, und KTBL-Arbeitspapier 109, Faserlein - pflanzenbauliche Aspekte beim Anbau von Faserlein
- (6) Anonym: Deckungsbeitrag von Faserlein, Staatl. Seminar, Emmelshausen
- (7) DIMITRI, L.: Erste Erfahrungen aus Versuchen zur Produktion und Verwendung von Biomasse im Kurzumtrieb, Tagung Freising, Nov. 1985, zu Energie aus Biomasse - Erfahrungen mit verschiedenen technischen Lösungen und Zukunftsaussichten, Selbstverlag Landtechnik Weihenstephan
- (8) STÄNDER, Polytechnisches Institut Karlsruhe, persönliche Mitteilungen
- (9) APFELBECK, R.: Pflanzenöl aus Treibstoff in Tagungsbericht: Energie aus Biomasse - Erfahrungen mit verschiedenen technischen Lösungen und Zukunftsaussichten, Eigenverlag Landtechnik Weihenstephan, Nov. 1985, Freising
- (10) VON ROTENHAN, Versuchsanbau in Ebelsbach, Förderung durch BML Bonn, persönliche Mitteilungen
- (11) ARTNER, Geschäftsführer des Bayerischen Flachsverbandes, Entwicklung eines Unterdachröstverfahrens, persönliche Mitteilung 1986
- (12) WURSTER, J.: Flachs - Herstellung und Verwendung, Kolloquium "kurzfristige Möglichkeiten zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe", Stuttgart, Mai 1986, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Baden-Württemberg

- (13) BÖCK, H.: Textilfabrik Füssen, Mitteilung anlässlich Experten-
kolloquium BMFT und BML Bonn 10/1986
- (14) GRIMM, A.: "Verfahrensalternativen bei der Produktion und Verwertung
von Energie-Einjahrespflanzen", Vortrag Landtechnik Weihenstephan,
1987
- (15) STÜTZLE, W.: Unveröffentlichte Forschungsberichte aus Arbeiten der
Landtechnik Weihenstephan 1986 und 1987.

Marktaussichten für pflanzliche Produktions- und Verwendungsalternativen

von Ministerialdirigent Dr. Herbert Prieß, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn

Aus der Sicht der Landwirtschaft versteht man heute im allgemeinen unter "pflanzlichen Produktionsalternativen" jene Möglichkeiten, welche die Ausweitung bzw. Wiedereinführung alter Kulturpflanzen, die Neueinführung von Agrarpflanzen, erlauben.

Verwendungsalternativen demgegenüber sind vorrangig jene Möglichkeiten, die neue Einsatzbereiche für im Überschuß vorhandene Agrarprodukte gestatten. Sowohl die Produktionsalternativen als auch die Verwendungsalternativen tendieren sehr stark in den Non-food-Bereich sowie auch in den Bereich, der heute unter dem Begriff "Nachwachsende Rohstoffe" in der Diskussion steht. Besonders dieser Bereich initiiert in Anbetracht sehr schwieriger Gegebenheiten in Agrarkreisen Hoffnung, in industriell-gewerblichen Kreisen demgegenüber - soweit heimische Rohstoffe gemeint sind - Skepsis. Die hierin zum Ausdruck kommende Diskrepanz zwischen der Situationseinschätzung durch die Erzeuger von nachwachsenden Rohstoffen einerseits und den Verarbeitern dieser andererseits, ist für mich letztlich Ausdruck der ganz unterschiedlichen Einbindung dieser Wirtschaftssektoren in unsere soziale Marktwirtschaft, in den Welthandel. Die starke bisherige Stützung der Agrarwirtschaft verführt heute leicht zu der Annahme, der Staat kann von oben anordnen, und alles läuft für den Agrarsektor vorteilhaft in neue Bahnen. Gerade diese Vorstellung ist es aber, die unsere - weitgehend - weltoffenen, marktwirtschaftlich orientierte Industrie mit Sorge erfüllt. Sie fürchtet, daß durch eine diesbezügliche Änderung der Rahmenbedingungen sie teilweise an heimische hochsubventionierte Agrarrohstoffe gebunden werden könnte und dadurch ihre stark auf den Weltmarkt ausgerichteten Interessen langfristig beeinträchtigt würden.

Die vorhergehenden Seminar-Referate haben Ihnen sicherlich deutlich gemacht, daß viele "Wenn und Aber" noch im Vorfeld der Praxiseinführung der zu behandelnden Alternativen stehen, so daß dadurch Marktprognosen heute kaum möglich sind und nur Tendenzen aufgezeigt werden können. Dieses und mein Eindruck, daß bei der Diskussion zwischen gewerblicher Wirtschaft und Landwirtschaft über nachwachsende Rohstoffe, Industrie-Rohstoffe, der historische Vorlauf, die unterschiedliche Einbindung der beiden Bereiche in unser Wirtschaftssystem viel zu wenig bedacht, berücksichtigt werden, lassen es notwendig erscheinen, hierzu einige Aussagen zu machen.

Nun, wie war der historische Verlauf ? (Bild 1). Erst befriedigten die Menschen ihre Bedürfnisse durch das Jagen und Sammeln; dann im 8./7. Jahrtausend vor Christi Geburt soll der Mensch von der aneignenden, sprich sammelnden zur produzierenden Wirtschaft übergegangen sein, wobei neben der Nahrungsgüter-Erzeugung auch weiterhin die Rohstoffherzeugung für Bedarfsgegenstände - genannt sei Flachs - im Agrarbereich betrieben wurde. Mit Beginn des vorigen Jahrhunderts - bedingt durch naturwissenschaftliche Entdeckungen und technische Erfindungen - fand dann der Übergang zur Industriegesellschaft statt. Die in dieser Phase einsetzende starke Bevölkerungszunahme erforderte eine intensive Landbewirtschaftung, eine Steigerung der Flächenerträge. Durch die Erkenntnisse von Justus v. Liebig (1803 - 1873), durch seine Mineralstofftheorie, die zum Einsatz des Mineraldüngers in der Landwirtschaft führte, kam diese endgültig zum Durchbruch. Von da an aber - ich verenge stark - nahm der agrartechnische Fortschritt und damit auch das Wissen und Können der in der Landwirtschaft Tätigen bei uns, insbesondere nach dem 2. Weltkrieg ab 1950, kaum geahnte Formen an durch neue Möglichkeiten im Bereich Technik, Pflanzenzüchtung, Düngung oder beim chemischen Pflanzenschutz. Dies alles haben Sie miterlebt.

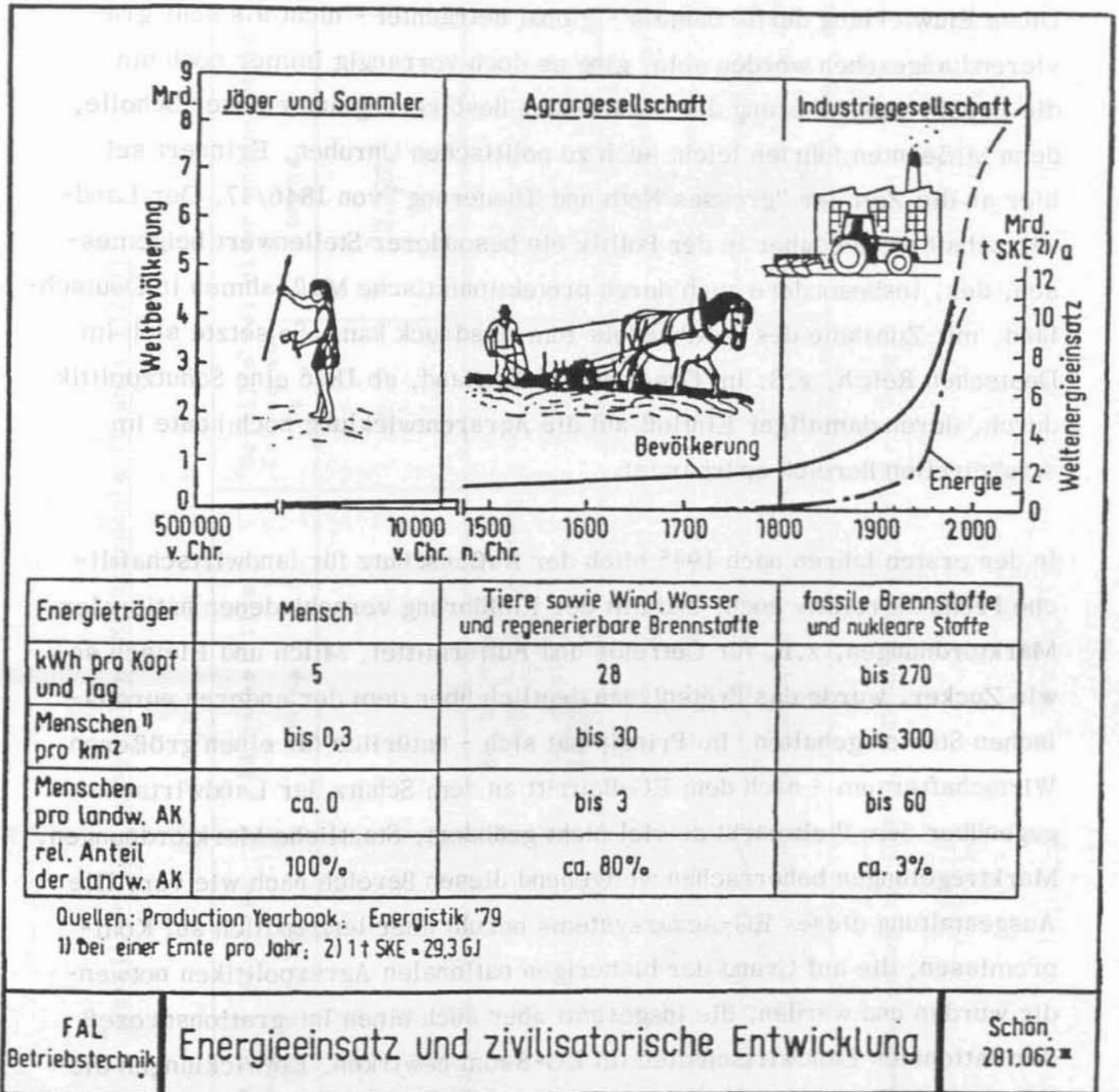


Abbildung 1

Schon relativ früh, von der Mitte des 19. Jahrhunderts an, bekam der Anbau von Nichtnahrungspflanzen Konkurrenz durch die Einfuhr billiger Naturrohstoffe, wie z.B. Baumwolle, Sisal, Hanf, Kokos und Sojaöl, aus Übersee-Gebieten.

Diese Entwicklung dürfte damals - global betrachtet - nicht als sehr gravierend angesehen worden sein, ging es doch vorrangig immer noch um die Ernährungssicherung der wachsenden Bevölkerung aus eigener Scholle, denn Mißernten führten leicht auch zu politischen Unruhen. Erinnerung sei hier an die Zeit der "groses Noth und Theuerung" von 1846/47. Der Landwirtschaft wurde daher in der Politik ein besonderer Stellenwert beigemessen, der, insbesondere auch durch protektionistische Maßnahmen in Deutschland, mit Zunahme des Welthandels zum Ausdruck kam. So setzte sich im Deutschen Reich, z.B. im Gegensatz zu England, ab 1876 eine Schutzpolitik durch, deren damaliger Einfluß auf die Agrarentwicklung noch heute im strukturellen Bereich spürbar ist.

In den ersten Jahren nach 1945 blieb der Außenschutz für landwirtschaftliche Produkte relativ hoch, und mit der Einführung verschiedener nationaler Marktordnungen, z.B. für Getreide und Futtermittel, Milch und Fleisch sowie Zucker, wurde das Preisniveau deutlich über dem der anderen europäischen Staaten gehalten. Im Prinzip hat sich - natürlich für einen größeren Wirtschaftsraum - nach dem EG-Beitritt an dem Schutz der Landwirtschaft gegenüber dem Weltmarkt so viel nicht geändert. Staatliche Marktordnungen, Marktregelungen beherrschen weitgehend diesen Bereich nach wie vor. Die Ausgestaltung dieses EG-Agrarsystems beruht aber letztendlich auf Kompromissen, die auf Grund der bisherigen nationalen Agrarpolitiken notwendig wurden und werden, die insgesamt aber auch einen Integrationsprozeß der nationalen Landwirtschaften im EG-Raum bewirken. Entwicklungen dieser Dimension verlaufen natürlich nicht ohne Ecken und Kanten. Heutige finanzielle, kulturartenbezogene Hilfen zeigt beispielhaft die Übersicht "Beihilfen für verschiedene Marktfrüchte" (Abbildung 2).

Im industriellen Bereich vollzog sich u.a. nach der Jahrhundertwende bis heute ein allmählicher, aber weite Bereiche umgestaltender Auf- und Ausbau der Kohle- und Petrochemie, der auf der Grundlage preiswerter Roh-

"Beihilfen" für verschiedene Marktfrüchte (Stand: II/87)

Kulturart	Exportersattung, Lager-u.Finanzie- rungskosten DM/t	Beihilfe DM/dt	Flächenbeihilfe DM/ha	"Beihilfe" bei einem angenommenen Ertrag von	
				dt	DM/ha
Wintergerste	323,- 81,-			55	2.222
Winterroggen					
Winterweizen (außer Brotweizen)					
Flachs			846,95 (Fläche) - 67,75 (Flachsförderung 8 %) + 762,86 (Ü1) <u>1.542,05</u>		
Öllein			1.259,65		
Erbsen/Ackerbohnen		40,56		35	1.420
Sonnenblumen		100,53		28	2.814
Raps 00		88,91		31	2.756
andere Qualitäten		85,92		31	2.664

*)

Lager- u. Finanzierungskosten: Haushaltsansatz der EG-Komm. 1985/86, Lagerung künftig ca. 2 Jahre

Quelle : BML , Ref. 311 u. 421

Abb. 2

stoffe auch Naturrohstoffe verdrängt, dem Agrarsektor aber ebenfalls ganz neue Möglichkeiten eröffnet; genannt sei:

Motorisierung, chemischer Pflanzenschutz, Folienhäuser, synthetisches Bindegarn. Dies führte auch mit dazu, daß die Landwirtschaft im Rahmen ihres biologisch-technischen Fortschritts verstärkt Vorleistungen aus dem industriell-gewerblichen Bereich in ihren Produktionsprozeß übernehmen konnte - mußte, wie die Abb. "Produktionswert, Vorleistungen und Wertschöpfung der Landwirtschaft" zeigt (Abbildung 3). Dadurch freiwerdende Flächen - z.B. durch Aufgabe der Futtergewinnung für das Gespännvieh - standen zusätzlich für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung, denn die Industrie richtete ihren hier noch bestehenden Bedarf weitgehend aus auf Agrarrohstoffe, die kostengünstig auf dem Weltmarkt zu erhalten waren. Die teuren EG-Agrarprodukte animierten nicht dazu, Produktlinien im Non-food-Bereich zu entwickeln, die auf heimischen Rohstoffen basierten.

Diese skizzierten Entwicklungen haben weitgehend mit zu den heutigen Schwierigkeiten geführt, die gekennzeichnet sind durch

- unbefriedigendes Einkommen
- hohe Überschüsse auf Nahrungsmittelmärkten
- leere EG-Kassen
- Diskrepanzen zwischen ökonomischen und ökologischen Notwendigkeiten.

Aber auch die Zukunftsabschätzungen lassen keine Verbesserungen der Situation bei Fortsetzung des bisher eingeschlagenen Weges erkennen, denn

1. auf Grund des biologisch-technischen Fortschritts werden - bei heutiger Vorgabe - die Ertragsmöglichkeiten je Einheit der wichtigsten Marktordnungsprodukte in der EG kontinuierlich weiter ansteigen - man spricht im Durchschnitt von 2 % jährlich.
2. bis 1990 wird - demgegenüber - nur noch mit einem Bevölkerungszuwachs von 0,2 %/Jahr in der EG gerechnet; in den 60er Jahren waren es 0,8 %, in den 70er Jahren 0,4 %.

