

Landwirtschaftliches
Unternehmer - Seminar
Gut Schlüterhof

Heft 12

1989

Moderne Zuckerrübenproduktion

Veranstalter:
Traktorenfabrik Anton Schlüter
Werk Freising

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

Eine Zusammenfassung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern anlässlich der Landwirtschaftlichen Unternehmer-Seminare auf Gut Schlüterhof im Februar 1989 gehalten wurden

	Seite
1. Anwendungsbereiche von Leichtfahrzeugen; von Frank Hemmerich, Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim	7 - 24
2. Kunststoffreifen; von John E. Morgang, Firma LIM, Kunststofftechnologie GmbH, Kittsee, Österreich	25 - 38
3. Neue Laufwerke für Schlepper und landwirtschaftliche Fahrzeuge - Profilbandlaufwerke; von Dipl.-Ing. Klaus Mecking, Firma Claas, Harsewinkel	39 - 64
4. Normung der mobilen Elektronik; von Dr. Hermann Auernhammer, Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan	65 - 80
5. Moderne Zuckerrüben-Saattechnik; von Ing. agr. Josef Schrödl, DLG-Prüfstelle für Landmaschinen, Groß-Umstadt	81 - 105
6. Mulchsaatverfahren für Zuckerrüben im Vergleich; von Dr. Ing. Claus Sommer, Wissenschaftlicher Direktor am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode	106 - 118
7. Moderne Pflanzenschutztechnik und gesetzliche Rahmenbedingungen; von Franz Zaufall, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Abteilung Pflanzenschutz, München	119 - 132
8. Kostengünstige und ertragsorientierte Düngung von Zuckerrüben; von AOR Dr. Reinhold Gutser, Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan	133 - 159
9. Aktueller Stand und Weiterentwicklung bei der Zuckerrübenernte; von Prof. Dr. Wolfgang Brinkmann, Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn	160 - 197
10. Wünsche der Zucker-Industrie an die Praxis; von Dr. Rudolf Müller, Mitglied des Vorstandes und Leiter der landwirtschaftlichen Abteilung der Südzucker AG, Mannheim/Ochsenfurt	198 - 220

11. Zuckerhirse - Konkurrenz für Zuckerrübe?; von
Dr. Jozsef Anderlei, Kleinwanzlebener Saatzucht,
Prosselsheim, Außenstelle Seligenstadt 221 - 226
12. Der EG-Zuckermarkt - marktwirtschaftliche Konse-
quenzen für die deutschen Zuckerrübenanbauer; von
Prof. Dr. Winfried von Urff, Lehrstuhl für Agrar-
politik, Freising-Weißenstephan 227 - 257

Anwendungsbereiche von Leichtfahrzeugen

von Frank Hemmerich, Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim

In diesem Referat wird eine Fahrzeugart vorgestellt, die eine Möglichkeit zur boden-, erosions- und umweltschonenden Pflanzenproduktion bietet. Diese sogenannten Leichtfahrzeuge werden im Ausland schon seit vielen Jahren erfolgreich in der Landwirtschaft eingesetzt. In der Bundesrepublik Deutschland kamen 1983 die ersten Leichtfahrzeuge zum Einsatz. 1985 wurden sie auf der Agritechnica vorgestellt. Ein 3-rädriges Motorrad mit angehängter Pflanzenschutzspritze wurde unter dem Namen "Motorradspritze" bekannt.

Bauarten der Leichtfahrzeuge

Leichtfahrzeuge sind geländegängige Fahrzeuge mit einem niedrigen Gesamtgewicht, die in Verbindung mit Niederdruckreifen einen geringen Kontaktflächendruck ($0,1$ bis $0,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$) erreichen.

Bei Leichtfahrzeugen unterscheidet man grundlegend zwei Bauarten. Die eine Art besteht aus zwei Komponenten. Es handelt sich hier um ultraleichte motorradähnliche Zugmaschinen mit 3 oder 4 Rädern. International werden diese Art von Fahrzeugen als "all terrain vehicles", kurz ATV, bezeichnet. Dieser Zugmaschine (ATV) wird eine Anhängelafette hinterhergeführt. Hier auf wird das eigentliche Arbeitsgerät, wie zum Beispiel die Pflanzenschutzspritze oder der Düngerstreuer, aufgebaut. Das Gesamtgewicht dieser Fahrzeugkombination beträgt zwischen 300 und 590 kg netto, Bild 1 und 2.

Die zweite Bauart sind selbstfahrende Arbeitsgeräte. Hier wird die Pflanzenschutzspritze bzw. das Arbeitsgerät direkt auf ein leichtes Trägerfahrzeug mit vier Rädern aufgebaut.



Abb. 1: Dreirädriges ATV mit angehängter Pflanzenschutzspritze



Abb. 2: Vierrädriges ATV mit angehängter Pflanzenschutzspritze

Diese Fahrzeuge besitzen jedoch ein erheblich höheres Eigengewicht von ca. 800 - 1300 kg netto, Bild 3.



Abb. 3: Selbstfahrende Pflanzenschutzspritze

Eine tendenzielle Entwicklung hinsichtlich der einzelnen Bauarten in den letzten 3 Jahren zeigt Abbildung 4.

Deutlich nimmt der Anteil an selbstfahrenden Pflanzenschutzspritzen und 4-rädrigen ATV's mit Anhängern zu. Die Gründe hierfür sind aus Abbildung 5 ersichtlich.

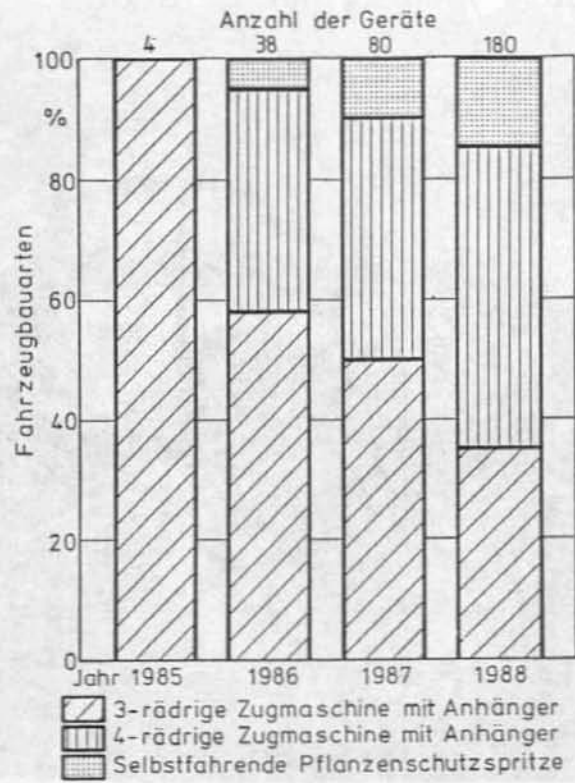


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Bauarten von Leichtfahrzeugen