Produktionswert, Vorleistungen und Wertschöpfung der Landwirtschaft

1960 bis 1982

Mio. DM

Jahr	Produktionswert	Vorleistungen	Bruttowertschöpfung
1960 ¹⁾	25 410	9 610	15 800
1965 ¹⁾	31 150	13 450	17 700
1970	34 700	15 730	18 970
1975	46 070	21 070	25 000
1980	55 990	30 580	25 410
1981 ²⁾	59 350	32 000	27 350
1982 ²⁾	64 910	33 350	31 560

1) Einschließlich (kumulativer) Umsatzsteuer

2) Vorläufig

Quelle: Auszug aus: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1984

Abb. 3

3. die Exportmöglichkeiten sind weitgehend ausgeschöpft, zumal auch neue Exporteure, wie z.B. die Volksrepublik China und Indien, auf den Weltmarkt drängen.
4. eine Ausdehnung der Nahrungsmittelhilfe ist nicht zweckmäßig, weil der Schwerpunkt unserer Hilfen für die Entwicklungsländer bei der Förderung der landwirtschaftlichen Produktion und dem Aufbau einer eigenen Nahrungsmittelversorgung liegen muß.
5. eine amtliche Reduzierung der Importe von Getreidesubstituten - ihr Flächenäquivalent betrug 1983 8,2 Mio ha - ist wegen bestehender GATT-Verpflichtungen kaum möglich.

Bei dieser Situation ist es voll verständlich, wenn die Produktions- und Verwendungsalternativen, insbesondere im Non-food-Bereich, als eine Möglichkeit zur Verbesserung der agrarischen Situation gesehen wird.

Argumentativ wird dies aus landwirtschaftlicher Sicht begründet:

- Wir importieren z.B. Eiweiß-Futtermittel, die wir selber erzeugen können;
- unsere Industrie verarbeitet Agrarrohstoffe, die wir z.T. auch liefern können;
- der Bevölkerung werden wieder mehr Produkte auf Natur-Rohstoffbasis - wie gewünscht - zur Verfügung gestellt;
- durch neue bzw. durch Ausdehnung vorhandener Kulturarten können Fruchtfolgen wieder weiter gestellt werden mit positiver Umweltauswirkung.

Die pflanzlichen Produktions- und Verwendungsalternativen, die sich insgesamt im Ernährungs- und Non-food-Bereich anbieten könnten, habe ich einmal - ohne den Sektor Holz, ohne Futterpflanzen - in 6 Bereiche - allerdings mit fließenden Grenzen - aufgliedert:

1. Kulturarten, die durch Änderung der preislichen Rahmenbedingungen im Kulturartenspektrum an relativer Verzüglichkeit gewinnen und z. Z. Defizitprodukte in der EG sind. Hierzu gehören noch die Eiweißträger, speziell die Leguminosen, die bei uns und EG-weit eine rasante Anbauausdehnung in den letzten Jahren erfahren haben. So wird die Anbaufläche für Leguminosen für 1987 bei uns auf über 100 000 ha geschätzt; 1984 waren es erst 16 000 ha. Der Preis für Leguminosen ist allerdings kein echter Marktpreis, sondern setzt sich zusammen aus Markterlös und Subvention entsprechend der Marktordnung. Die Stützung hier hat den großen Vorteil, daß die eingesetzten Subventionen im Gegensatz zu "gelagerten Überschußprodukten" direkt der Landwirtschaft zukommen.
2. Kulturarten, die durch qualitative und/oder quantitative Verbesserungen Aussicht auf mehr Absatz in herkömmlichen Bereichen bieten, wie z. B. Öleln, Roggen, Hafer, Feldgemüse und Heil- und Gewürzpflanzen.
3. Kulturarten, für die Möglichkeiten gesehen werden, den Verwendungsbereich zu erweitern; hierzu gehören die faser-, stärke-, zucker- und ölhaltigen Kulturarten, für deren Verarbeitungsprodukte verstärkt Möglichkeiten in industrieller Produktion gefunden werden müssen.
4. Kulturarten, die durch qualitative und/oder quantitative Veränderungen Aussicht auf Absatz in neuen industriellen Märkten bieten. In dieser Gruppe möchte ich nennen: Ölpflanzen mit bestimmten Fettsäuremustern, z. B. erucasäurehaltiger Raps bzw. Senf, aber auch Kulturarten, die bisher ungenügend bearbeitet wurden, wie Topinambur, Zuckerhirse, Zichorie oder die Züchtung von "Spritrüben".
5. Kulturarten, die durch Neueinführung bestehende Nachfrage, die bisher anderweitig gedeckt wurde, befriedigen können. Hierher gehören z. B.

Euphorbia lathyris, ein Wolfsmilchgewächs mit ölreichem Samen, und Latex sowie Cuphea-Arten, deren Bearbeitung aufgenommen wurde.

6. Kulturarten, die nach definierten Anbaumethoden bearbeitet werden, und für deren Produkte ein spezieller Markt besteht. Hierunter fallen z.B. die Erzeugnisse, die nach alternativen Methoden erzeugt wurden und Produkte, für die die Verarbeiter oder Vermarkter Anbauregeln formulieren.

Es gibt in diesen Bereichen wohl kaum Selbstläufer, und will man relativ schnelle Veränderungen haben, sind intensive wissenschaftliche, produktionstechnische und absatzbeeinflussende Maßnahmen notwendig, d.h. - und dies sei herausgestellt - für die Masse der landwirtschaftlichen Betriebe ist hier kurzfristig wenig Machbares aber vieles Denkbare enthalten, das es verstärkt zu realisieren gilt.

In der Bundesrepublik Deutschland - und lassen Sie mich damit zum Schwerpunkt möglicher Alternativen übergehen - sind gegenwärtig nur noch rund 10 % der verarbeiteten Rohstoffe in der chemischen Industrie biogenen Ursprungs. Dies positiv für die Landwirtschaft zu ändern, ist notwendig, und die 1986 in der EG eröffnete Möglichkeit, der Industrie Zucker und Stärke zu einem weltmarktähnlichen Preis zur Verfügung zu stellen, geht in diese Richtung. Aber auch von der gewerblichen Wirtschaft müßte - so könnte man meinen - aus Eigeninteresse ein zunehmender Beitrag zur Belebung dieses neuen, heimischen Marktes kommen, denn er wird ja gespeist von den eigenen Kunden, von den Landwirten, die Industrieprodukte verwenden, und an deren Zahl und Zahlungsfähigkeit man interessiert sein müßte. Weiterhin dürfte es doch auch im Interesse der Industrie liegen, Rohstoffe zumindest in einem bestimmten Rahmen aus heimischer Produktion gesichert zu wissen, um den Produkt-Preisausschlägen auf dem Weltmarkt etwas gegensteuern zu können.

In diesem Rahmen ist es sicherlich auch zu sehen, - trotz mancher harten Worte gegen den dirigistischen Agrarsektor - wenn sich die Industrie den aufgezeigten Überlegungen zunehmend aufgeschlossen zeigt, wie z.B. die Arbeitsgemeinschaft "Nachwachsende Rohstoffe" bei der Verbindungsstelle Industrie - Landwirtschaft oder der seit 1981 bestehende Fachausschuß "Nachwachsende Rohstoffe" beim Verband der Chemischen Industrie verdeutlichen. Die Rück- und Neugewinnung von Märkten hier für die Landwirtschaft dürfte allerdings ein mittel- bis langfristiger Prozeß sein, der auch den allgemeinen Wirtschaftsgegebenheiten Rechnung tragen muß. Er könnte dadurch beschleunigt werden, daß die agrarpolitisch gesetzten EG-Rahmenbedingungen heute zugunsten solch einer Entwicklung verändert werden, sich verändern und ein entsprechender Forschungsverlauf - der national möglich ist - stattfindet. Beides steht in Wechselbeziehung, denn günstige wirtschaftliche Voraussetzungen bewirken Innovationen; von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen gehen wichtige Impulse für die Wirtschaft aus.

Wie bereits beispielhaft dargelegt, wird im Rahmen der Neuorientierung der EG-Agrarpolitik in dieser Richtung etwas bewegt. So heißt es aber auch z.B. in dem vom Agrarrat im Dezember 1986 behandelten Dokument über "Soziostrukturelle Maßnahmen" u.a., daß eine Beihilfe für die Umstellung auf nicht überschüssige Erzeugnisse, die vom Rat binnen sechs Monaten zu definieren sind, zu erarbeiten ist. Auch soll in die Koalitionsvereinbarung für die neue Legislaturperiode eine spezielle Förderung nachwachsender Rohstoffe aufgenommen worden sein. Um hier aber zu ausgewogenen Maßnahmen zu kommen, bedarf es wirklich der "Kunst des Möglichen" zwischen Produktionslenkung und Markt, wobei - und dies sei auch nicht verhehlt, gegebenenfalls bei großen Produktionszuwächsen in bisher defizitären Bereichen, die zu Überflüssen führen, gegengesteuert werden muß. Bei der hier vorliegenden allgemeinen Problematik, den bestehenden Schwierigkeiten, ist es verständlich, daß auch namhafte Wissenschaftler den aufgezeigten

Bestrebungen sehr skeptisch gegenüberstehen. In Anbetracht des hohen Niveaus unserer Wissenschaft und neuer vielversprechender Möglichkeiten, z.B. im Bereich Biotechnik und Gentechnik, engagiert sich aber die Bundesregierung sehr stark forschungsmäßig auf dem Sektor "Nachwachsende Rohstoffe", um hier mittel- und längerfristig für die heimische Landwirtschaft Chancen zu eröffnen.

So fördern das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und das Bundesministerium für Forschung und Technologie seit der Verteuerung der Energie Ende der 70er Jahre - und ich zitiere aus der Großen Anfrage der Fraktion der CDU/DSU und der Fraktion der FDP zu Nachwachsenden Rohstoffen aus 1986 -

"eine umfangreiche Forschung mit dem Ziel, land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse in verstärktem Maße für die Energie- und Rohstoffgewinnung zu nutzen. Dabei stehen verschiedene Motive im Vordergrund:

- Schonung vorhandener endlicher Rohstoffvorkommen, Erschließung erneuerbarer Ressourcen;
- Technologieentwicklung;
- Erweiterung der landwirtschaftlichen Produktions- und Absatzmöglichkeiten."

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie fördert seit 1979 im Programm Rohstoffforschung 30 Projekte mit rund 46 Mio. DM, im Rahmen der Biotechnologieförderung 35 Projekte mit 30 Mio. DM. Seit 1985 hat das genannte Ministerium seine Aktivitäten in dem Programm "Angewandte Biologie und Biotechnologie" zusammengefaßt. Hierzu heißt es: "Neue Ansätze werden vornehmlich durch die Einführung und Anwendung neuer biologischer Methoden bei der praktischen Pflanzenzüchtung, aber auch durch neue chemische und biotechnische Methoden in der Konversionstechnik und durch neue Konzepte zur integralen Nutzung von Biomasse zu

erwarten sein." (Deutscher Bundestag 10. Wahlperiode, Drucksache 10/5558, 28.05.1986 Sachgebiet 78).

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hat in den letzten Jahren für ein vierjähriges Forschungsprogramm "Nachwachsende Rohstoffe" und zwei Pilotanlagen zur Erzeugung Agraralkohol rund 40 Mio. DM ausgegeben ausschließlich zahlreicher Arbeiten im Rahmen des Schwerpunktes "Nachwachsende Rohstoffe" in seinem Forschungsbereich. Im Haushalt 1987 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gibt es auch neben dem Forschungstitel einen erweiterten Titel mit der Bezeichnung "Produktions- und Verwendungsalternativen", der mit 3 Mio. dotiert ist und jährliche Zuwachsraten aufweisen wird.

Auch aus EG-Programmen, insbesondere dem Programm "Energie aus Biomasse", stehen Forschungsmittel bis Ende 1987 zur Verfügung. Ein neues EG-Programm ist in Vorbereitung.

Welche Möglichkeiten sich insbesondere bei der Pflanzenzüchtung ergeben können, sollen die Bilder "Ertragspotential im Pflanzenbau", "Ertragsverlauf und zu erwartende Kornerträge bis zum Jahr 2020 bei Erbsen und Bohnen" (Abbildungen 4 und 5) verdeutlichen. Das nächste Bild (Abbildung 6) zeigt das mögliche Biotechnologie-Potential u. a. bei Pflanzen auf, und ein weiteres Bild (Abbildung 7) stellt den möglichen Beitrag der Biotechnologie für Pflanzenzüchtung, Pflanzenschutz und Pflanzenbau relativ gegenüber.

Die Notwendigkeit, neue Produkte auf der Basis von Agrarrohstoffen zu entwickeln, ergibt sich aber nicht nur aus agrarpolitischer Sicht, sondern auch aus Umweltschutzgründen. Beruht doch heute ein Großteil unserer Verbrauchsgüter auf Erdölbasis, einem Rohstoff, der in Jahrmillionen in der Erde entstand, und der zu Produkten führen kann, von denen keiner genau weiß, wie lange diese letztendlich als schwer abbaubarer Abfall unsere Erde belasten.

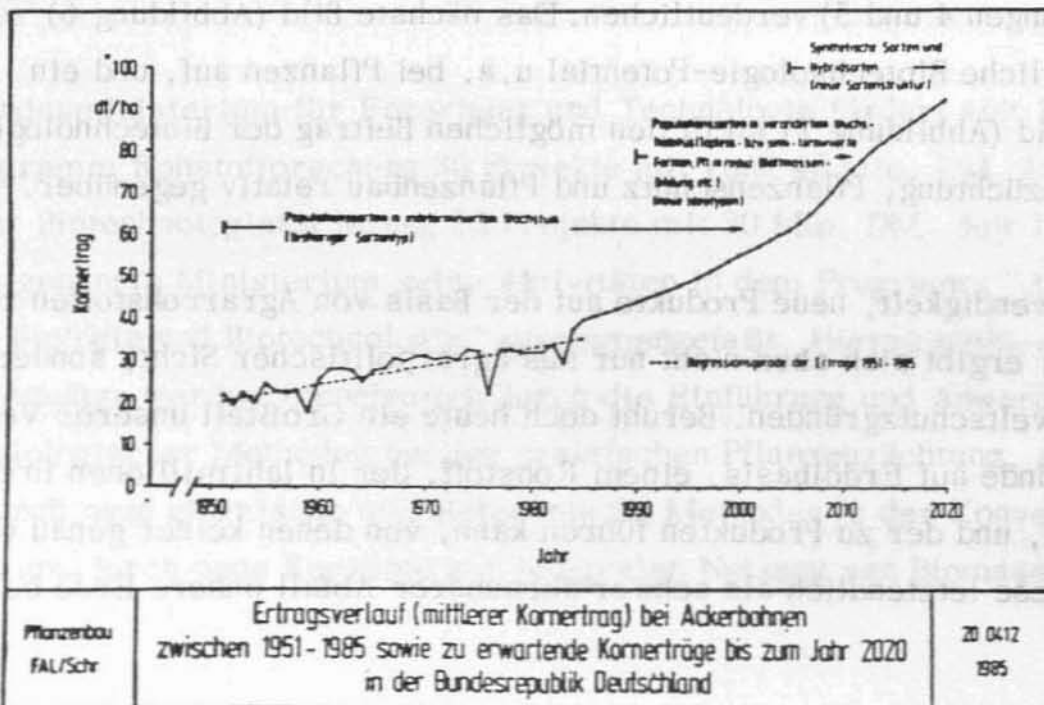
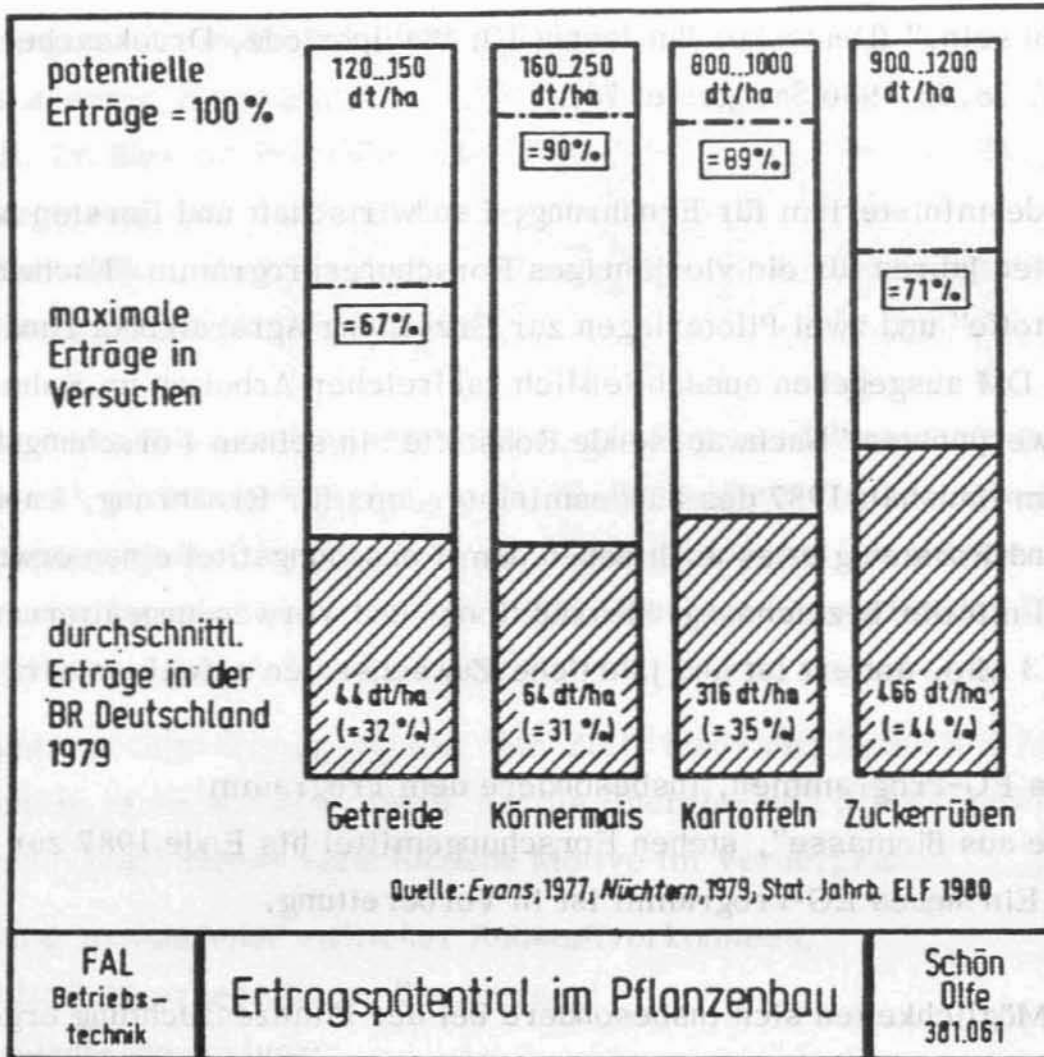


Abbildung 4

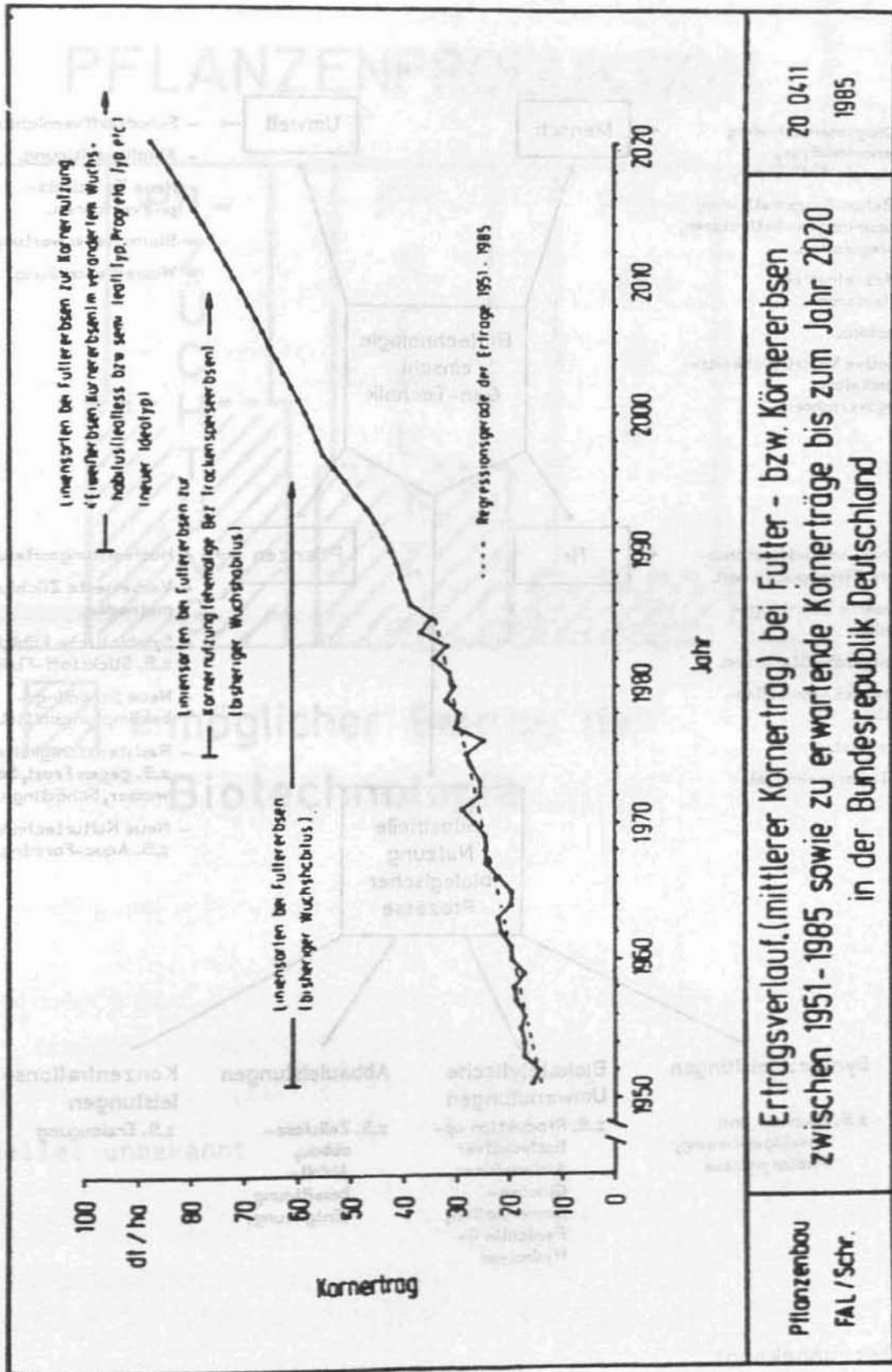


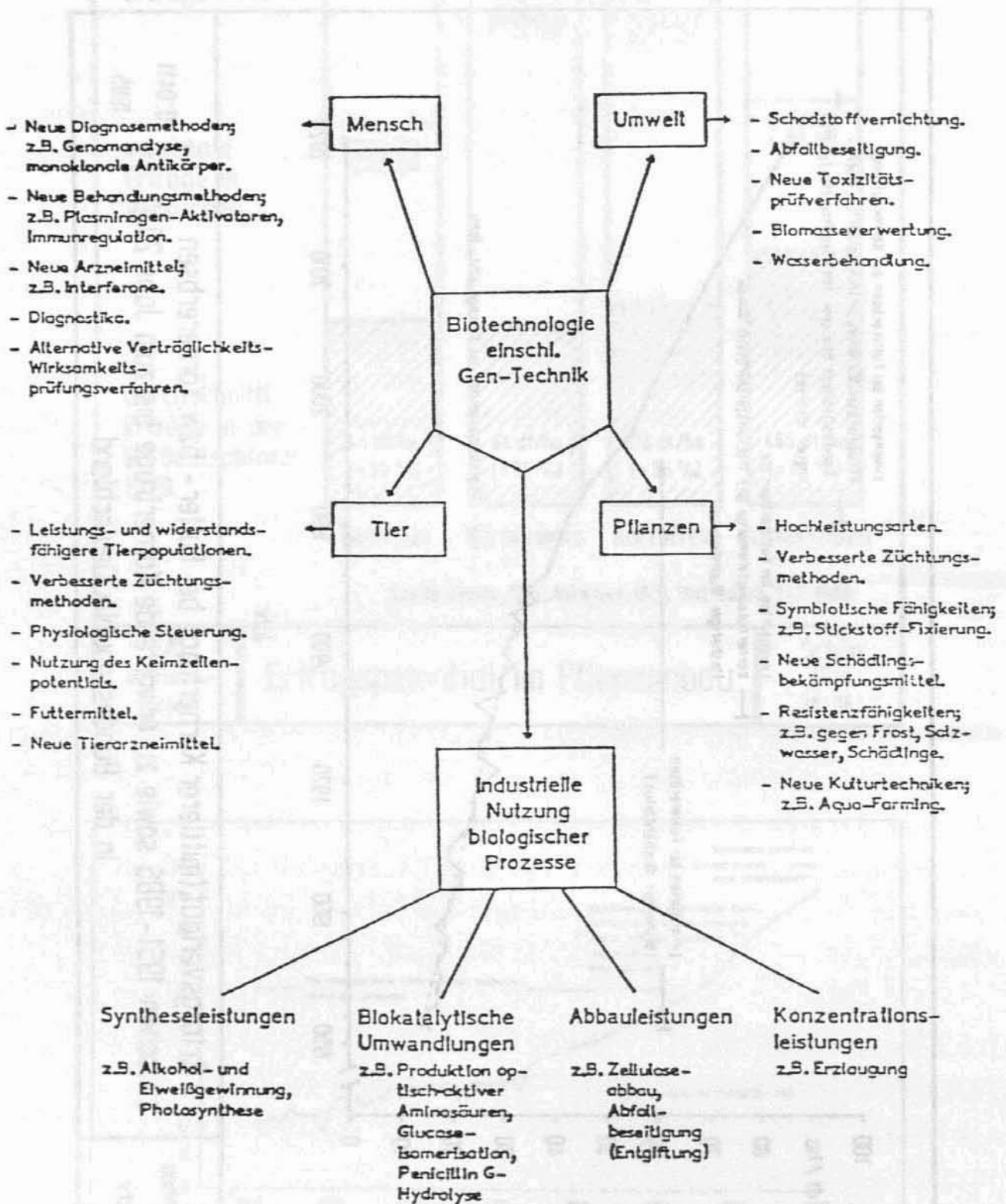
Abbildung 5

Pflanzenbau
FAL / Schr.

Ertragsverlauf. (mittlerer Körnertrag) bei Futter - bzw. Körnererbse
zwischen 1951-1985 sowie zu erwartende Körnerträge bis zum Jahr 2020
in der Bundesrepublik Deutschland

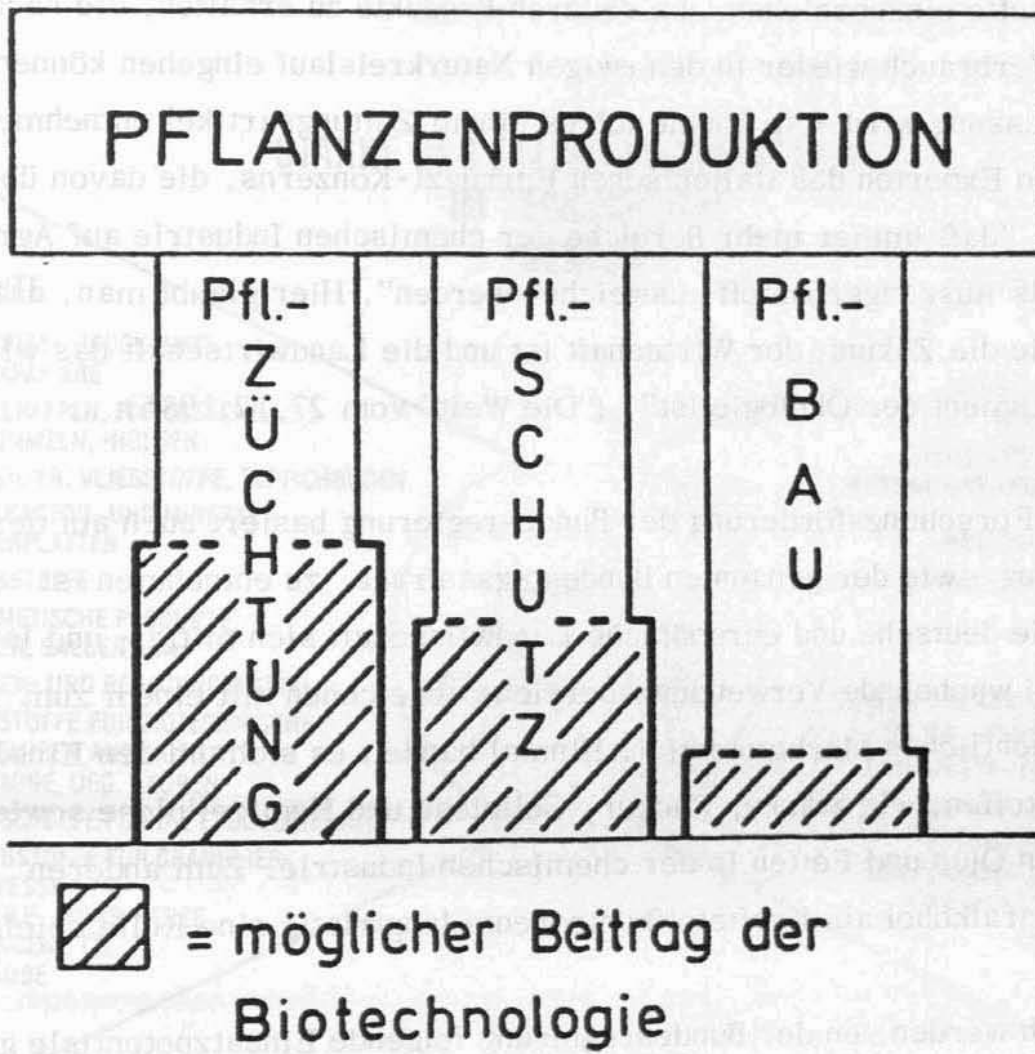
ZO 0411
1985

Abbildung 3: Biotechnologie-Potential



Quelle: unbekannt

Abbildung 6



Quelle: unbekannt

Abbildung 7

Mir erscheint es daher zwingend, zunehmend in die industrielle Fertigung Agrarrohstoffe einzubeziehen, um dadurch Produkte zu erhalten, die nach Ge- oder Verbrauch wieder in den ewigen Naturkreislauf eingehen können. Diese Auffassung wird - so konnte ich es einem Zeitungsartikel entnehmen - gestützt von Experten des italienischen Furruzzi-Konzerns, die davon überzeugt sind, "daß immer mehr Bereiche der chemischen Industrie auf Agrarprodukte als Ausgangsrohstoff ausweichen werden". Hier glaubt man, daß die Ökologie die Zukunft der Wirtschaft ist und die Landwirtschaft das wichtigste Instrument der Ökologie ist". ("Die Welt" vom 27.12.1986).