	Vorteile	Nachteile
3-rädr. ATV mit Anhängelafette	<ul style="list-style-type: none">-niedrigstes Gesamtgewicht-niedrigste Anschaffungskosten-vielseitig verwendbar	<ul style="list-style-type: none">-mangelnde Kippsicherheit-kritisches Fahrverhalten-gewöhnungsbedürftige Handhabung-Hängerbetrieb
4-rädr. ATV mit Anhängelafette	<ul style="list-style-type: none">-meist Allrad (Zugkraft)-gute Kippsicherheit-vielseitig verwendbar	<ul style="list-style-type: none">-höheres Gewicht-Hängerbetrieb-gewöhnungsbedürftige Handhabung
Selbstfahrende Pflanzenschutzspritze	<ul style="list-style-type: none">-bessere Getriebeabstufung-teilw. hydrostatischer Antrieb-gute Bedienungsfreundlichkeit-sicheres Fahren in hängigem Gelände-Dieselmotor-besserer Anwenderschutz möglich (Kabine)	<ul style="list-style-type: none">-sehr hohes Eigengewicht-höherer Kontaktflächendruck-kein Allrad-teuer

Abb. 5: Vor- und Nachteile der Bauarten

Arbeitsbereiche von Leichtfahrzeugen

Leichtfahrzeuge werden in erster Linie für Pflanzenschutzbehandlungen eingesetzt. Hier dominiert vor allem die Herbizidnachauflaufbehandlung im Zuckerrüben- und Wintergetreideanbau. Des Weiteren wird insbesondere in Norddeutschland häufig Stickstoff in Form von Ammonium-Harnstoff-Lösung (AHL) mit diesen Fahrzeugen ausgebracht. Diese beiden Anwendungsmöglichkeiten stehen wohl im Vordergrund.

Es ergeben sich jedoch noch sehr viel weitere Möglichkeiten, Leichtfahrzeuge in der Landwirtschaft sinnvoll einzusetzen, wenn auch der Nutzen hier nicht so deutlich erkennbar ist, wie bei den beiden vorher erwähnten Einsatzgebieten.

Abbildung 6 zeigt die Einsatzbereiche und die Häufigkeit des Einsatzes von Leichtfahrzeugen. Nicht zu vernachlässigen sind bei den ATV's Aufgaben wie Kontroll- und Transportfahrten. Auch für Pflegearbeiten, wie Striegeln oder das Ziehen einer Cambridge-Walze, werden sie eingesetzt. Einige Betriebe haben ein auf ihre Belange abgestimmtes Einsatzgebiet, wie beispielsweise das Verlegen von Beregnungsrohren. Diese Arbeiten werden als sonstige Tätigkeiten zusammengefaßt.

Abbildung 7 zeigt die Häufigkeit einzelner Einsatzgebiete, unterteilt in Kulturarten.

Auffallend ist hier, neben Zuckerrüben- und Getreideanbau, der relativ häufige Einsatz in Intensivkulturen, insbesondere Feldgemüse und Erdbeeren. In diesen Kulturen wird versucht, auf die mechanische Unkrautbekämpfung aus Gründen des Erosionsschutzes vollständig zu verzichten. Leichtfahrzeuge minimieren hier schädliche Bodenverdichtungen und Pflanzenbeschädigungen.

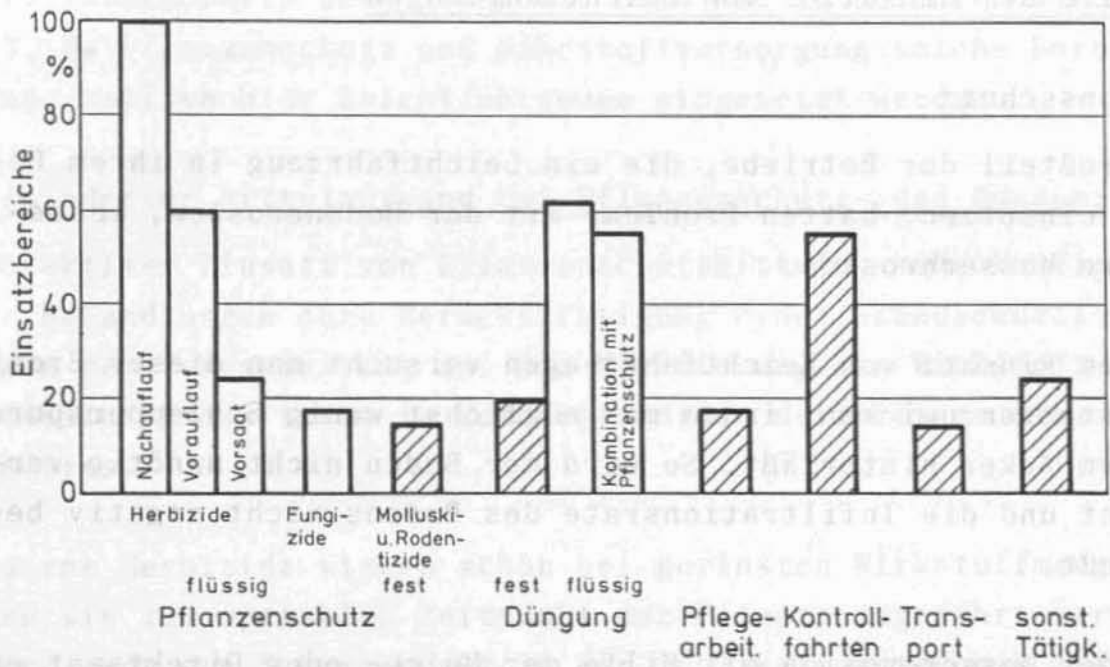


Abb. 6: Einsatzgebiete und ihre Häufigkeit

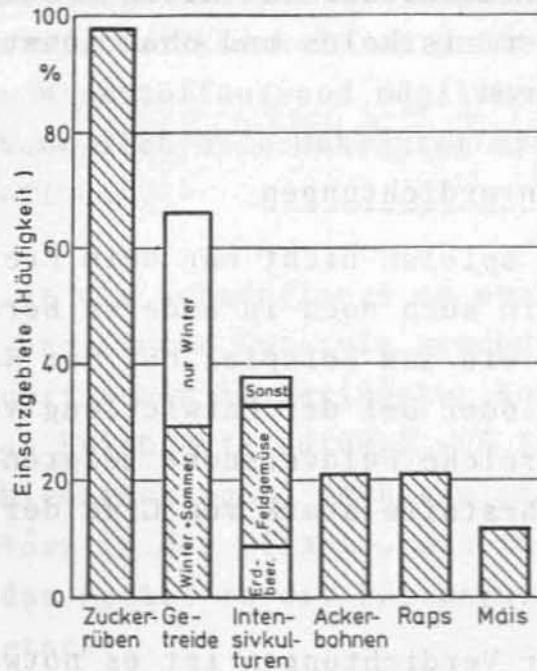


Abb. 7: Einsatzhäufigkeiten in verschiedenen Kulturen

Vorteile des Einsatzes von Leichtfahrzeugen

Erosionsschutz

Ein Großteil der Betriebe, die ein Leichtfahrzeug in ihrem Betrieb einsetzen, hatten Probleme mit der Bodenerosion, insbesondere Wassererosion.

Mit dem Einsatz von Leichtfahrzeugen versucht man dieser Erosionsart entgegenzuwirken, indem man möglichst wenig Schlepperspuren auf dem Acker hinterläßt. So wird der Boden nicht unnötig verdichtet und die Infiltrationsrate des Bodens nicht negativ beeinflußt.