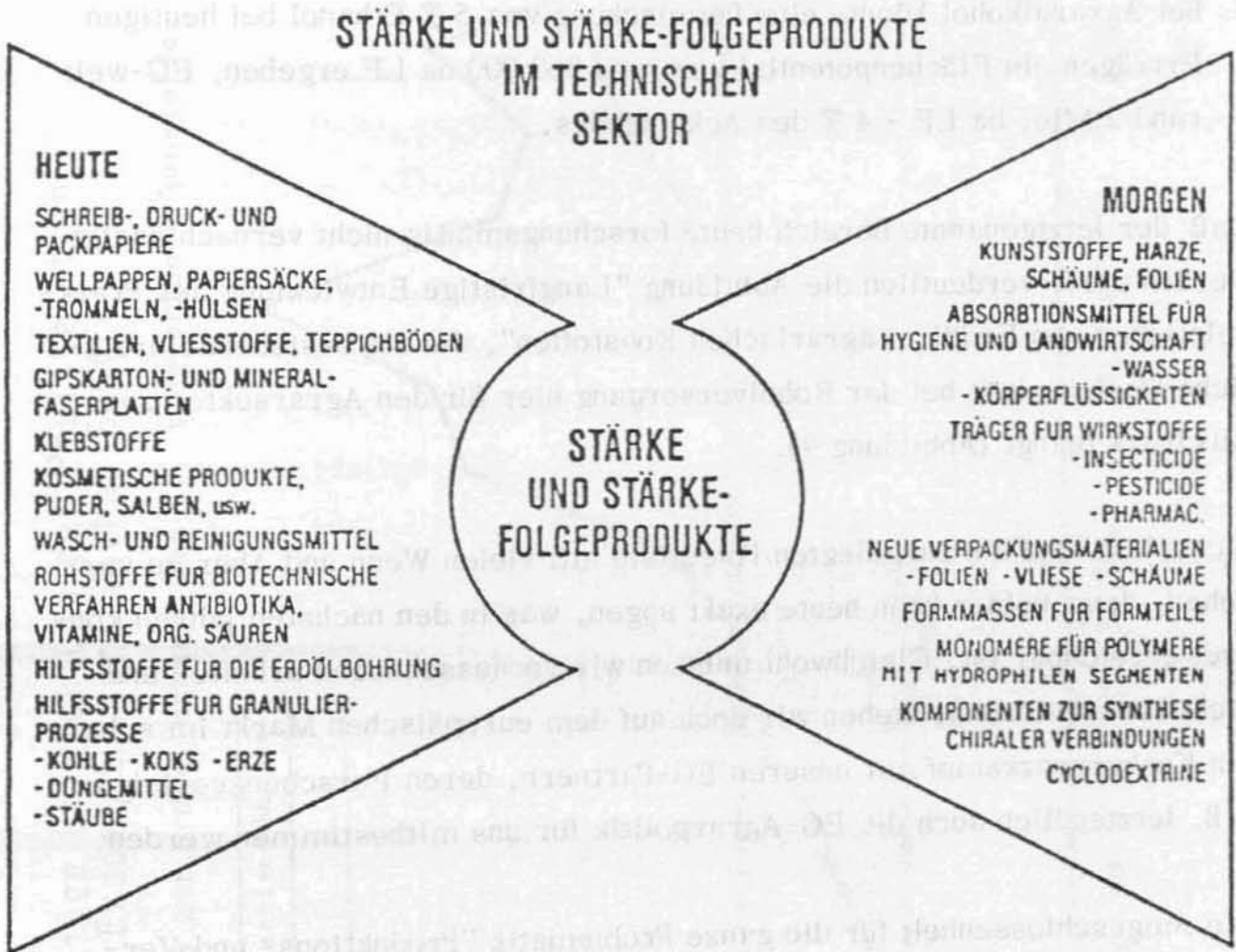
Die aktive Forschungsförderung der Bundesregierung basiert auch auf der Einschätzung - wie der genannten Bundestagsanfrage zu entnehmen ist - daß "für die deutsche und europäische Landwirtschaft sich mittel- und langfristig zwei wachsende Verwendungsbereiche abzeichnen mit einem zum Teil bereits beachtlichen Marktpotential. Einmal handelt es sich um den Einsatz von Naturstoffen, wie Stärke, Zucker, Cellulose und Hemicellulose sowie pflanzlichen Ölen und Fetten in der chemischen Industrie. Zum anderen könnte Agraralkohol als Kraftstoffkomponente langfristig eine Rolle spielen".

Als möglich werden von der Bundesregierung folgende Einsatzpotentiale gehalten:

1. Weltmarktähnliche Preise und Anwendungen neuerer Technologien vorausgesetzt

- bei Stärke rund 2,6 Mio t - bisher rund 1,2 Mio t -, was zusätzlich 380 000 ha Getreide und rund 100 000 ha Kartoffelfläche bedeutet.
- bei Zucker rund 500 000 t - bisher rund 100 000 t, was zusätzlich rund 50 000 ha Zuckerrübenfläche umfaßt.

Welche neuen Verwendungsbereiche hier gesehen werden, soll beispielhaft die Abbildung "Stärke und Stärke-Folgeprodukte im technischen Sektor" verdeutlichen (Abbildung 8).



Quelle: unbekannt

Abbildung 8

2. Bei pflanzlichen Ölen und Fetten werden rund 150 000 ha zusätzlich genannt, so es in den nächsten 5 - 10 Jahren gelingen wird, die Hälfte des deutschen Industriebedarfs aus heimischem Anbau zu decken.

3. Bei dem Faserpflanzenanbau wird unter bestimmten Voraussetzungen ein Potential von bis zu 90 000 ha Flachs gesehen.
4. Bei Agraralkohol könnte eine Beimischung von 5 % Ethanol bei heutigen Erträgen ein Flächenpotential von rund 360 000 ha LF ergeben, EG-weit rund 2 Mio. ha LF - 4 % des Ackerlandes.

Daß der letztgenannte Bereich heute forschungsmäßig nicht vernachlässigt werden darf, verdeutlicht die Abbildung "Langfristige Entwicklung der Preisrelationen von Erdöl zu agrarischen Rohstoffen", die die bestehende preisliche Unsicherheit bei der Rohölversorgung hier für den Agrarsektor zum Ausdruck bringt (Abbildung 9).

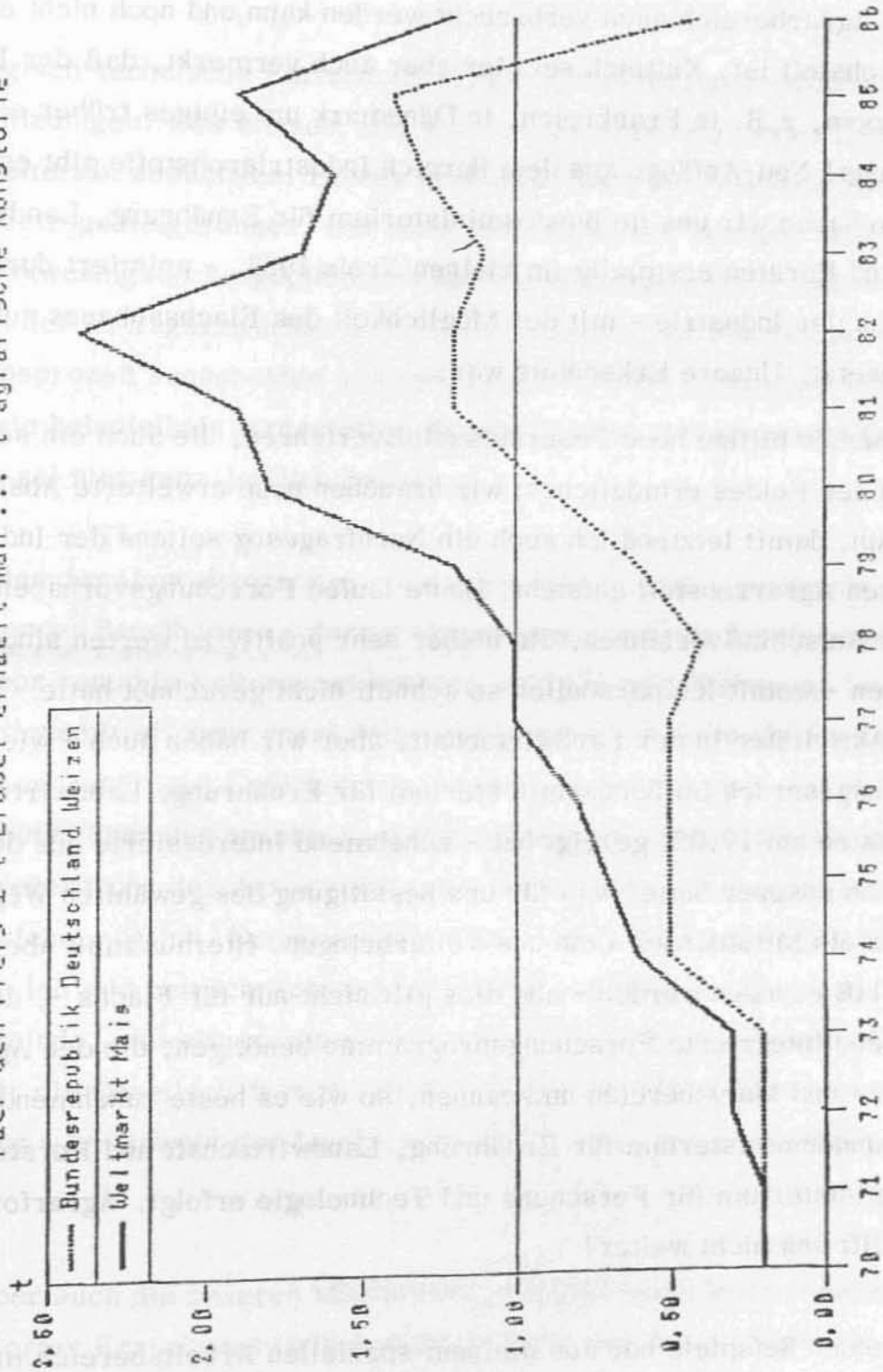
Sicherlich sind die dargelegten Potentiale mit vielen Wenn und Aber zu versehen, denn keiner kann heute exakt sagen, was in den nächsten Jahren konkret erreichbar ist. Gleichwohl müssen wir vorausschauend arbeiten und nicht konservierend, stehen wir doch auf dem europäischen Markt im scharfen Konkurrenzkampf mit unseren EG-Partnern, deren Forschungserfolge z.B. letztendlich auch die EG-Agrarpolitik für uns mitbestimmen werden.

Die Aufgeschlossenheit für die ganze Problematik "Produktions- und Verwendungsalternativen", "Nachwachsende Rohstoffe" ist in der praktischen Landwirtschaft in den letzten Jahren sehr gewachsen, zumal es noch nicht lange her ist, daß das Interesse der Praxis für diesen Bereich schnell erlahmte, wenn man nicht den "Deckungsbeitrag" nennen konnte.

Die enorme Zunahme des Körnerleguminosenanbaues bei uns verdeutlicht, wie schnell eine Kulturart heute für die Landwirtschaft Bedeutung erhalten kann und von der Praxis angenommen wird, wenn vorausschauende Forschungspolitik erfolgt und gewissermaßen durch eine konzertierte Aktion von Politik, Wissenschaft, Industrie, Züchtung, Verbände, Verwaltung und

Langfristige Entwicklung der Preisrelation von Erdoel zu agrarischen Stoffen

Fuer den Preis 1 t Erdoel erhaelt man ... t agrarische Rohstoffe



Quelle: BML (216./623)

Rb23-0018

Abbildung 9

Pionieren in der Praxis das Mögliche, das Notwendige geleistet wird. Allerdings handelt es sich bei diesem Beispiel um ein Produkt, das weitgehend im Agrarbereich auch verbraucht werden kann und noch nicht ein Industrierohstoff ist. Kritisch sei hier aber auch vermerkt, daß der Leguminosen-Boom, z.B. in Frankreich, in Dänemark um einiges früher einsetzte als bei uns! Neu-Anfänge aus dem Bereich Industrierohstoffe gibt es aber auch. So haben wir uns im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstmalig im kleinen Kreis 1983 - animiert durch Hinweise aus der Industrie - mit der Möglichkeit des Flachsangebues auseinandergesetzt. Unsere Erkenntnis war:

Wir brauchen billige neue Faseraufschlußverfahren, die auch ein schnelles Räumen des Feldes ermöglichen; wir brauchen neue erweiterte Absatzmöglichkeiten, damit letztendlich auch ein Nachfragesog seitens der Industrie auf diesen Agrarrohstoff entsteht. Heute laufen Forschungsvorhaben bezüglich der Aufschlußverfahren, die bisher sehr positiv zu werten sind, und wir haben - womit ich persönlich so schnell nicht gerechnet hatte - zahlreiche Aktivitäten in der Landwirtschaft, aber wir haben auch - wie das 2. Flachsgespräch im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten am 17.02. gezeigt hat - zunehmend Interessierte aus der Industrie an unserer Seite, was für uns Bestätigung des gewählten Weges ist, denn nur ein Miteinander kann uns weiterbringen. Hieraus muß aber auch der Schluß gezogen werden - und dies gilt nicht nur für Flachs -, daß wir zunehmend integrierte Forschungsprogramme benötigen, die den Agrar-, Gewerbe- und Marktbereich umspannen, so wie es heute zunehmend zwischen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Bundesministerium für Forschung und Technologie erfolgt. Agrarforschung allein hilft uns nicht weiter!

Diese beiden Beispiele nur aus meinem speziellen Arbeitsbereich im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten verdeutlichem, daß

der Einstieg in neue Bereiche begonnen hat, auch dank des zunehmenden Pioniergeistes in der Praxis.

Der biologisch-technische Fortschritt wird weitergehen, gegebenenfalls sich beschleunigen. Das Wissen, das Können der praktizierenden Landwirte wird weiterhin anwachsen. Dieses impliziert auch bei heutigen Standardkulturen Ertragssteigerungen, und unter Status quo-Bedingungen bedeutet es - die Notwendigkeit ausgeglichener Märkte vorausgesetzt -, daß entsprechend der Ertragszuwächse weiterhin Landwirte und Flächen aus dem Produktionsprozeß ausscheiden müssen, müßten, wenn nicht neue Möglichkeiten - wie beispielhaft dargestellt - für die Landwirtschaft geschaffen werden. Dies sei hier ganz deutlich gesagt.

Aus Gründen der Umweltvorsorge habe ich relativ früh - gekoppelt mit entsprechenden Bemühungen - darauf hingewiesen, daß die Landwirtschaft wieder mehr rentable Kulturarten braucht, und mit dem Werkzeug "moderne Produktionsmittel" sehr vorsichtig umgegangen werden muß. Heute sehe ich es mit zwiespältigen Gefühlen, wenn manche meinen, über den direkten Umweltschutz, über den agrarischen Flurwarter sei ein erheblicher Beitrag zur Neuordnung der Agrarpolitik, zur langfristigen Sicherung bäuerlicher Betriebe möglich. Demgegenüber könnte aber die Landwirtschaft - so meine ich - in beträchtlichem Umfang Rohstofflieferant für neue, noch zu entwickelnde, umweltgerechtere Technologien der Industrie sein. Hier müssen wir die Gesellschaft noch stärker aktivieren, denn durch solch eine Entwicklung wäre sowohl der Landwirtschaft als auch dem Umweltschutz gedient.

Dieses, aber auch die anderen Möglichkeiten setzen heute noch voraus, daß ein integrierter Forschungsverlauf stattfindet, in der Praxis Modellvorhaben durchgeführt werden und noch mehr Interesse bei der Industrie an unseren Agrarrohstoffen geweckt wird. Die Bundesregierung hat daher in die-

ser Richtung schon seit längerer Zeit die Forschung stark aktiviert und damit auch einen neuen agrarpolitischen Schwerpunkt gesetzt in der Überzeugung, daß dadurch mittel- und langfristig neue Märkte für Agrarrohstoffe entstehen, zur Zukunftssicherung unserer Landwirtschaft. Allerdings stehen wir hier noch an einem Anfang. Dies kann aber für die Landwirtschaft nicht heißen, abseits zu stehen, sondern sie ist aufgerufen, hier aktiv mitzugestalten durch Pioniergeist, Engagement und die Bereitschaft, mit unserer Bevölkerung über die hier zum Ausdruck kommenden Gemeinsamkeiten zu sprechen.

Wer zum Unternehmer-Seminar auf Gut Schlüterhof gekommen ist, um hier von mir zu hören: "Alternativen sind die und die Kulturarten, diese haben das und das Potential, sie bringen den und den Deckungsbeitrag", den mußte ich aus der Sache heraus enttäuschen. Ich hoffe aber, diejenigen unter Ihnen mit meiner Ausführung nicht enttäuscht zu haben, die gekommen sind, um sich über Vorlauf, Sachstand und Handlungsbedarf bei Produktions- und Verwendungsalternativen zu informieren. Allen möchte ich aber sagen: Es gilt heute und für die Zukunft, um jeden Hektar sinnvolle Produktionsmöglichkeit zur Sicherung unserer heimischen Landwirtschaft zu kämpfen. Auf dem aufgezeigten Feld liegen meiner Meinung nach hierfür Möglichkeiten; packen wir diese stärker als bisher an.

Markt- und betriebswirtschaftliche Aspekte der Produktion von Raps und Körnerleguminosen

von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Direktor des Institutes für Wirtschaftslehre des Landbaues der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan, und Dr. Alois Heißenhuber, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan.

Der Anbau von Raps und Körnerleguminosen wurde in den letzten Jahren in der Bundesrepublik stark ausgedehnt. Besonders hohe Zuwachsraten waren dabei im süddeutschen Raum zu verzeichnen.

Im vorliegenden Beitrag sollen die ökonomischen Gesichtspunkte des Anbaues von Raps und Körnerleguminosen erläutert und damit ihre einzelbetriebliche Einordnung erleichtert werden.

1. Rapsanbau

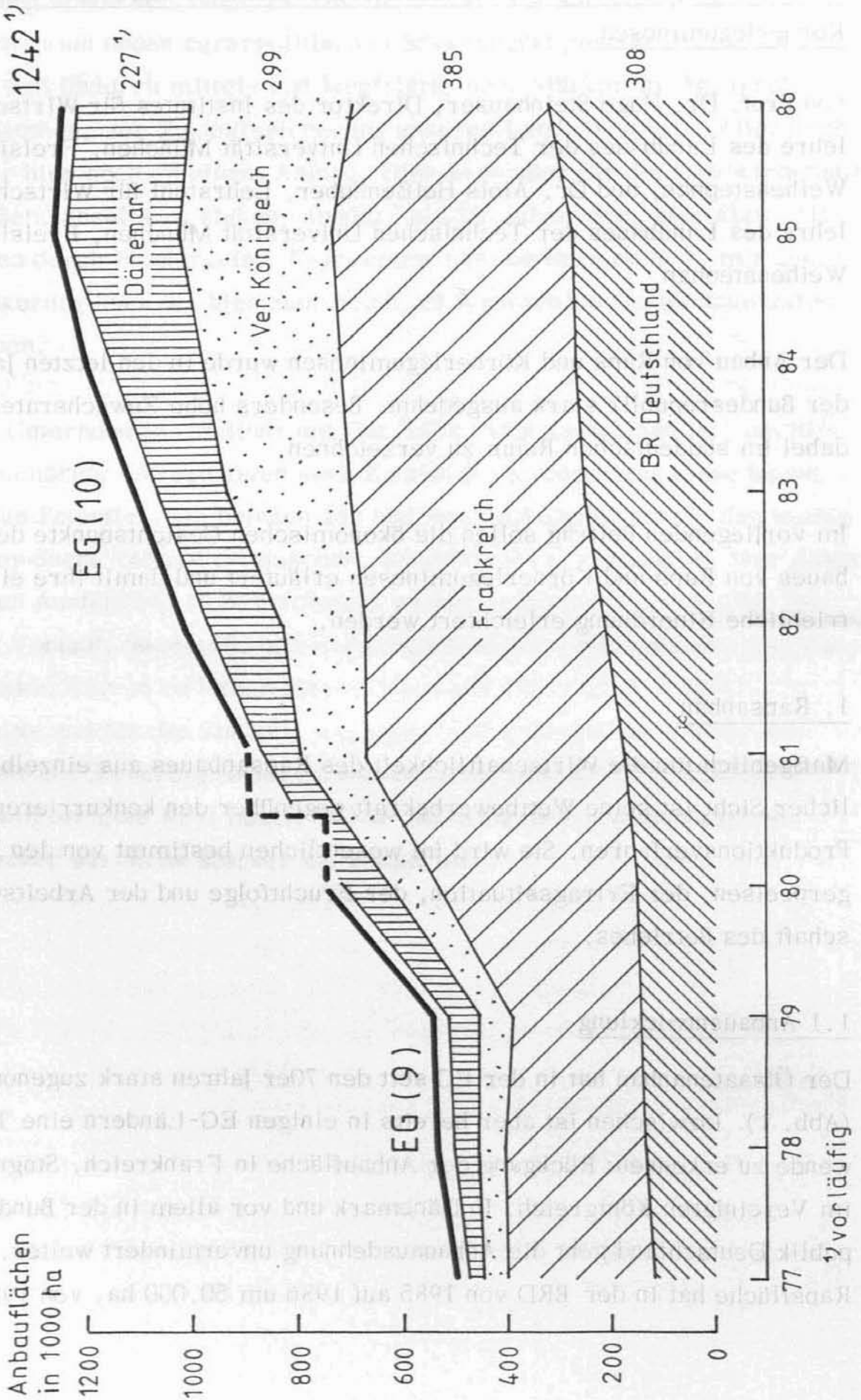
Maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit des Rapsanbaues aus einzelbetrieblicher Sicht ist seine Wettbewerbskraft gegenüber den konkurrierenden Produktionsverfahren. Sie wird im wesentlichen bestimmt von den Erzeugerpreisen, der Ertragssituation, der Fruchtfolge und der Arbeitswirtschaft des Betriebes.

1.1 Anbauentwicklung

Der Ölsaatenanbau hat in der EG seit den 70er Jahren stark zugenommen (Abb. 1). Inzwischen ist aber bereits in einigen EG-Ländern eine Trendwende zu erkennen: Rückgang der Anbaufläche in Frankreich, Stagnation im Vereinigten Königreich. In Dänemark und vor allem in der Bundesrepublik Deutschland geht die Anbauausdehnung unvermindert weiter. Die Rapsfläche hat in der BRD von 1985 auf 1986 um 50.000 ha, von 1986 auf

Abb. 1

Entwicklung der Anbauflächen für Raps und Rübsen in der EG



auf 1987 sogar um 100.000 ha zugenommen. Wie Abb. 2 zeigt, ist die Flächenzunahme in Süddeutschland besonders stark. Im Ansaatjahr 1986 stellen Bayern und Baden-Württemberg zusammen 40 % der deutschen Rapsanbaufläche. Bayern hat mit nunmehr 100.000 ha fast mit Schleswig-Holstein gleichgezogen.

1.2 Marktentwicklung

Der Selbstversorgungsgrad der EG ist derzeit bei pflanzlichen Ölen noch niedrig (60 %). Bei Rapsöl trat aber inzwischen eine Sättigung ein, die Exporte notwendig macht (Selbstversorgungsgrad 144 %). Insgesamt gesehen erzeugt die EG 20 % der Weltrapsmenge und deckt 35 % der weltweiten Nachfrage nach Rapsöl. Der Absatz von Rapsschrot ist vollständig innerhalb der EG möglich, wenn die 00-Sorten in breitem Umfang eingeführt werden.

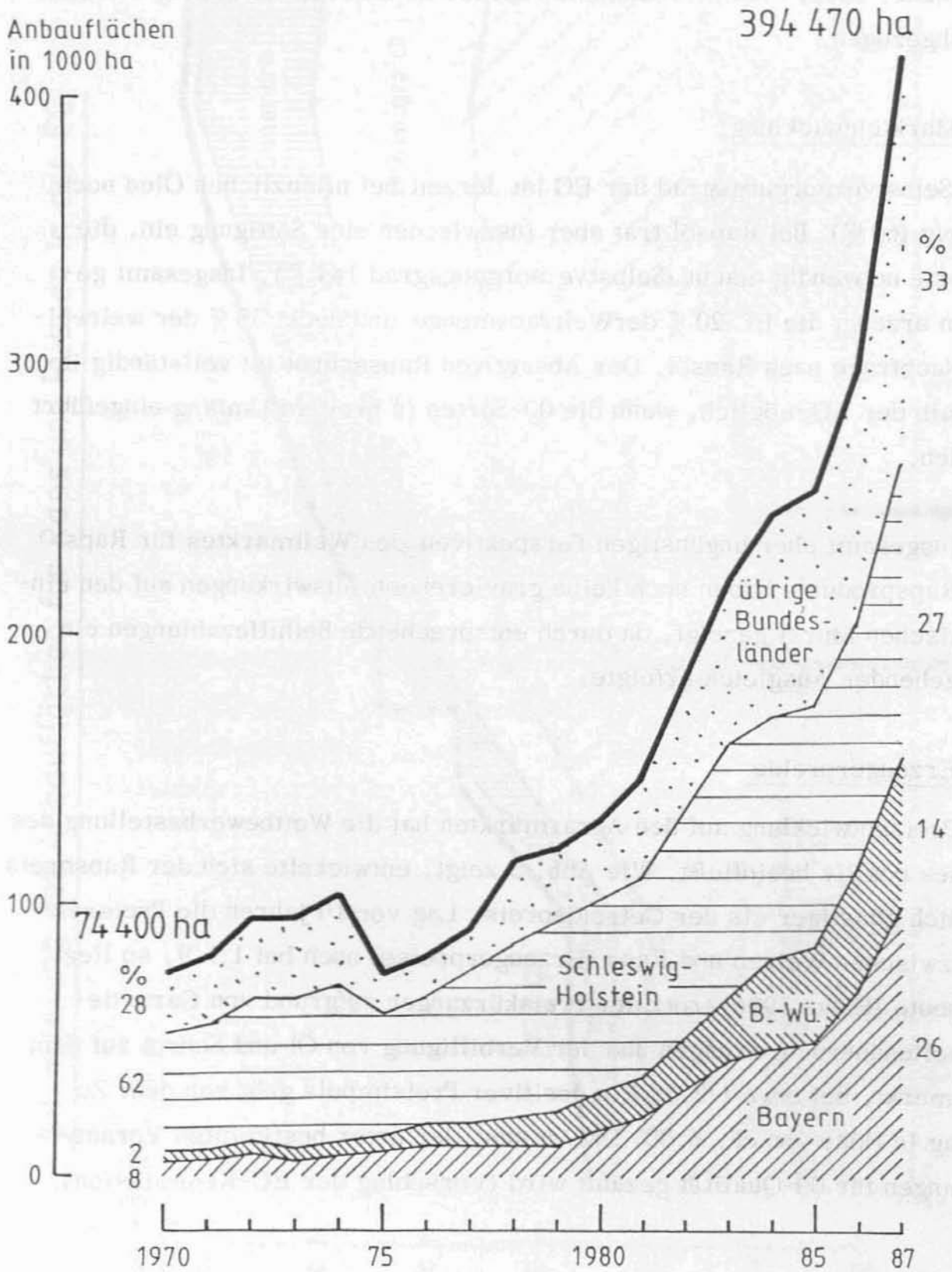
Die insgesamt eher ungünstigen Perspektiven des Weltmarktes für Raps und Rapsprodukte haben noch keine gravierenden Auswirkungen auf den einheimischen Markt gezeigt, da durch entsprechende Beihilfezahlungen ein weitgehender Ausgleich erfolgte.

1.3 Erzeugerpreise

Die Preisentwicklung auf den Agrarmärkten hat die Wettbewerbsstellung des Rapses positiv beeinflusst. Wie Abb. 3 zeigt, entwickelte sich der Rapspreis deutlich günstiger als der Getreidepreis. Lag vor 10 Jahren die Preisrelation zwischen Weizen und Raps (Erzeugerpreise) noch bei 1:1.9, so liegt sie heute (Ernte 1986) trotz der Preiskürzungen aufgrund von Garantieschwellenüberschreitungen und der Verbilligung von Öl und Schrot auf dem Weltmarkt, bei etwa 1:2.3. Ein positiver Preisimpuls geht von dem Zuschlag in Höhe von ca. 6.00 DM/dt aus, der unter bestimmten Voraussetzungen für 00-Qualität gezahlt wird (Vorschlag der EG-Kommission).

Abb.2

Entwicklung der Anbauflächen für Winterraps in der BR Deutschland



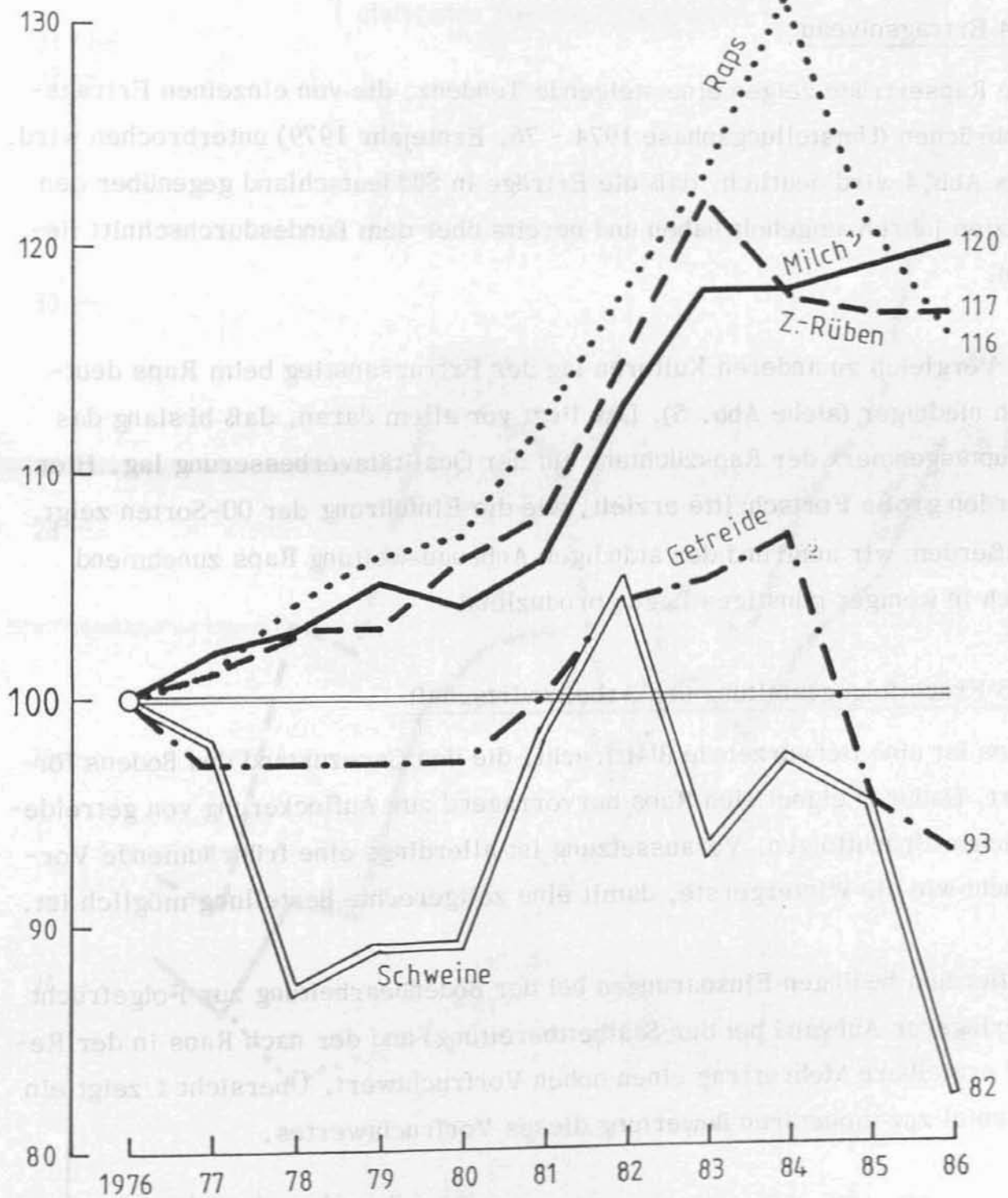
1) Aussaat 1986

Quelle : Stat. Bundesamt, Semundo Saaten

Abb. 3

Entwicklung der Preisindices ausgewählter landw. Produkte (einschl. MwSt)

der BRD 1976 = 100



¹⁾ Die ab 16.7.1977 von der Mehrzahl der milcherzeugenden Betriebe zu leistende EG - Mitverantwortungsabgabe ist abgezogen

Quelle : Stat. Bundesamt

Aufgrund der steigenden Belastung des EG-Haushaltes durch die Rapsbeihilfe (im November 1986 betrug der Stützungsaufwand der EG ca. 2000 DM/ha Raps), ist aber in Zukunft mit einer eher ungünstigen Preisentwicklung zu rechnen.

1.4 Ertragsniveau

Die Rapsenerträge zeigen eine steigende Tendenz, die von einzelnen Ertragsrückgängen (Umstellungsphase 1974 - 76, Erntejahr 1979) unterbrochen wird. Aus Abb. 4 wird deutlich, daß die Erträge in Süddeutschland gegenüber den letzten Jahren aufgeholt haben und bereits über dem Bundesdurchschnitt liegen.

Im Vergleich zu anderen Kulturen lag der Ertragsanstieg beim Raps deutlich niedriger (siehe Abb. 5). Das liegt vor allem daran, daß bislang das Hauptaugenmerk der Rapszüchtung auf der Qualitätsverbesserung lag. Hier wurden große Fortschritte erzielt, wie die Einführung der 00-Sorten zeigt. Außerdem wird aufgrund der ständigen Anbauausweitung Raps zunehmend auch in weniger günstigen Lagen produziert.