Wird der Wassererosion mit Hilfe der Mulch- oder Direktsaat entgegengewirkt, muß auf Voraufbauherbizide wegen der großen Menge an organischer Masse verzichtet werden (Festlegung!). Eine Unkrautbekämpfung kann lediglich im Nachaufbau erfolgen. Insbesondere im Zuckerrübenanbau ist diese Produktionstechnik nur mit Leichtfahrzeugen risikolos und ohne sonstige zu erwartende Schäden durchzuführen.

Minderung der Bodenverdichtungen

Bodenverdichtungen spielen nicht nur beim Erosionsschutz eine große Rolle, sondern auch noch in anderen Bereichen der pflanzlichen Produktion, wie zum Beispiel bei der Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen oder bei der Entwicklung von Knollenfrüchten oder -gemüse. Zahlreiche Feldversuche zeigten, daß die Menge der verfügbaren Nährstoffe stark vom Grad der Bodenverdichtung abhängt.

Zur Minimierung der Verdichtungen ist es notwendig, daß Arbeiten nur mit so leistungsstarken und schweren Maschinen durchgeführt werden, wie es für diese spezielle Arbeit notwendig ist. Dies

gilt insbesondere dann, wenn das Feld häufig befahren werden muß. Da Pflanzenschutz und Nährstoffversorgung solche Bereiche sind, sollten hier Leichtfahrzeuge eingesetzt werden.

Vermindertes Mittelaufwand bei Pflanzenschutz- und Düngemitteln

Protektiver Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, hohe Häufigkeit der Behandlungen ohne Berücksichtigung einer Schadschwelle gehören der Vergangenheit an. Die Minimierung des Wirkstoffmittelaufwandes steht im Vordergrund des derzeitigen Pflanzenschutzes.

Moderne Herbizide wirken schon bei gerinsten Wirkstoffmengen, wenn sie zum optimalen Zeitpunkt der Pflanze zugeführt werden. Hier liegt ein Schwachpunkt in der Applikationstechnik mit herkömmlichen Geräten.

Leichtfahrzeuge gestatten ein Befahren der Behandlungsfläche zu jedem Zeitpunkt. Hierdurch besteht die Möglichkeit, den Zeitraum, in dem die Herbizidwirksamkeit am größten ist, optimal auszunützen und den Wirkstoffaufwand möglichst gering zu halten. Dies ist gegeben, wenn sich alle Unkräuter und Ungräser im Keimblattstadium befinden.

In diesem Stadium ist die Schadpflanze am empfindlichsten, da sie nur von einer sehr dünnen Cuticula geschützt wird. Kontakt-herbizide wirken somit schon in geringster Konzentration. In der Regel dauert das Keimblattstadium 3 - 5 Tage. Wüchsiges Wetter (kurz nach Niederschlägen) gewährleistet die rasche Verteilung des Herbizides in der Pflanze, was insbesondere dann wichtig ist, wenn das Mittel in die Photosynthese eingreift, wie zum Beispiel Betanal.

Wenn zu diesem Zeitpunkt eine Unkrautbekämpfung erfolgt, kann ohne weiteres bis zu 50 % an Wirkstoffen eingespart werden. Um

eine derartig termingerechte Behandlung sicher durchführen zu können, werden Leichtfahrzeuge benötigt, da nur sie jederzeit in den Bestand fahren können, ohne Strukturschäden zu verursachen.

Auch beim Einsatz von Düngemitteln kann, durch eine gezieltere und termingerechtere Applikation, die Boden- und Grundwasserbelastung erheblich verringert werden.

Stickstoffgaben erfolgen nur noch bei Bedarf und vorbeugende Gaben können ohne Risiko entfallen. Die Gefahr des Auswaschens wird dadurch stark herabgesetzt.

Wirtschaftliche Vorteile

Aus der Möglichkeit der Reduktion dieser Produktionsmittel, lassen sich nun auch wirtschaftliche Vorteile ableiten. Im Bereich des Pflanzenschutzes bei Zuckerrüben werden je nach vorherigem Produktionsverfahren Einsparungen bei Pflanzenschutzmitteln bis zu DM 380.-- verzeichnet. Der Durchschnitt liegt zwischen DM 200.-- und DM 250.--. Im Bereich der Nährstoffversorgung kann mangels Datenmaterials keine exakte Aussage gemacht werden. Die Vermutung liegt jedoch nahe, daß auch in diesem Bereich erhebliche Einsparungen möglich sind.

Minderung der Wartekosten

Jede Verzögerung der einzelnen Arbeiten wirkt sich negativ auf Ertrag und Qualität aus. In einem Fall kann dies nur zu einer Kostensteigerung bei den Produktionsmitteln führen, in einem anderen kann es aber auch zu erheblichen Ertragsdepressionen kommen. Hierbei entstehen in erster Linie bei verspäteten Pflanzenschutzmaßnahmen Probleme, aber auch bei verspäteter Düngung. Als Beispiel wäre hier die Unkrautbekämpfung bei Ackerbohnen und die Frühjahrsdüngung bei Raps zu erwähnen.

Senkung der Lohnkosten

Besonders in größeren Betrieben machen sich die steigenden Lohnkosten immer stärker bemerkbar. Hier sind vor allem die Kosten der Überstunden zu erwähnen. Im Bereich des Pflanzenschutzes ist es besonders schwierig, den Arbeitseinsatz zu optimieren. Hier ist die Wetterabhängigkeit konventioneller Geräte besonders groß.

Diese Abhängigkeit kann mit Leichtfahrzeugen beträchtlich gemindert werden, da sie jederzeit eingesetzt werden können.

Praxiserfahrungen

Betriebscharakteristik

Betriebe, welche derzeit Leichtfahrzeuge einsetzen, sind in der Regel Marktfruchtspezialbetriebe. Die meisten bewirtschaften eine Ackerfläche zwischen 150 und 250 ha. Die durchschnittliche Zuckerrübenanbaufläche liegt dabei bei ca. 40 ha und die Getreideanbaufläche bei ca. 120 ha.

Zuckerrübenanbau

Wie schon erwähnt, ist der Zuckerrübenanbau das Haupteinsatzgebiet für Leichtfahrzeuge. Dies liegt sicherlich einerseits an dem hohen Aufwand an Pflanzenschutzmitteln in dieser Kultur, andererseits aber auch an der erhöhten Erosionsgefahr.

Rüben sind bekanntlich sehr empfindliche Pflanzen gegenüber äußeren Einflüssen. Mit dem Leichtfahrzeug wird hier versucht, diese so gering als möglich zu halten, indem man auf streßauslösende Voraufdauerbizide vollkommen verzichtet und nur noch im Nachaufdauer Herbizide einsetzt und zudem auch noch die Bodenverdichtungen minimiert.

Die Pflanzenschutzbehandlungen erfolgen im Keimblattstadium der Schadpflanzen. Der Wirkstoffaufwand wird je nach Standort mini-

miert. Auch die Ausbringmenge wird reduziert. Je nach Standort werden zwischen 50 und 200 l/ha ausgebracht. Insbesondere bei Tankmischungen hat sich eine Ausbringmenge von 100 - 150 l/ha bewährt. Im Durchschnitt erfolgen 2 bis 3 Nachauflaufbehandlungen. Die positive Resonanz der Anwender läßt auf sehr gute Erfolge mit dieser Technik schließen. Auch zahlreiche Feldversuche in verschiedenen Gebieten Deutschlands belegen die Wirksamkeit geringer Wirkstoffmengen.