1.5 Fruchtfolgegestaltung und Arbeitswirtschaft

Raps ist eine tiefwurzelnde Blattfrucht, die den Garezustand des Bodens fördert. Dadurch eignet sich Raps hervorragend zur Auflockerung von getreidereichen Fruchtfolgen. Voraussetzung ist allerdings eine frühräumende Vorfrucht wie die Wintergerste, damit eine zeitgerechte Bestellung möglich ist.

Außerdem bedingen Einsparungen bei der Bodenbearbeitung zur Folgefrucht (geringerer Aufwand bei der Saatbettbereitung) und der nach Raps in der Regel erzielbare Mehrertrag einen hohen Vorfruchtwert. Übersicht 1 zeigt ein Beispiel zur monetären Bewertung dieses Vorfruchtwertes.

Abb. 4

Ertragsentwicklung von Wintererbsen in Bayern,
der BRD u. Schleswig-Holstein

(gleitender 3-jähr. Durchschnitt)

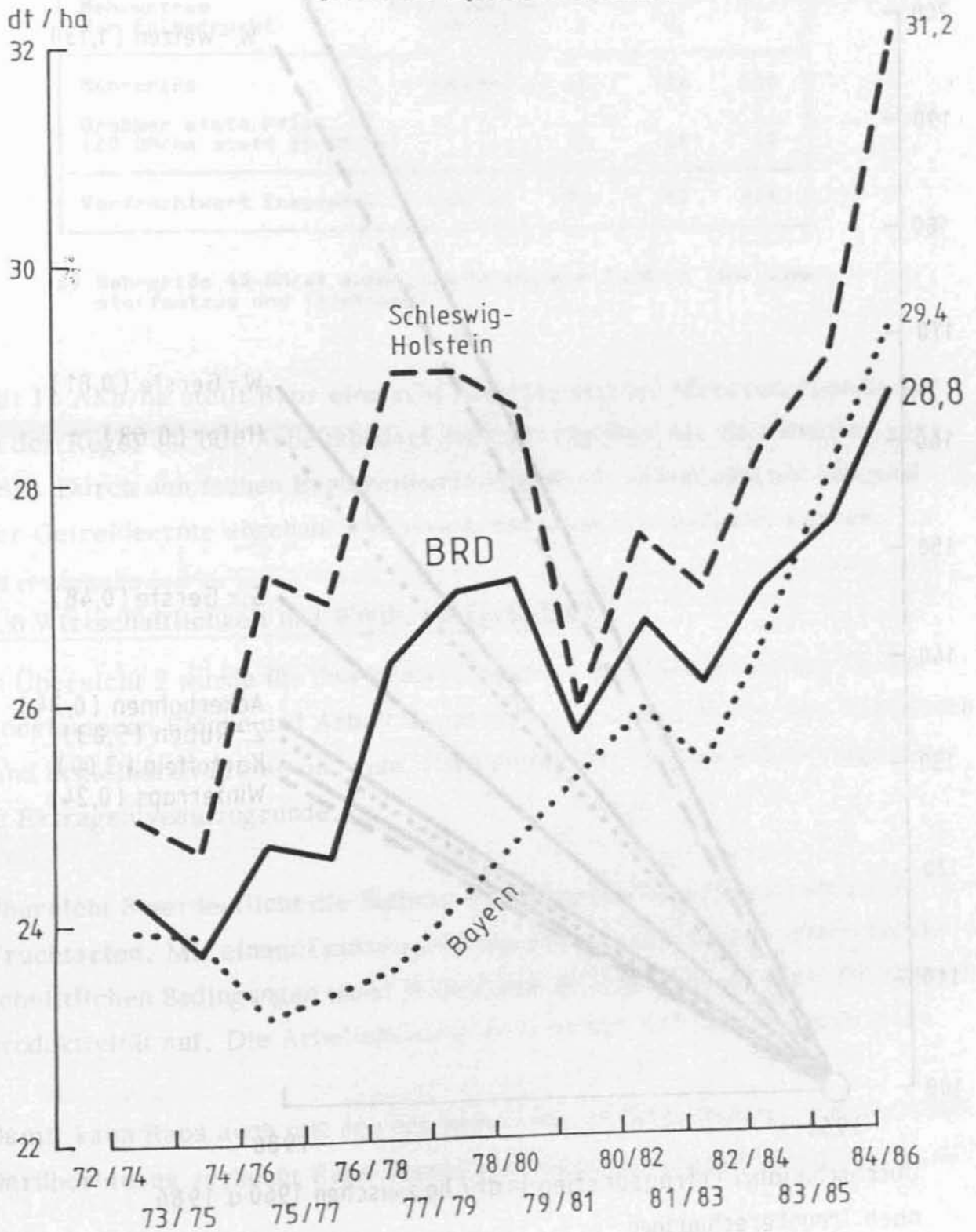
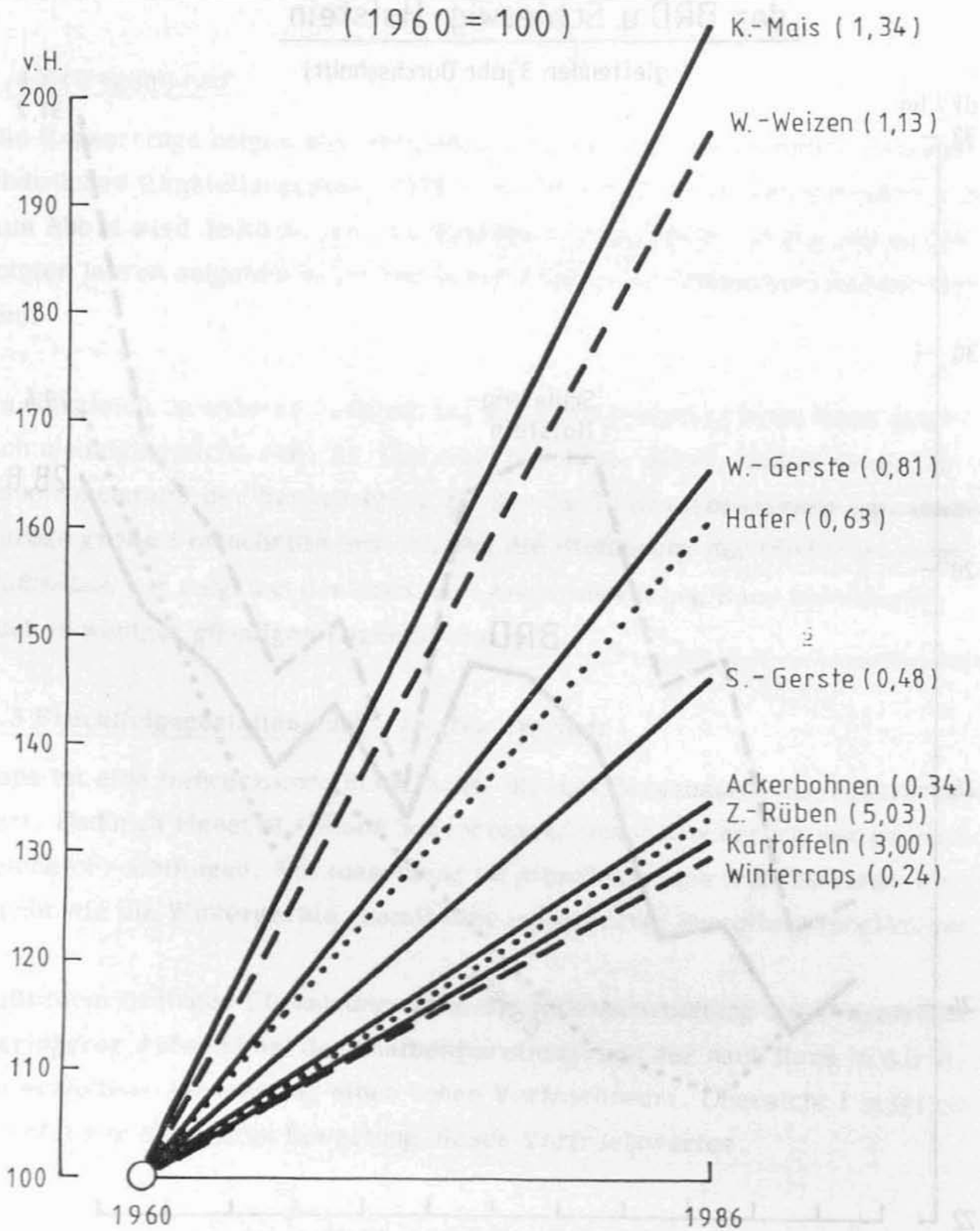


Abb.5
Ertragsentwicklung ausgewählter Ackerfrüchte nach
linearer Trendberechnung in der BRD



Durchschn.jährl. Ertragsanstieg in dt / ha zwischen 1960 u. 1986
nach Trendberechnungen

Übersicht 1: Kalkulationsbeispiel zum Vorfruchtwert von Wintereraps

Mehrertrag der Folgefrucht	Winterweizen (dt/ha)	1	3	5
Mehrerlös (DM/ha) 1)		36	108	180
Grubber statt Pflug (20 DM/ha statt 55 DM/ha)		35	35	35
Vorfruchtwert insgesamt (DM/ha)		71	143	215

1) Mehrerlös 43 DM/dt abzüglich Mehrkosten 7 DM/dt (für Nährstoffentzug und Trocknung)

Mit 11 AKh/ha stellt Raps eine sehr arbeitsexensive Mähdruschfrucht dar. In der Regel ist der Arbeitsbedarf auch günstig über die Zeit spannen verteilt. Durch den frühen Erntezeitpunkt können oft Arbeitsspitzen während der Getreideernte abgebaut und Maschinen besser ausgelastet werden.

1.6 Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsstellung

In Übersicht 2 wurde für den Wintererapsanbau die Verwertung der Produktionsfaktoren Fläche und Arbeit dargestellt. Es liegen die derzeit Süddeutschland erzielbaren Preise und vom Trendertrag der BR Deutschland abgeleitete Ertragsniveau zugrunde.

Übersicht 3 verdeutlicht die Stellung von Raps im Vergleich zu anderen Fruchtarten. Mit einem Deckungsbeitrag von ca. 1400 DM/ha unter durchschnittlichen Bedingungen weist Wintereraps eine mittlere bis gute Flächenproduktivität auf. Die Arbeitsproduktivität ist mit 132 DM/AKh sehr hoch.

Damit kann Raps auch mit den ertragsstärkeren Getreidearten konkurrieren. Darüberhinaus verbucht Raps Vorteile hinsichtlich Fruchtfolgegestaltung und

Übersicht 2: Deckungsbeiträge im Winterrapsanbau

Ertragsniveau (dt/ha) 1)	22	28	34
Marktleistung (DM/ha)	2 234	2 856	3 468
Prop. Spezialkosten (DM/ha)			
Saatgut	59	59	59
Düngung	397	476	541
Pflanzenschutz	132	204	276
Hagelversicherung	61	77	92
Trocknung	131	164	197
Eigene Maschinen	120	139	157
Lohndrusch	240	240	240
Zinsansatz	44	51	57
Insgesamt	1184	1410	1619
Deckungsbeitrag (DM/ha)	1050	1446	1849
Arbeitszeitbedarf (AKh/ha)	10	10,5	11
Deckungsbeitrag (DM/AKh)	105	138	168
Vorfruchtwert		gut	

1) Trendertrag der BR Deutschland und um 20% erhöhtes bzw. erniedrigtes Niveau

Vorfruchtwert. Unter günstigen Ertragsbedingungen konkurriert Raps auch mit Körnermais und B-Rüben.

Überlegen hinsichtlich des Deckungsbeitrags sind nur die Verfahren der Tierproduktion und der Zuckerrübenanbau (A-Quote).

Je mehr die Arbeitskapazität zum begrenzenden Faktor wird, desto wettbewerbsstärker wird tendenziell der arbeitsproduktive Rapsanbau. Dies führt

Übersicht 3: Wettbewerbsvergleich

Produktionsverfahren	Ertrag dt/ha bzw. St./ha	Preis DM/dt bzw. DM/kg	Deckungsbeitrag DM/ha	DM/AKh
Winterweizen	60	43	1 296	118
Wintergerste	55	42	1 102	110
S.Gerste (Braugerste)	41	46/42	878	88
Hafer	44	40	759	72
	22	102	1 050	105
Winterraps	28	102	1 446	138
	34	102	1 849	168
Ackerbohnen	35	74	1 399	127
Körnermais	68	49	1 330	133
Zuckerrüben B-Quote	513	8	1 925	40
Silomais/Bullenmast	5,5 Bullen/ha	4,10	1 821	28
CCM/Schweinemast	32,6 Schweine/ha	3,00	1 898	28

dazu, daß Raps in größeren Ackerbaubetrieben und in arbeitsknappen Nebenerwerbsbetrieben häufig das tragende Glied in der Fruchtfolge ist, wodurch meist eine starke Vereinfachung der Betriebsorganisation erreicht werden kann. Für kleinbäuerliche Betriebe ist Raps in der Regel nur dann zu empfehlen, wenn er nachhaltig überdurchschnittlich hohe Erträge bringt, weil hier flächenproduktive Kulturen und vor allem Feldfutterbau mit Verwertung über die Rindviehhaltung relativ wettbewerbsstark sind.

2. Körnerleguminosen

Weltweit haben Körnerleguminosen als pflanzliche Eiweißträger eine große Bedeutung. In Ländern der dritten Welt dienen sie vor allem für die menschliche Ernährung.

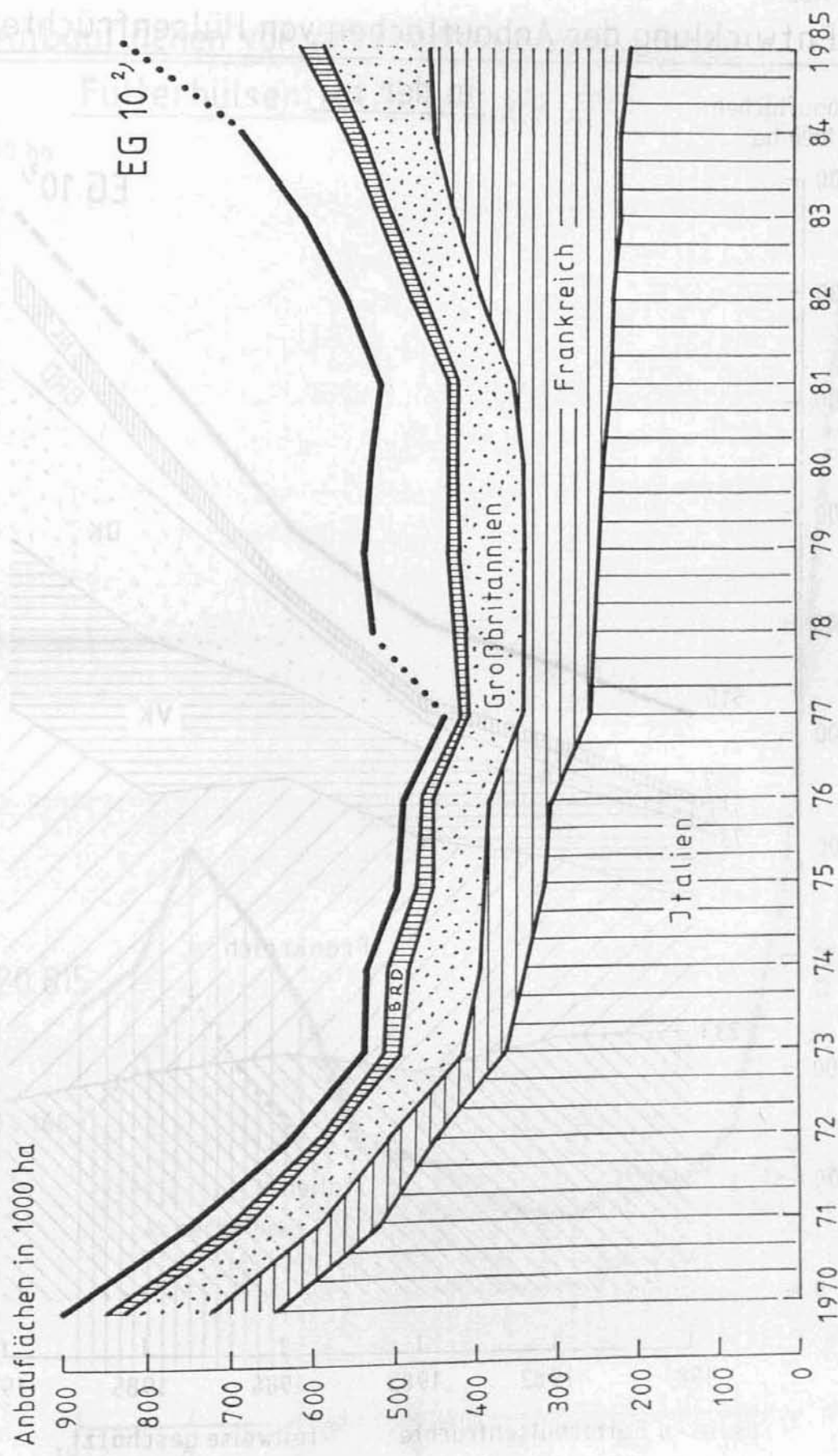
In Europa, wo pflanzliches Eiweiß hauptsächlich in der Tierernährung Verwendung findet, werden vor allem die beiden Vertreter Ackerbohnen und Erbsen produziert. Ihr Anbau wird seit 1978 in der EG durch eine Beihilfe gefördert. Ziel war die Senkung des Importbedarfs für Eiweißfuttermittel. Neuerdings spielt dabei auch der Aspekt der Verringerung der Getreideanbaufläche eine Rolle.

2.1 Anbauflächenentwicklung

Die Einführung der Beihilfe hatte in der EG erst seit 1981 ein deutliches Ansteigen der Anbaufläche für Körnerleguminosen zur Folge (Abb. 6 und 7). In der Bundesrepublik Deutschland reduzierte sich die Anbaufläche für Körnerleguminosen (Ackerbohnen und Erbsen) trotz Beihilfe bis 1981 auf einen absoluten Tiefstand. Erst Vereinfachungen bei der Beihilferegulung und die Möglichkeit der Verfütterung im eigenen Betrieb führten in der BR Deutschland ab 1984 zu einer drastischen Anbauausweitung (Abb. 8 und 9). Im einzelnen ist dabei auf folgende Punkte hinzuweisen:

- Anbauschwerpunkte für Körnerleguminosen sind Niedersachsen (Erbsen), Bayern (Ackerbohnen) und Baden Württemberg (Erbsen) (Abb. 9).
- Die meisten Ackerbohnen wurden 1986 in Bayern (9945 ha) angebaut am meisten Erbsen in Baden-Württemberg (12016 ha) und die größte Körnerleguminosen-Gesamtfläche besitzt Niedersachsen (18928 ha).
- Von ca. 10.000 ha (1981) stieg die Anbaufläche für Körnerleguminosen auf fast 65.000 ha (1986) an.
- Die Ackerbohnenfläche stieg von ca. 14.000 ha (1985) auf fast 28.000 ha (1986).
- Die Erbsenfläche wurde von ca. 15.000 ha (1985) auf über 37.000 ha (1986) ausgedehnt.

Abbildung 6
Entwicklung der Anbauflächen von Hülsenfrüchten¹⁾ in der EG

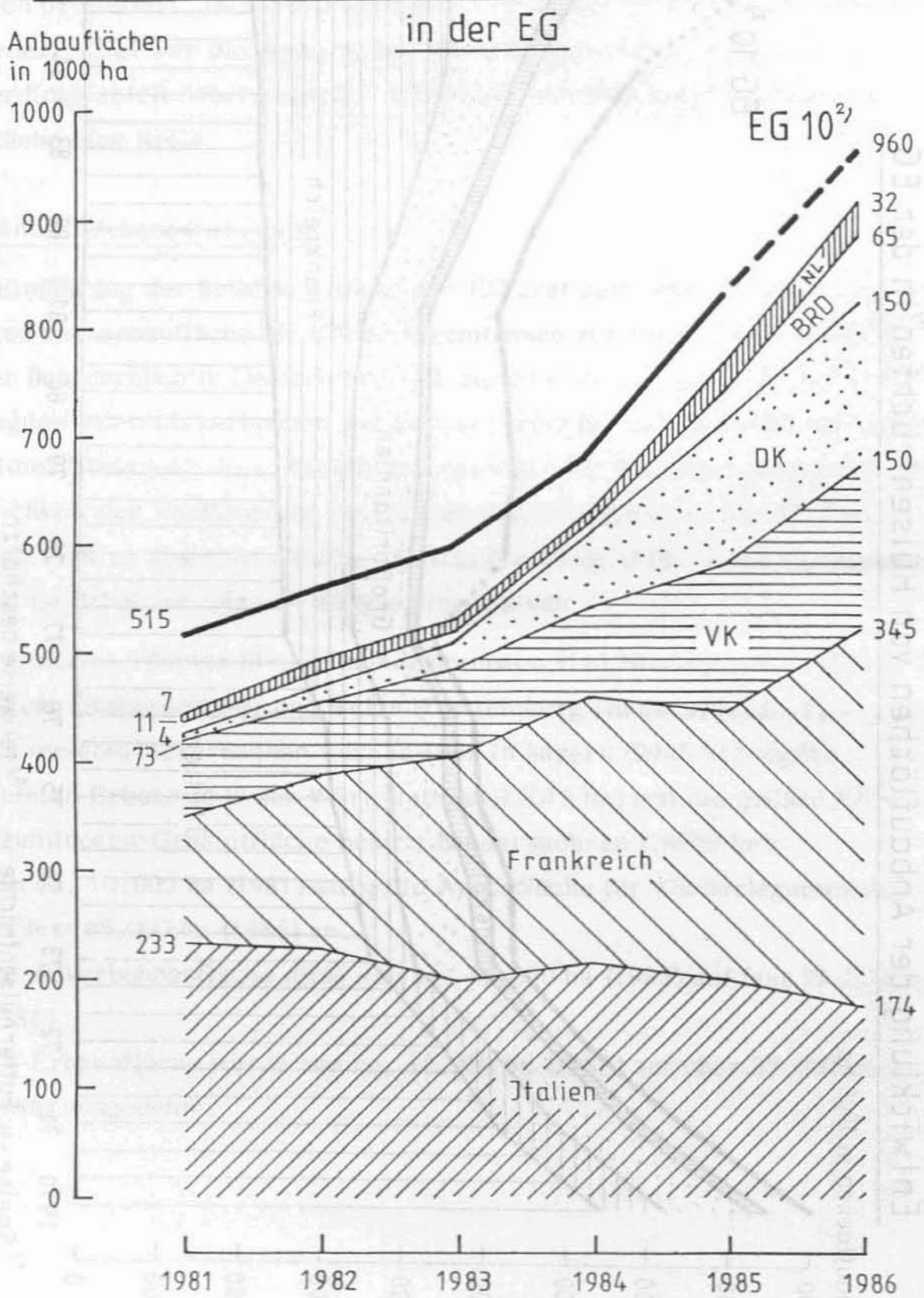


¹⁾ Speise- u. Futterhülsenfrüchte ²⁾ teilweise geschätzt

Quelle: EUROSTAT

Abb.7

Entwicklung der Anbauflächen von Hülsenfrüchten¹⁾



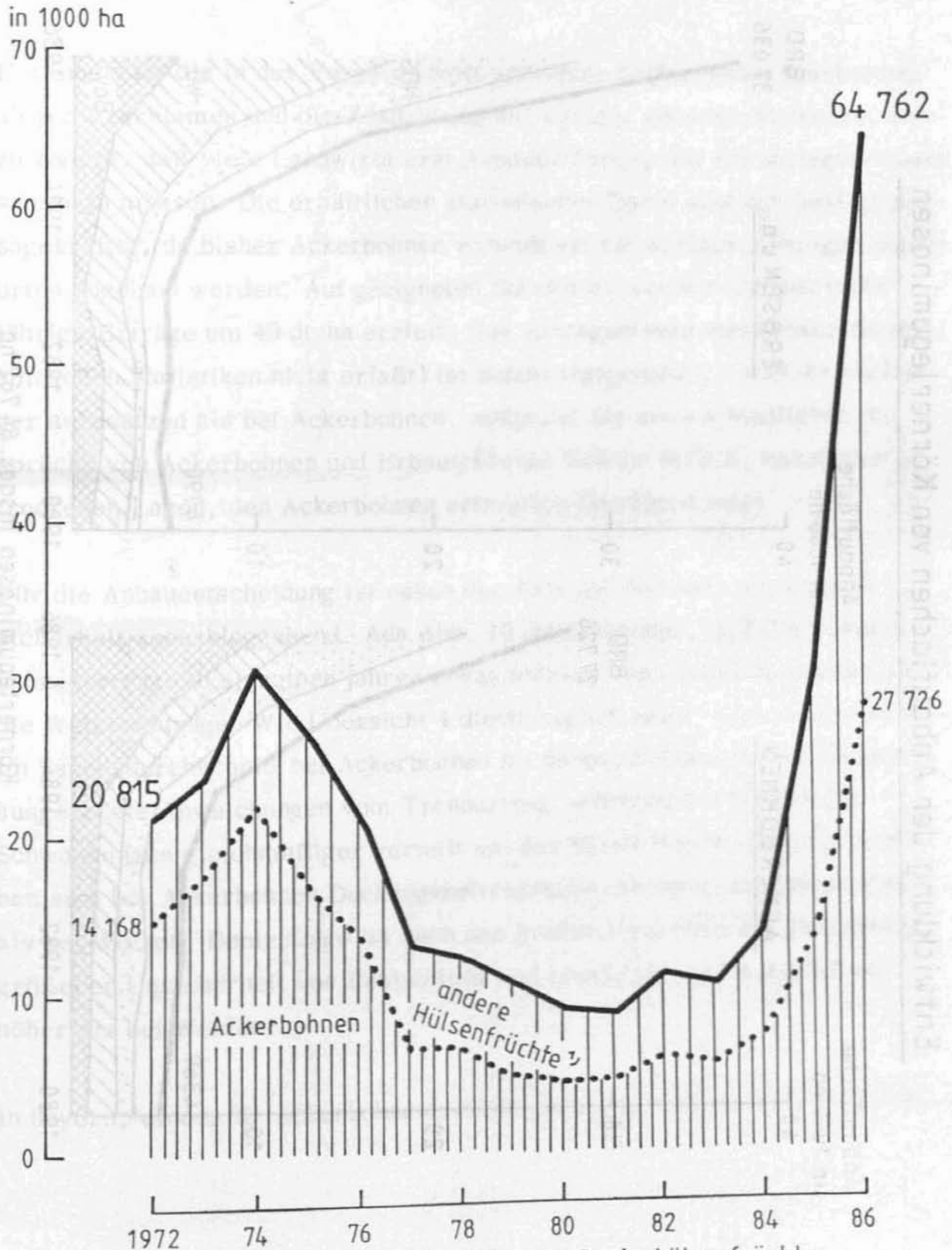
¹⁾ Speise - u. Futterhülsenfrüchte

²⁾ teilweise geschätzt

Quelle : EUROSTAT

Abb. 8

Anbauflächen von Ackerbohnen und anderen Futterhülsenfrüchten in der BRD

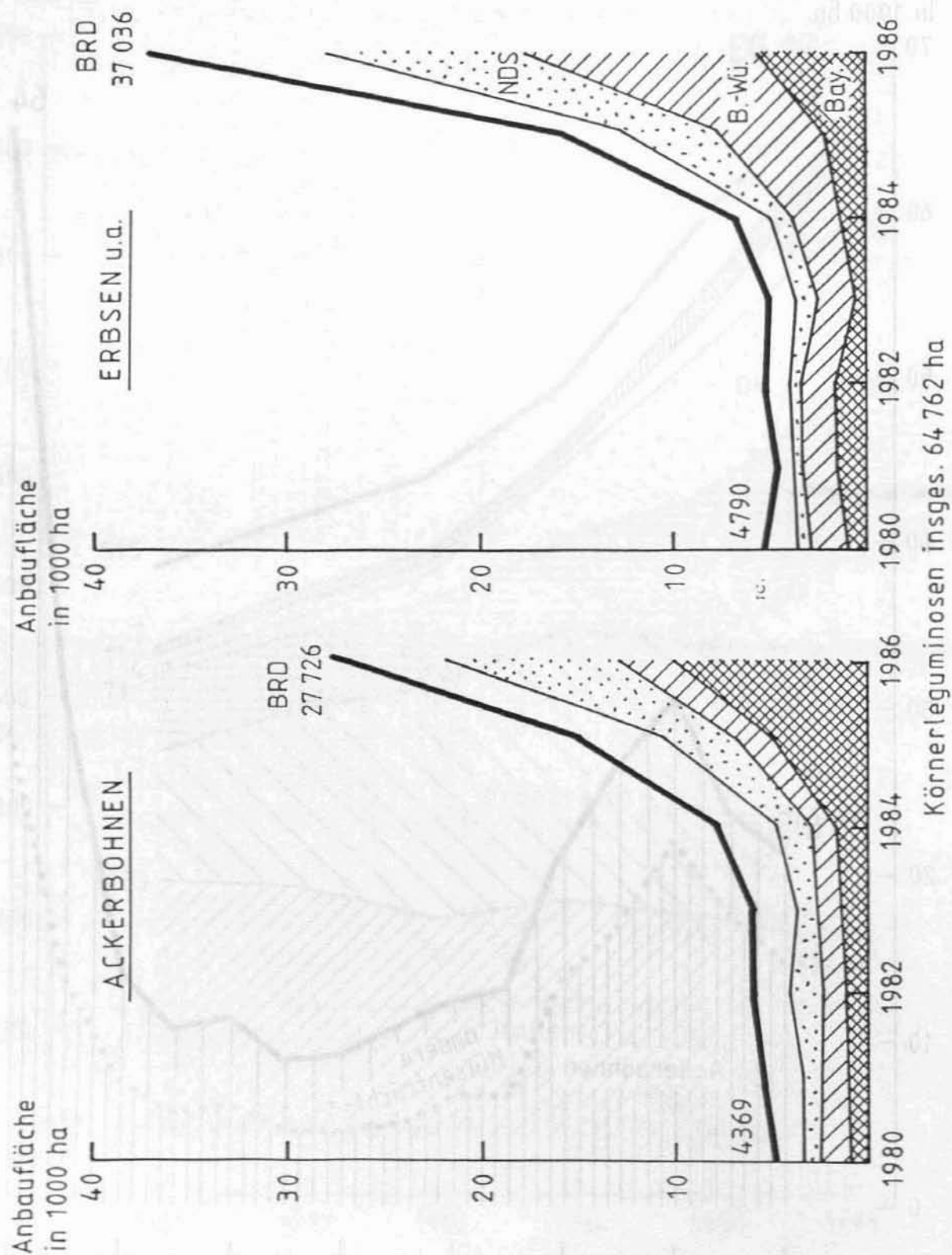


¹⁾ Hülsenfrüchte insg. abzügl. Ackerbohnen u. Speisehülsenfrüchte

Quelle: Stat. Bundesamt

Entwicklung der Anbauflächen von Körnerleguminosen

Abb. 9



2.2 Ertragsentwicklung

Allgemein zählen Körnerleguminosen zu den ertragsschwächsten Mähdruschfrüchten. Die Hektarerträge stiegen wesentlich langsamer als bei Getreide (Abb. 10).