Nicht nur besser ausgebildete Rüben sind die Folge, sondern auch ein Mehrertrag von durchschnittlich 20 dt Rüben je Hektar Anbaufläche, als Folge der verminderten Bodenverdichtungen in den sonst vorhandenen Schlepperspuren und im Vorgewende. Erfolgt die Bestellung der Rüben in Form von Mulchsaat, kann auf die Verwendung von Leichtfahrzeugen nicht verzichtet werden.

Getreideanbau

Der Einsatz von Leichtfahrzeugen im Getreideanbau ist bauartbedingt stark eingeschränkt. Leichtfahrzeuge haben eine Bodenfreiheit von maximal 30 cm. Die Breite des Lichtschachtes stimmt auch nicht immer mit den Spurbreiten des Leichtfahrzeuges überein. Insbesondere fahren die ATV's zwischen den Reihen des Lichtschachtes. Die Spurbreite der Anhängelafette hingegen kann meistens an die Schachtbreite angepaßt werden. Bei den selbstfahrenden Pflanzenschutzspritzen ist es dagegen teilweise möglich, durch wechseln der Vorderachse die Spurweite dem Lichtschacht anzupassen. In der Praxis heißt dies, ab dem Wachstumsstadium 31 ist der Einsatz von Leichtfahrzeugen nicht mehr zu empfehlen, Bild 8.

Wintergetreide

Speziell im Wintergetreide kann ein Leichtfahrzeug sehr effektiv eingesetzt werden. Auch hier wird, wie bei Zuckerrüben, auf Voraufaufherbizide verzichtet. Dadurch ist im Frühjahr mit keiner



Abb. 8: ATV mit angehängter Pflanzenschutzspritze im Getreidefeld

Wassererosion in den Lichtschächten zu rechnen, da keine Bodenverdichtungen vorhanden sind. Im zeitigen Frühjahr kann termingerecht eine Applikation erfolgen. In Kombination mit dieser Pflanzenschutzbehandlung ist es vorteilhaft, auch gleich eine erste Stickstoffgabe in Form von AHL mit auszubringen.

Im weiteren Verlauf der Wachstumsperiode kann dann, je nach Bedarf, noch zum Stadium 31 eine Fungizidbehandlung gegen Halmbruch durchgeführt werden. Auch hier bietet sich die zweite Stickstoffgabe in Form von AHL an. Ebenfalls kann die CCC-Behandlung noch mit einem Leichtfahrzeug durchgeführt werden. Es ist auch ohne weiteres möglich, die ersten zwei Stickstoffgaben nochmals zu splitten. Dies hat den Vorteil, daß die Gefahr der Auswaschung weiter minimiert werden kann. Auf diese Weise hat man einerseits einen effektiven Pflanzenschutz durchgeführt, ohne Spuren auf dem Acker zu hinterlassen, andererseits optimale Düngergaben ausgebracht.

Sommergetreide

Ähnliches wie beim Wintergetreide gilt auch für das Sommergetreide. Auch hier kann man auf die Voraufbauherbizide verzichten und nur im Nachaufbau spritzen. Die Ausbringung der ersten und zweiten Stickstoffgabe in Verbindung mit Pflanzenschutzmitteln bietet sich auch hier wieder an. Auch hier ist die weitere Splittung der ersten zwei N-Gaben sinnvoll.

Ackerbohnenanbau

Ackerbohnen reagieren bekanntlich empfindlich auf Bodenverdichtungen. Dies kommt vor allem im Vorgewende und im Bereich der verdichteten Schlepperspuren zum Tragen. Starke Ertragsdepressionen in diesen Bereichen sind die Folge. Da aber Pflanzenschutzbehandlungen unerlässlich sind, lassen sich diese Verdichtungen bei konventioneller Produktionstechnik nicht vermeiden. Durch den Einsatz von Leichtfahrzeugen können diese Negativerscheinungen auf ein Minimum herabgesetzt werden, unabhängig ob im Nachaufbau oder im Voraufbau gespritzt wird. Auch die Startstickstoffgabe kann ohne Probleme ausgebracht werden.

Raps

Winterraps benötigt große Mengen an Stickstoff. Der höchste Bedarf besteht im zeitigen Frühjahr. Hier gibt es jedoch immer wieder Probleme, mit der Unbefahrbarkeit des Feldes mit einem konventionellen Schlepper. Ertragsdepressionen bis zu 30% sind die Folge. Die erste und zweite N-Gabe kann durchaus mit Leichtfahrzeugen erfolgen. Die eventuell dritte N-Gabe zur Blüte ist wegen der geringen Bodenfreiheit nicht zu empfehlen. Ebenso Pflanzenschutzbehandlungen bei dieser Wuchshöhe. Sie sollte beim Befahren nicht höher als 15 - 20 cm sein.

Sonstige Einsatzmöglichkeiten

Die Möglichkeiten des Einsatzes von Leichtfahrzeugen, insbesondere des ATV's, sind fast unbeschränkt. Eine sehr sinnvolle Arbeit ist die Kontrolle von Arbeitsgeräten während ihres Einsatzes. Es ist beispielsweise möglich, direkt hinter dem Säugerät zu fahren und somit eine Funktionskontrolle während des Betriebes durchzuführen. Des weiteren können vor allem die Allradfahrzeuge sehr gut für leichte Saatbettbereitungsarbeiten, wie zum Beispiel das Ziehen von Cambridge-Walzen oder ähnlichen Geräten eingesetzt werden.

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz im Forstbereich, wie zum Beispiel in Baumschulen. Kontrollfahrten und leichte Rückarbeiten könnten ausgeführt werden.

Ökonomik und Betriebswirtschaft

Kosten des Fahrzeuges inklusiv Pflanzenschutzspritze

Eine Kalkulation anhand eines Beispiels gestattet einen Überblick der Kosten eines Leichtfahrzeuges.

Folgende Ausstattung des Fahrzeuges ist dabei vorgegeben, ebenso die Berechnungsgrundlage.

Zusammenstellung der Kapitalkosten

-4-rädriges ATV (Allrad)	ca. DM 14000.--
-Pflanzenschutzspritze 12 m Arbeitsbreite	DM 10200.--
-Elektrische Bedienarmatur	DM 3420.--
-Spritzmonitor	DM 2450.--
Gesamtkosten inkl. MWST	ca. DM 30000.--

Berechnungsgrundlage

Anschaffungspreis (A)	30000.--	DM
Nutzungsdauer (n)	6	Jahre
Leistungsvorrat (N)	2500	ha
Kalkulationszinsfuß	6	v.H.
in v.H. vom halben Anschaffungspreis		
Unterbringung und Versicherung	1.14	v.H.
in v.H. vom Anschaffungspreis		
Reparaturkosten je ha	2	DM
Betriebsmittelkosten je ha	3	DM

Hieraus ergeben sich Fixkosten in der Höhe von DM 6242.-- je Jahr und variable Kosten je nach Behandlungsfläche. Unter Einbezug beider Kostenarten, ergibt sich der Kostenverlauf in Abbildung 9.