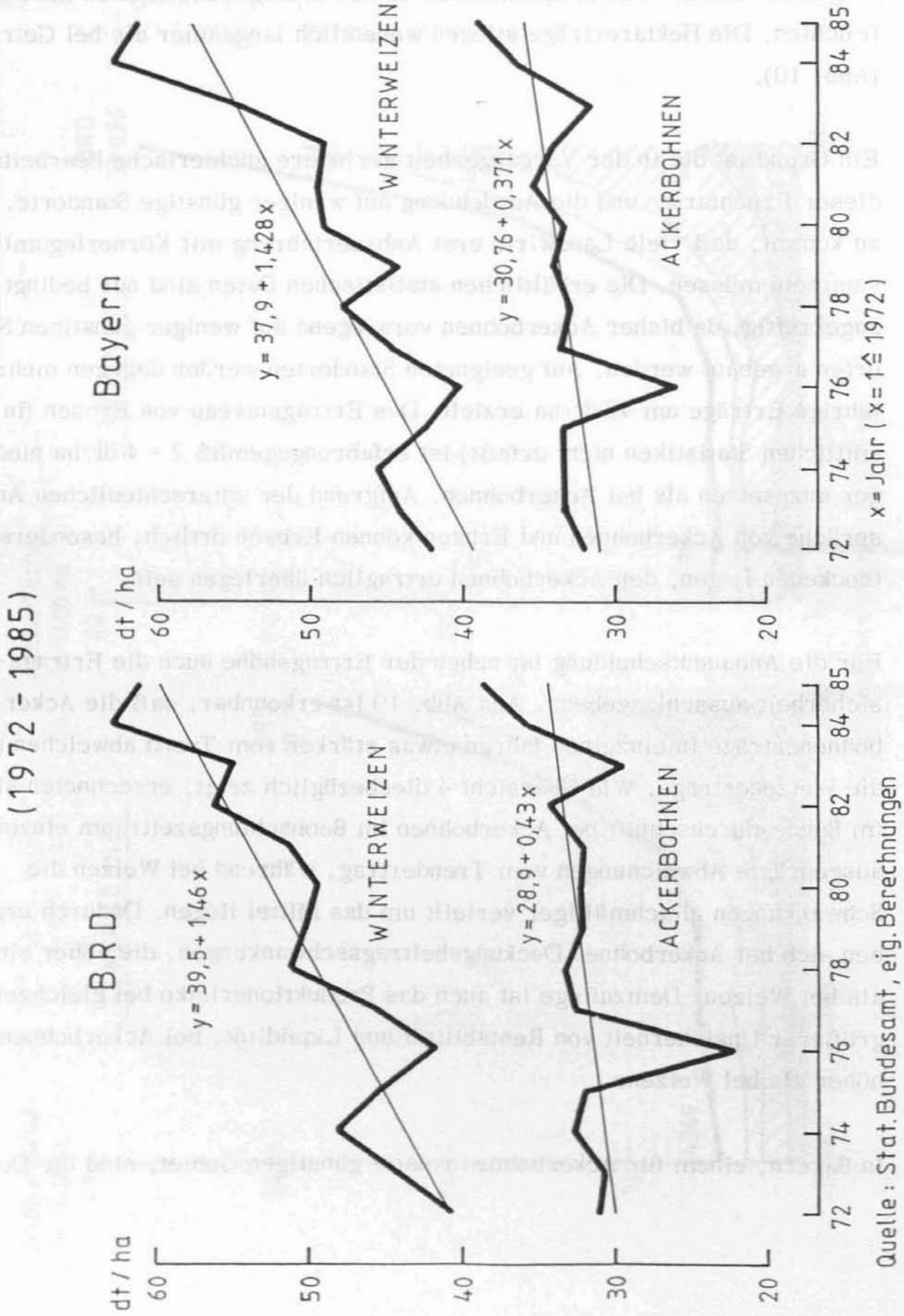
Ein Grund ist die in der Vergangenheit geringere züchterische Bearbeitung dieser Fruchtarten und die Ausdehnung auf weniger günstige Standorte. Hinzu kommt, daß viele Landwirte erst Anbauerfahrung mit Körnerleguminosen sammeln müssen. Die erhältlichen statistischen Daten sind nur bedingt aussagekräftig, da bisher Ackerbohnen vorwiegend auf weniger günstigen Standorten angebaut werden. Auf geeigneten Standorten werden dagegen mehrjährige Erträge um 40 dt/ha erzielt. Das Ertragsniveau von Erbsen (In den amtlichen Statistiken nicht erfaßt) ist erfahrungsgemäß 2 - 4 dt/ha niedriger anzusetzen als bei Ackerbohnen. Aufgrund der unterschiedlichen Ansprüche von Ackerbohnen und Erbsen können Erbsen örtlich, besonders in trockenen Lagen, den Ackerbohnen ertraglich überlegen sein.

Für die Anbauentscheidung ist neben der Ertragshöhe auch die Ertragsicherheit ausschlaggebend. Aus Abb. 10 ist erkennbar, daß die Ackerbohnenenerträge in einzelnen Jahren etwas stärker vom Trend abweichen als die Weizenerträge. Wie Übersicht 4 diesbezüglich zeigt, errechneten sich im Bundesdurchschnitt bei Ackerbohnen im Beobachtungszeitraum einzelne ausgeprägte Abweichungen vom Trendertrag, während bei Weizen die Schwankungen gleichmäßiger verteilt um das Mittel liegen. Dadurch ergeben sich bei Ackerbohnen Deckungsbeitragsschwankungen, die höher sind als bei Weizen. Demzufolge ist auch das Produktionsrisiko bei gleichzeitig größerer Unsicherheit von Rentabilität und Liquidität, bei Ackerbohnen höher als bei Weizen.

In Bayern, einem für Ackerbohnen relativ günstigen Gebiet, sind die Deckungs-

Abb. 10

Ertragsentwicklung von Winterweizen und Ackerbohnen in der BRD und in Bayern



Übersicht 4: Ertragsabweichungen und ihre Auswirkungen auf den Deckungsbeitrag bei Ackerbohnen und Winterweizen

FRUCHTART	TREND- ERTRAG 1986 dt/ha	ERTRAGSABWEICHUNGEN 1) positive Anzahl dt/ha	negative Anzahl dt/ha	AUSGANGS- DECKUNGS- BEITRAG 2) DM/ha	ABWEICHUNGEN IM DECKUNGS- BEITRAG 3) positive DM/ha	negative DM/ha	% %	%	
Bundesrepublik									
Ackerbohnen	34.9	7	1.61	2.92	1247	107	8.6	154	15.6
Winterweizen	59.9	7	2.21	2.21	1447	91	6.3	51	6.3
Bayern									
Ackerbohnen	36.0	3	1.38	2.07	1332	91	6.8	137	10.3
Winterweizen	57.9	7	3.45	2.96	1357	141	10.4	121	8.9

1) durchschnittliche Abweichung der beobachteten Erträge vom jeweiligen Trendertrag
 2) bezogen auf den Trendertrag 1986
 3) bezogen auf den Ausgangsdeckungsbeitrag

beitragsschwankungen von Ackerbohnen und Weizen in etwa gleich groß. Somit ist in diesem Raum, von extremen Trockenjahren abgesehen, bei den Ackerbohnen kein höheres Produktionsrisiko zu verzeichnen.

2.3 Marktsituation

Anfang der 60er Jahre führten einige EG-Länder (Frankreich, Vereinigtes Königreich, Dänemark) wegen der großen Eiweißimportabhängigkeit auf nationaler Ebene eine Förderung für den Körnerleguminosenanbau ein. Durch eine EG-Verordnung wurde 1978 eine EG-einheitliche Förderung beschlossen.

Erst die Novellierung der Beihilferegulung 1984 führte zu einer deutlichen Verbesserung der Absatzsituation. Zuvor waren nur wenige Landhändler bereit, Körnerleguminosen anzunehmen. Darüberhinaus ist nun auch die Verfütterung im eigenen Betrieb beihilfefähig, wenn der Betrieb Mitglied einer zugelassenen Organisation (Erzeugergemeinschaft) ist. Voraussetzung für die Gründung einer Erzeugergemeinschaft sind:

- Mindestverarbeitungs menge 150 t/Jahr (entspricht ca. 45 ha).
- Mindestens 30 Körnerleguminosenanbauer.
- Jedes Mitglied muß über einen Viehbestand verfügen, der die Verwertung der produzierten Menge rechtfertigt.

Die Beihilfe wird an die Organisation gezahlt, die sie an die Mitglieder weiterleitet. Durch Denaturierung des Ertragsgutes kann die Beihilfezahlung auch für die gesamte Erntemenge auf einmal erfolgen.

2.4 Wirtschaftlichkeit

Die Möglichkeiten, Körnerleguminosen zu verwerten oder zu vermarkten sind Saatguterzeugung, Verkauf zum EG-Mindestpreis (1986/87: 77,16 DM/dt Erbsen, 74,44 DM/dt Ackerbohnen, einschließl. MWST) und die Verfütterung im eignen Betrieb (mit bzw. ohne Beihilfe).

In Übersicht 5 ist am Beispiel von Futtererbsen dargestellt, wie der innerbetriebliche Wert (Substitutionswert) von den Zukaufspreisen für Getreide und Sojaschrot abhängt.

Übersicht 5: Substitutionswerte von Futtererbsen in Abhängigkeit der Preise für Sojaschrot und Getreide

100 kg Erbsen ersetzen 32,6 kg Sojaschrot und 66,8 kg Weizen 1)

Weizen (DM/dt)	Sojaschrot (DM/dt)			
	50	70	90	110
40	43	50	56	63
45	46	53	59	66
50	50	56	63	69
55	53	60	66	73

1) In der Schweinemast auf der Basis der Qualitätsmerkmale Energiegehalt (GN) und verdauliches Rohprotein

Quelle: Steinberger, H.: Körnerleguminosen-Erzeugung, Verwertung, Wirtschaftlichkeit. KTBL-Schrift 297

Wie die Deckungsbeiträge in den Übersichten 6 und 7 zeigen, ist es unter den derzeitigen Preisverhältnissen wirtschaftlich nicht sinnvoll, Ackerbohnen und Erbsen ohne Unanspruchnahme der Beihilfe innerbetrieblich zu verwerten.

Bei der innerbetrieblichen Verwertung mit Inanspruchnahme der Beihilfe und dem Verkauf zum EG-Mindestpreis lassen sich mit Körnerleguminosen wettbewerbsfähige Deckungsbeiträge erzielen. Außerdem sind die günstigen Fruchtfolgewirkungen zu berücksichtigen. Durch höhere Erträge bei der Folgefrucht ergibt sich nach verschiedenen Untersuchungen ein Vorfruchtwert von bis zu 400 DM/ha. Im Durchschnitt dürfte er mit ca. 150 DM/ha anzusetzen sein (vgl. Übersicht 8).

Übersicht 6: Deckungsbeiträge, Faktoransprüche und Faktoralieferungen von Ackerbohnen

Bezeichnung	Einheit	Verkauf z. Mindestpreis	Verfütterung ohne Beihilfe	Verkauf z. Mindestpreis	Verfütterung mit Beihilfe
Ertragsniveau	dt/ha	35	35	45	45
Preis	DM/dt	74,93	48,65 ¹⁾	74,93	48,65 ¹⁾
Prop. Marktleistung bzw. Substitutionswert	DM/ha	2623	1703	3372	2189
Beihilfe 2)	DM/ha	-	-	-	1620
Erlös aus Ackerbohnen	DM/ha	2623	1703	3372	2189
Prop. Spezialkosten	DM/ha	1368	1307	1556	1758
Deckungsbeitrag	DM/ha	1255	396	1716	2051
Faktoransprüche Arbeitszeitbedarf	AKh/ha	10 - 11			10 - 12
Faktorlieferung Vorfruchtwert	DM/ha	0 - 400			0 - 400

1) Bewertung mit dem Substitutionswert: 100 kg Ackerbohnen ersetzen 47,3 kg Sojaschrot und 50,3 kg Getreide; 55 DM/dt Sojaschrot; 45 DM/dt Getreide;

2) Angenommene Beihilfe 36 DM/dt (September 1985)

Übersicht 7: Deckungsbeiträge, Faktoransprüche und Faktorilieferungen von Körnererbsen

Bezeichnung	Einheit	Verkauf z. Mindestpreis	Verfütterung ohne Beihilfe	Verfütterung mit Beihilfe	Verkauf z. Mindestpreis	Verfütterung ohne Beihilfe	Verfütterung mit Beihilfe
Ertragsniveau	dt/ha	35	35	35	45	45	45
Preis	DM/dt	77,65	47,59 ¹⁾	47,59	77,65	47,59	47,59 ¹⁾
Prop. Marktleistung bzw. Substitutionswert	DM/ha	2718	1666	1666	3494	2142	2142
Beihilfe 2)	DM/ha	-	-	1260	-	-	1620
Erlös aus Körnererbsen	DM/ha	2718	1666	2926	3494	2142	3762
Prop. Spezialkosten	DM/ha	1589	1528	1677	1777	1698	1850
Deckungsbeitrag	DM/ha	1129	138	1249	1717	444	1872
Faktoransprüche Arbeitszeitbedarf	Ak/ha	10 - 11				10 12	
Faktorlieferung Vorfruchtwert	DM/ha	0 - 400				0 400	

1) Bewertung mit dem Substitutionswert: 100 kg Körnererbsen ersetzen 32,6 kg Sojaschrot und 66,8 kg Getreide; 55 DM/dt Sojaschrot, 45 DM/dt Getreide

2) Angenommene Beihilfe 36 DM/dt (September 1986)

Übersicht 8: Kalkulationsbeispiel zum Vorfruchtwert von Körnerleguminosen

Mehrertrag der Folgefrucht	Winterweizen (dt/ha)	2 4 8		
		Mehrerlös (DM/ha) 1)	72	146
Einsparung an N-Dünger (DM/ha) 2)		60	60	60
Reduzierter Bodenbearb.-Aufwand (DM/ha) 3)		20	20	20
Vorfruchtwert (DM/ha)		152	224	368

- 1) Mehrerlös 43 DM/dt abzüglich 7 DM/dt an Mehrkosten für Nährstoffentzug und Trocknung
- 2) 1,20 DM/kg N; 50 kg N/ha
- 3) Ein Bearbeitungsgang weniger

2.5 Wettbewerbsvergleich

In Übersicht 9 sind die Gleichgewichtserträge ausgewiesen, bei denen konkurrierende Fruchtarten den gleichen Deckungsbeitrag liefern wie Ackerbohnen bzw. Erbsen bei einem Ertragsniveau von 35 dt/ha.

Übersicht 9: Gleichgewichtserträge ausgewählter Ackerfrüchte gegenüber Ackerbohnen und Körnererbsen

Fruchtarten	Erzeugerpreis DM/dt	Körnererbsen 35 dt/ha		Ackerbohnen 35 dt/ha	
		ohne Vorfruchtwert 1)	mit Vorfruchtwert 1)	ohne Vorfruchtwert 1)	mit Vorfruchtwert 1)
Winterweizen	43	55	63	61	69
Wintergerste	42	57	65	65	71
Winterroggen	46	53	57	56	62
Hafer	40	58	63	62	68
Sommerweizen	46	52	57	57	63
Winterraps	102	22	24	24	26
Zuckerrüben B-Quote	8	367	399	394	427

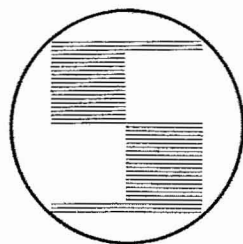
1) Vorfruchtwert mit 150 DM/ha angenommen

Insgesamt gesehen sind Körnerleguminosen bei Erhalt der EG-Beihilfe bzw. beim Verkauf zum EG-Mindestpreis wettbewerbsfähige Kulturen. Sie stellen eine gute Alternative zu Sommergetreide aller Art dar und können auf günstigen Standorten auch mit Wintergetreide, Raps, Körnermais und B-Rüben konkurrieren. Dies gilt besonders bei Berücksichtigung des Vorfruchtwertes und der arbeitswirtschaftlichen Vorteile von Körnerleguminosen in einer reinen Mähdrusch-Fruchtfolge.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß Raps und Körnerleguminosen eine wirtschaftliche Alternative zu vielen Getreidearten, unter guten Bedingungen auch zu B-Rüben, darstellen.

Vom Deckungsbeitrag her verbucht Raps bei durchschnittlichem Ertragsniveau Vorteile gegenüber Körnerleguminosen. Die Anbauentscheidung hängt deshalb beim jetzigen Preisniveau stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Man sollte berücksichtigen, daß Körnerleguminosen zur Zeit noch mit hohen Saatgutkosten belastet sind. Sinkende Saatgutpreise können zu einer Verbesserung der Wettbewerbskraft beitragen.

Die weitere Entwicklung wird von der EG-Preispolitik abhängen. Hierbei sind langfristig die Aussichten für Körnerleguminosen eher günstiger einzustufen, da noch ein Bedarf für Eiweißfuttermittel in der EG besteht, bei Rapsöl aber schon Überschüsse erwirtschaftet werden. Allerdings zeichnet sich ab, daß das Angebot an Körnerleguminosen in der Bundesrepublik Deutschland nicht ausreichend vom Markt aufgenommen wird und deshalb, da eine Intervention fehlt, Abnahmeverträge nur schwer zu bekommen sind. Aus diesem Grunde ist die Möglichkeit der innerbetrieblichen Verwertung von Körnerleguminosen derzeit etwas günstiger zu beurteilen.



Motorenfabrik Anton Schlüter München · Werk Freising