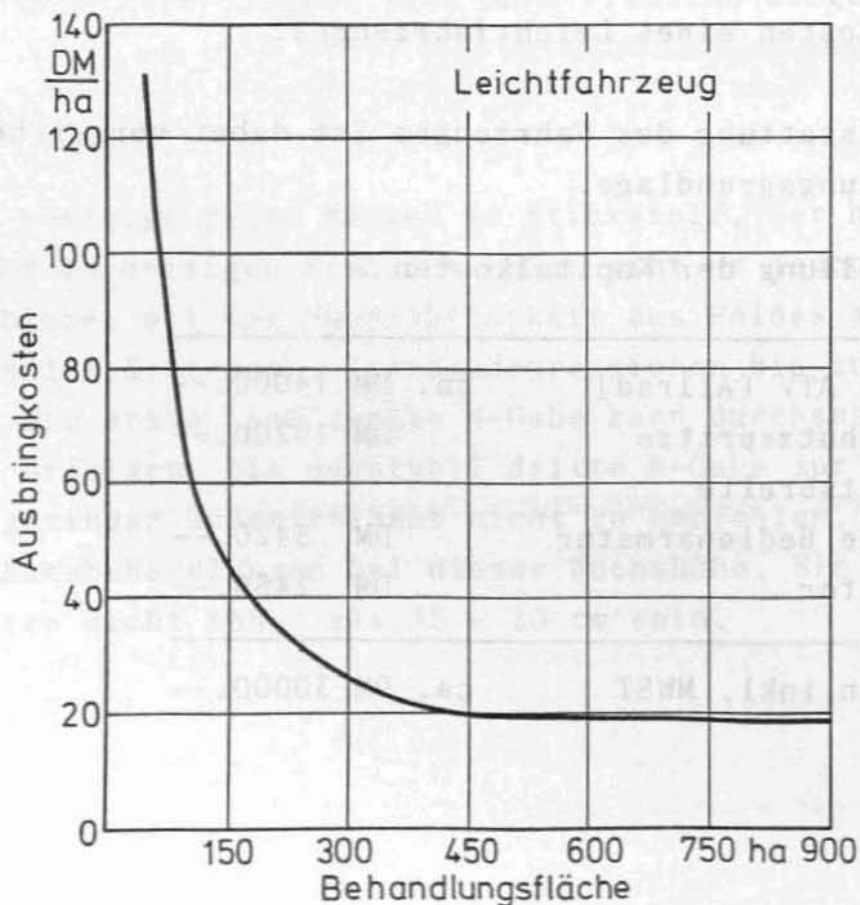
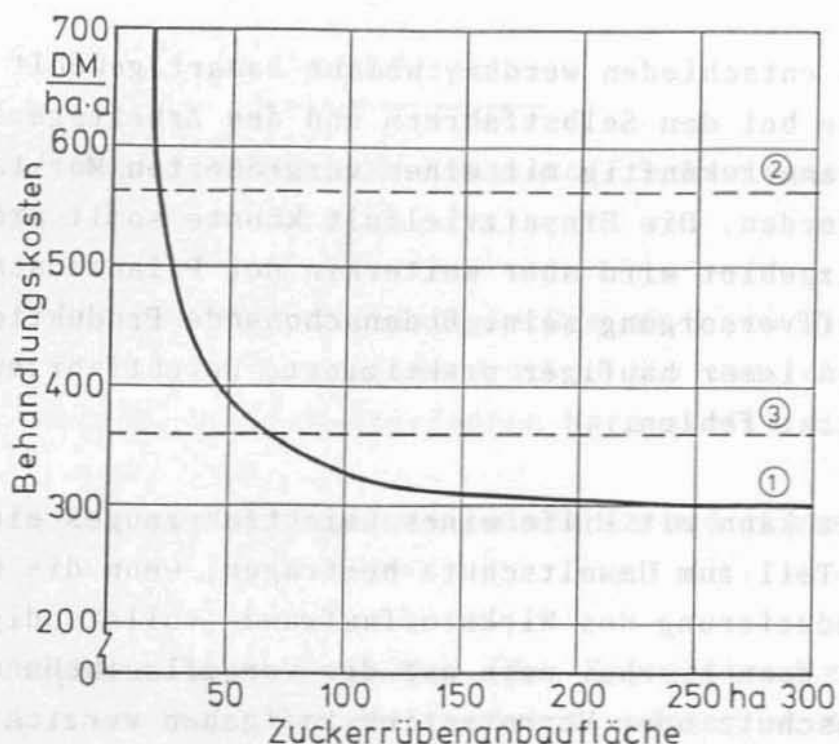


Abb. 9: Gesamtkosten in Abhängigkeit von der Behandlungsfläche



- ① 3 x NA mit LFZ var. + fixe Maschinen- u. Herbizidkosten
- ② 1 x VA; 1 x NA konventionell var. Maschinen- u. Herbizidkosten
565.- DM
- ③ 1 x VA; 2 x Hacken konventionell var. Maschinen- u. Herbizidkosten
360.- DM

Abb. 10: Kostenvergleich verschiedener Produktionsverfahren
Der Kostenvergleich in Abbildung 10 soll einen Anhaltspunkt dafür geben, in welcher Größenordnung sich der Bereich bewegt, in dem die Anschaffung eines Leichtfahrzeuges rentabel erscheint.

Nicht monetär erfaßbarer Nutzen

Bei der Betrachtung der Kostenseite dieser Fahrzeuge darf man nicht nur von dem Nutzen ausgehen, der sich monetär erfassen läßt, vielmehr sollte man auch die Punkte berücksichtigen, welche nicht so leicht erfaßbar sind. Bodenerosion und -belastung sind aus Gründen des Umweltschutzes einzubeziehen.

Zusammenfassung

Die Entwicklung der Leichtfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland steht noch am Anfang. Auch in Zukunft wird es zwei Bauarten von Leichtfahrzeugen geben. Je nach Standort des Be-

triebes muß entschieden werden, welche Bauart gewählt wird. Insbesondere bei den Selbstfahrern und den Arbeitsgeräten für die ATV's kann zukünftig mit einem vergrößerten Marktangebot gerechnet werden. Die Einsatzvielfalt könnte somit steigen. Haupteinsatzgebiet wird aber weiterhin der Pflanzenschutz und die Nährstoffversorgung sein. Bodenschonende Produktionstechniken werden immer häufiger praktiziert. Leichtfahrzeuge sollten hier nicht fehlen.

Der Landwirt kann mit Hilfe eines Leichtfahrzeuges einen wesentlichen Teil zum Umweltschutz beitragen, wenn die Möglichkeit der Reduzierung des Wirkstoffaufwands vollständig ausgenutzt wird. Wenn hierbei noch auf die Vorauflaufbehandlungen im Pflanzenschutz oder Vorratsstickstoffgaben verzichtet würde, könnten möglicherweise mehrere Verordnungen und Verbote wegfallen.

Literatur

- ANONYM, 1987: Motorradspritze, Dt. Zuckerrübenzeitung 1/1987, S. 15 - 16
- BATELS M., 1987: Auch die Witterung bestimmt den Erfolg, Pflanzenschutz-Praxis, 1/1987, S. 30 - 33
- BUCHNER, KÖLLER, 1985: Das Motorrad auf dem Acker - eine interessante Alternative, Top Agrar 11/1985, S. 54 - 55
- HEMMERICH, MOSER 1988: Leichtfahrzeuge in der Landwirtschaft, KTBL-Arbeitspapier 123
- KÖHLER R. 1988: Tendenzen in der Entwicklung von Leichtfahrzeugen, Dt. Zuckerrübenzeitung 1/1988, S. 8
- KÖLLER K. 1988: Leicht und hochbeinig den Boden schonen, Top Agrar 3/1988, S. 98 - 102
- NIEPENBERG K.A. 1987: So kann man auf Voraufspritzung verzichten, Landwirtschaftliche Zeitschrift, 6/1987, S.8-10
- WAYDELIN C.W. 1985: Düngen und spritzen mit dem Motorrad, Top Agrar 11/1985, S. 52 - 53.

Kunststoffreifen

von John E. Morgan, Firma LIM, Kunststofftechnologie GmbH,
Kittsee, Österreich

Die Firma LIM Kunststoff-Technologie Ges.mb.H. in Kittsee,
Österreich, hat einen Agrarniederdruckreifen entwickelt, der
aus Polyurethan im Spritzgußverfahren hergestellt wird.

Diese Technologie ermöglicht eine einfache und ökonomische
Produktion.

Der LIM LGP-Reifen kann mithelfen, den Ernteertrag zu erhöhen
und die Betriebskosten für den Landwirt spürbar zu senken.

In dieser Studie werden die Testergebnisse aus Labor- und Feld-
tests der LGP-Reifen mit konventionellen Gummireifen verglichen.

Seit mehreren Jahrzehnten haben Forscher versucht, einen Reifen
im Gießverfahren herzustellen, aber es ist bisher nicht ge-
glückt, die richtigen Rohstoffe, das technologische Verfahren
und die Reifenleistung in einen wirtschaftlichen Rahmen zu brin-
gen. Unter der Leitung von Herrn Oskar Schmidt hat LIM einen be-
deutenden Durchbruch in der Polyurethanforschung geleistet, mit
einem energiesparenden Produkt von hoher Leistung und mit einem
chemischen Herstellungsverfahren, das die Struktur der Reifen-
industrie und die der Rohstofflieferanten verändern könnte.

Während der letzten 14 Jahre hat die Firma ca. 60 Mill. US \$
in die Reifenforschung investiert und hat tausende von Reifen
getestet, auf PKW's, LKW's, Traktoren und Geländefahrzeugen.

Unsere Tests haben bewiesen - bestätigt von unabhängigen Prü-
fern, daß die neue Technologie in jeden Reifenmarktsektor mit
einem hochleistungsfähigen Produkt vorstoßen kann und zu einem
Preis, der mit existierenden Technologien konkurrieren kann.

Zur Zeit ist die Entwicklung unserer Technologie in Bezug auf Chemie, Reifenkonstruktion und Produktionsablauf kommerziell abgeschlossen. Wir arbeiten noch an einem endgültigen Verkaufspaket; keine weiteren Erfindungen sind notwendig. Auf bescheidener Ebene wurde im Juli 1987 die kommerzielle Produktion von Agrarreifen gestartet. Eine stufenweise Einführung einer kompletten LGP-Produktionsserie in den darauffolgenden Jahren ist geplant.

Prüfen wir nun die herkömmlichen Gummireifenherstellungsmethoden, so können wir feststellen, wie wenig sich geändert hat seit der Einführung des pneumatischen Reifens vor 100 Jahren. Natürlich hat sich die Maschinen- und Herstellungstechnologie verbessert, aber immer noch sind Grenzen gesetzt durch mehrschichtige Konstruktionsverfahren und die Verwendung von aufwendigen Rohstoffaufbereitungen, wobei diese Technologie weiterhin von hohem Kapital, Arbeitskraft und Energieeinsatz geprägt ist.

Als Alternative dazu hat das LIM-Verfahren gegenüber der Reifentechnologie den Vorteil, das flüssiges Rohmaterial verwendet wird und in einem relativ einfachen Vorgang Reifen geformt werden. All dies geschieht ohne Umweltverschmutzung und mit geringem Arbeitseinsatz. Der wirtschaftliche Vorteil der LIM-Technologie sind die Vollautomatisierung und die damit verbundene Kapital-, Arbeitskraft- und Energiereduzierung, welche sogar die hohen Materialkosten der Urethan-Rohstoffe kompensieren.

Während der Entwicklung des LIM-Agrarreifens hatte sich herausgestellt, daß Bodenspezialisten, Universitäts- und Agrarinstitute größte Bedenken vorbrachten bezüglich der Auswirkung von schweren Traktorreifen auf die Bodenverdichtung. Die Vorteile des Polyurethanreifens wurden sofort erkannt, nämlich geringeres Gewicht, die Möglichkeit mit Niederdruck zu fahren, etc. - welche zur Lösung des Problems der Bodenverdichtung maßgeblich beitragen könnten.

Hohe Bodenverdichtung, durch Standardreifen oder Zwillingsreifen, verursacht verstärkte Bindung zwischen den Bodenpartikeln (Sand, Tonerde, - und Humuspartikel). Dies führt zu einem großen mechanischen Widerstand, der das Wurzelwachstum beeinträchtigt. Die Wurzeln entwickeln sich rund um die verdichtete Zone, und während der Reifeperiode haben nur wenige Wurzeln die Kraft, den verdichteten Boden zu durchbrechen.

Die richtige Reifenwahl kann sicherlich die Druckbelastung auf den Boden reduzieren. Dies ist besonders wichtig für die Zeiteinteilung der Feldarbeit im Frühling und Herbst auf Böden, die nur geringe Belastung ertragen. Niederdruckreifen können auf feuchten Böden verwendet werden, wobei die Druckbelastung eindeutig reduziert wird, unabhängig vom Reifendruck für ein gegebenes Gesamtgewicht; dies wiederum führt zur Reduzierung der Bodenverdichtung.

Landwirtschaftliche Maschinen, die Bodenverdichtung verursachen:

- Mähdrescher
- Güllewagen (& Injectors)
- Schweranhänger
- Kunstdüngerstreuer
- Schwertraktoren

Mit diesen Fakten gewappnet haben die LIM Spezialisten einen Spezial-Niederdruckreifen entwickelt, der Bodendruck sowie den Schneideeffekt an Jungpflanzen reduziert, ohne dabei an Zugkraft und Belastungskapazität einbüßen zu müssen.

Der neuartige LIM LGP Reifen verfügt über eine radiale Wulst-zu-Wulst Karkasse aus Polyamid-Faser, sowie einem breiten Aramidgürtel. Die vorgefertigte Karkasse wird anschließend in eine Preßform gesetzt und mit Polyurethan gespritzt. Durch die starken kreuzvernetzenden Eigenschaften des Polyurethans konnte

eine dünnere Seitenwand entworfen werden, welche den für die Landwirtschaft notwendigen Abrieb- und Schnittwiderstand hat. Das Reifenprofil wurde mit abgerundeten Schultern entworfen, um den Schneideeffekt zu reduzieren.

Da die LIM LGP-Reifen schlauchlos sind und den EM-Standardreifen angepaßt sind, war es notwendig auf Details zu achten, wie z.B. Felgenrutschen. Eine Reihe von Zugkrafttests auf Beton waren ausschlaggebend, um eine endgültige Lösung zu finden.

Die Versuche mit den LIM LGP-Reifen wurden am National Institute for Agricultural Engineering (AFRC Eng) in England durchgeführt, beim TÜV in der BRD, in Ungarn am Institut für Landwirtschaft in Gödöllő, an der Universität in Bonn und Kassel und auf vielen verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben.








Außer diesen spezifischen Tests wurden noch in ganz Europa Feldtests durchgeführt und zwar mit Güllewagen, Spritzwagen, Düngerstreuern, Anhängern und Traktoren, wie z.B. Steyr, MB Trac, John Deere, Int. Harvester, Ford, Steiger, Schlüter, Horsch und T 150 K. Die Meinung dieser Anwender ist ebenso wichtig wie die Werte aus dem Labor. Mit Hilfe dieser vielfältigen Erfahrungen und Meßdaten kann LIM die Entwicklung dieses wichtigen Projektes vorantreiben.

Zusammenfassung der Testergebnisse

1. Bodendruckvergleich



BODENDRUCK-VERGLEICH

Reifentyp und Reifengröße	18.4 x 38 Radial einfach	18.4 x 38 Radial Zwilling	20.8/70 x 38 Radial	650/60 - 38 Diagonal/Gürtel	30.5 LR32 Radial	66 x 43 - 25 Diagonal	1700 x 1100 - 635 LIM LGP
							
Reifen/Felge Gewicht (kg)	250	500	300	325	425	450	350
Radlast (kg)	2500	1375	2550	2575	2675	2700	2600
Luftdruck (kg/cm ²)	1,4	0,8	1,2	0,8	0,6	0,4	0,4
Auflagefläche* (cm ²)	2020	1650	2460	3020	3220	3950	4570
Bodendruck (kg/cm²)	1,24	0,83	1,04	0,85	0,84	0,68	0,57

Traktor mit 5000 kg Achslast, mit 18.4 x 38 Reifen.

* HARTER BODEN

2. Abrieb/Lebensdauer-Test Gödöllö

Die Reifen wurden auf einem Meßwagen montiert und um eine Kreisbahn mit 50 m Durchmesser gezogen.

Testbedingungen: Geschwindigkeit: 80 km/h
 Belastung: 2330 kg
 Reifeninnendruck: 0,35 bar
 Schlupf: 2,5 %
 Dauer: 600 h

Der Meßwagen ändert die Laufrichtung nach jeweils 100 Stunden.

Testreifen: LIM LGP 1700x1100-635
 Vergleichsreifen: Diagonalreifen 67x34.00-25 (Gummi)
 Abrieb (mm/100 km): LIM LGP 0,26
 Diagonalreifen: 0,41

Der LIM Reifen hatte im Vergleich zu einem Diagonalreifen um 37 % weniger Abrieb.

3. Prüfstanddauerlaufstest - TÜV-München

Hierbei handelt es sich um einen Ermüdungstest, der unter Überlastung mit 30 km/h und 0,35 bar absolviert wird.

Für einen Standardlandwirtschaftsreifen mit 1,4 bar Innendruck gelten 400 Stunden Lebensdauer bei diesem Test als zufriedenstellendes Ergebnis.

Der LIM-LGP lief 599 Stunden auf der Trommel und wurde bis zu 160 % belastet.

Trotz der hohen Einfederung des Reifens wurde ein sehr geringer Hitzeaufbau von nur 33 Grad C festgestellt.

Diese Eigenschaft beruht auf der niedrigen Hysterese von Polyurethan.

4. Zug- (Schlupf-) Rollwiderstandsmessungen NIAE

Die verschiedenen Feldcharakteristiken von LIM LGP-Reifen der Dimension 1600x850x635 wurden auf einer Einzelradtestmaschine des britischen Institutes NIAE ermittelt und mit den Werten eines Diagonalreifens (Dimension 67x34.00-25) verglichen. Dabei fiel auf, daß der LGP-Reifen, trotz der geringeren Stollenhöhe, bei allen Bodenbedingungen mehr Zugkraft als der Konkurrenzreifen übertragen kann. Niedrigere Schlupfwerte bedeuten Kraftstoffeinsparung und weniger Bodenschäden.

Die Ergebnisse der Rollwiderstandsmessungen zeigen, daß der LGP-Reifen auf für den Anhängerbetrieb geeignet ist, da die Fahrspuren minimiert werden und für eine gleiche Vorwärtsbewegung weniger Zugkraft notwendig ist.

Reifenprüfkarte		Dauerlauf HS-Test Wulstprüfung		X		TÜV BAYERN Ridlerstraße 57 D-8000 München 2 W-Germany		TÜV						
Dimension: <u>62x3400-25</u>		Typ: _____		Telefon 089/5190-206 Teletex (17) 898 640 TUEVTC		Reifentest-Center								
Fabrikat: <u>LIM</u>		Reifen-Nr.: <u>TT6209</u>		Herstell-Datum: _____		Form-Nr.: _____		E.C.E. Nr.: _____		DOT Nr.: _____				
Lastindex: _____ Nennlast: _____ kg		Geschw. Buchst.: _____ Nenngeschw.: _____ km/h		Made in: _____		Prüf felge: <u>1400-25 VA</u>		Neu-Reifen <input type="checkbox"/>		Runderneuert <input type="checkbox"/>				
Prüfmaschine: <u>H4</u>		Sturzwinkel: _____ °		Schräglaufwinkel: _____ °		Reifen-Gewicht: _____ kg		Reifen-Umfang: <u>5012</u> mm		Reifen-Durchm.: <u>1596,1</u> mm				
Grundlast: _____ kg		Überlast: _____ %		Prüflast: <u>1820</u> kg		Einstichtiefe: Mitte: _____ mm		Reifen-Breite: _____ mm		Prof. Breite (Bg): _____ mm				
Fülldruck: <u>0,35</u> bar		Prüfdruck: mit Druckanstieg <input checked="" type="checkbox"/> konstant <input type="checkbox"/>		Raumtemperatur: <u>38</u> °C		Zahl d. Messungen am Umfang: _____		Bogenhöhe: _____ mm		Härte: _____ Shore A				
Schlauch: _____		Wulstprüfung: _____		Felgen-Exzentrizität: _____ mm		Felgenmaulweite: _____ mm								
Prüf-Vorschrift						Bemerkungen: <u>PU-Reifen</u>								
Dat.	Stufe	Laufzeit und -Strecke			Last		Reifen druck bar	Abmess. mm		Roll- Umfang	Reifen-Temp. °C			Raum- Temp.
		Zeit	km/h	Kilometer	%	kg		Durchm.	Br.		Innen	Wulst	Mitte	
3/3.	0	0	0	0	0	0,35	1596,1		5012	-	-	-	-	38
4/3.	1	30	590	1820	0,45	1596,1		5012	50	56	66	38		
5/3.	1	30	1310	1820	0,45	1596,1		5012	48	57	60	38		
6/3.	1	30	2010	1820	0,45	1596,1		5012	45	52	58	38		
9/3.	1	30	4188	1820	0,45	1596,1		5012	50	57	63	38		
10/3.	1	30	4883	1820	0,45	1596,1		5012	50	57	62	38		
11/3.	1	30	5605	1820	0,45	1596,1		5012	52	58	66	38		
12/3.	1	30	6325	1820	0,45	1596,1		5012	50	54	64	38		
16/3.	1	30	9195	1820	0,45	1596,1		5012	46	52	62	38		
17/3.	1	30	10.000	1820	0,45	1596,1		5012	50	53	63	38		
25/3.	1	wieder angelaufen												
26/3.	1	30	10560	1820	0,45	1596,4		5013	53	60	67	38		
27/3.	1	30	11270	1820	0,45	1596,4		5013	52	60	66	38		
30/3.	1	30	13430	1820	0,45	1596,4		5013	52	60	67	38		
		ab hier 20 Lasterhöhung												
31/3.	2	30	14125	20	2184	0,48	1596,4		5013	54	61	68	38	
21/4.	2	30	14870	20	2184	0,48	1596,4		5013	54	61	68	38	
		ab hier 40 Lasterhöhung												
27/4.	3	30	15.624	40	2548	0,55	1596,4		5013	56	62	70	38	
31/4.	3	30	16310	40	2548	0,55	1596,4		5013	57	62	71	38	
		ab hier 60 Lasterhöhung												
41/4.	4	30	17050	60	2912	0,58	1596,4		5013	58	63	71	38	
51/4.	4	30	17970	60	2912	0,58	1596,4		5013	58	63	71	38	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Technischer Überwachungs-Verein Bayern e.V. REIFENTEST-CENTER Ridlerstraße 57 8000 MÜNCHEN 2 </div>														
Endergebnis:		Laufstrecke: <u>17970</u> km				Laufzeit: <u>5990</u> Std.								
Ausfallgrund: <u>1 Radialriß am Profilstollen auslauf Schulter.</u>		Zusätzlicher Aufwand:												
		Prüf. durchgeführt: <u>Haus</u> Datum: <u>08.4.87</u>												
		kontrolliert: _____												

D4/ZT 107a (4 86) 23

Field	Stubble				Cultivated	
	2200 Kgs		2200 Kgs		2200 Kgs	
Inflation	0,5 bar		0,35 bar		0,35 bar	
Tire	LIM	GY	LIM	GY	LIM	GY
Coefficient of Roll. Resistance	.051	.085	.060	.076	.061	.137
Coeff. of Traction at 20% slip.	0.61	0.48	0.65	0.50	0.60	0.44
Max. Efficiency	83%	73%	82%	75%	80%	62%
Coeff. of Traction at max. Efficiency	0.41	0.36	0.44	0.36	0.40	0.37
Slip. at max. Efficiency	6%	9%	6%	9%	7%	14%

5. Zugkraftvergleich - LIM LGP / Standardreifen

Für diesen Test wurde ein Standardgagrreifen in Radialbauweise der Dimension 18,4 x 38 als Vergleich herangezogen. Obwohl der LGP-Reifen niedrigere Profilstollen aufweist, brachte er beständig bessere Zugkraft- und Schlupfwerte.

Dies beweist, daß LIM LGP-Reifen über das ganze Jahr eingesetzt werden können, daher auch für Pflugarbeiten geeignet sind.

REIFEN	BODEN	MAX. WIRKUNGS-GRAD	ZUGKRAFT BEI 20 % SCHLUPF	BEI MAX. WIRKUNGSGRAD		LEISTUNGS-KOEFFIZIENT	LEISTUNGSKOEFFIZIENT			WIRKUNGSGRAD BEI	
				SCHLUPF %	ZUGKRAFT (kN)		10 % SCHLUPF	20 % SCHLUPF	30 % SCHLUPF	10 % SCHLUPF	20 % SCHLUPF
18,4 R 38 TAURUS 1,4 bar 2755 kg t=45 mm	TROCKEN	0,815	37,2	6,5	26,0	0,436	0,512	0,596	0,639	0,780	0,668
	WEICH	0,712	29,5	7,9	19,0	0,340	0,381	0,476	0,555	0,690	0,605
	SAND	0,491	21,0	12,2	15,2	0,259	0,206	0,353	0,400	0,472	0,445
62x34x25 LDX 0,7 bar 2755 kg t=25 mm	TROCKEN	0,800	45,6	4,5	30,0	0,489	0,609	0,718	-	0,760	0,660
	WEICH	0,710	38,3	4,8	22,5	0,374	0,505	0,618	0,690	0,670	0,605
	SAND	0,520	29,9	7,3	17,4	0,293	0,350	0,488	0,544	0,506	0,445

6. Gewichtvergleich

LIM 1700x1100-635	=	220 kg
Diagonal 66x43.00-25	=	307 kg
Radial 30,5 LR 32	=	290 kg
Radial 18,4 R 38	=	160 kg

Zusätzlich zu diesen Tests werden in ganz Europa Feldversuche mit den verschiedensten Maschinen durchgeführt.

So kommen unsere Reifen u.a. auf Güllewagen, Spritzen, Anhängern und Traktoren wie z.B. Steyr, MB trac, John Deere, International Harvester, Ford, Steiger, Schlüter, Horsch und T 150-K unter extremen Bedingungen zum Einsatz.



TECHNISCHE DATEN									
Reifengröße	Felge	Aussen- durch- messer (mm)	Reifen- breite (mm)	Radlast bei 0,35 bar (kg)	Auflage- fläche cm ²	Boden- druck (kg/cm ²)	Reifen- gewicht (kg)	Statischer Halbmesser (mm)	Abroll- umfang (mm)
1200 x 650 - 508 (48 x 25 - 20)	20,5 VF	1260	645	1192	2200	0,54	80	555	3793
1200 x 800 - 508 (48 x 31 - 20)	26,0 VF	1260	825	1320	2485	0,53	100	555	3793
1400 x 850 - 635 (56 x 34 - 25)	27,0 - 1,5	1415	860	1510	3090	0,49	140	629,5	4268
1600 x 850 - 635 (62 x 34 - 25)	27,0 - 1,5	1595	865	1950	3600	0,54	160	701	4753
1700 x 850 - 635 (67 x 34 - 25)	30,0 - 1,5	1720	910	2195	3960	0,55	190	751	5188
1700 x 1100 - 635 (66 x 43 - 25)	36,0 - 1,5	1720	1095	2210	4290	0,52	220	751	5188
1850 x 1100 - 813 (73 x 44 - 32)	36,0 VA - 1,7	1819	1100	2410	5470	0,44	265	822	5458



Reifengröße		TRAGLAST - LUFTDRUCK - GESCHWINDIGKEIT							
		Traglast (kg) bei 20 km/h				Traglast (kg) bei 40 km/h			
		Luftdruck (bar/psi)							
		0,35 (5)	0,5 (7)	0,7 (10)	1,0 (15)	0,35 (5)	0,5 (7)	0,7 (10)	1,0 (15)
1200 x 650 - 508 (48 x 25 - 20)	1180	1450	1750	2220	944	1160	1400	1776	
1200 x 800 - 508 (48 x 31 - 20)	1300	1600	1950	2450	1040	1280	1560	1960	
1400 x 850 - 635 (56 x 34 - 25)	1450	1790	2180	2780	1120	1360	1680	2160	
1600 x 850 - 635 (62 x 34 - 25)	1880	2250	2700	3540	1520	1800	2160	3050	
1700 x 850 - 635 (67 x 34 - 25)	2170	2650	3300	4000	1736	2120	2640	3360	
1700 x 1100 - 635 (66 x 43 - 25)	2150	2850	3500	4100	1840	2280	2800	3520	
1850 x 1100 - 813 (73 x 44 - 32)	2320	3070	3765	4420	1985	2460	3020	3800	

MAX. BETRIEBSDRUCK = 1.0bar (15psi)

AUFSTANDSFLÄCHENVERGLEICH



4650 cm²

1860 cm²

LIM LGP REIFEN

RADIAL

1700x1100-635

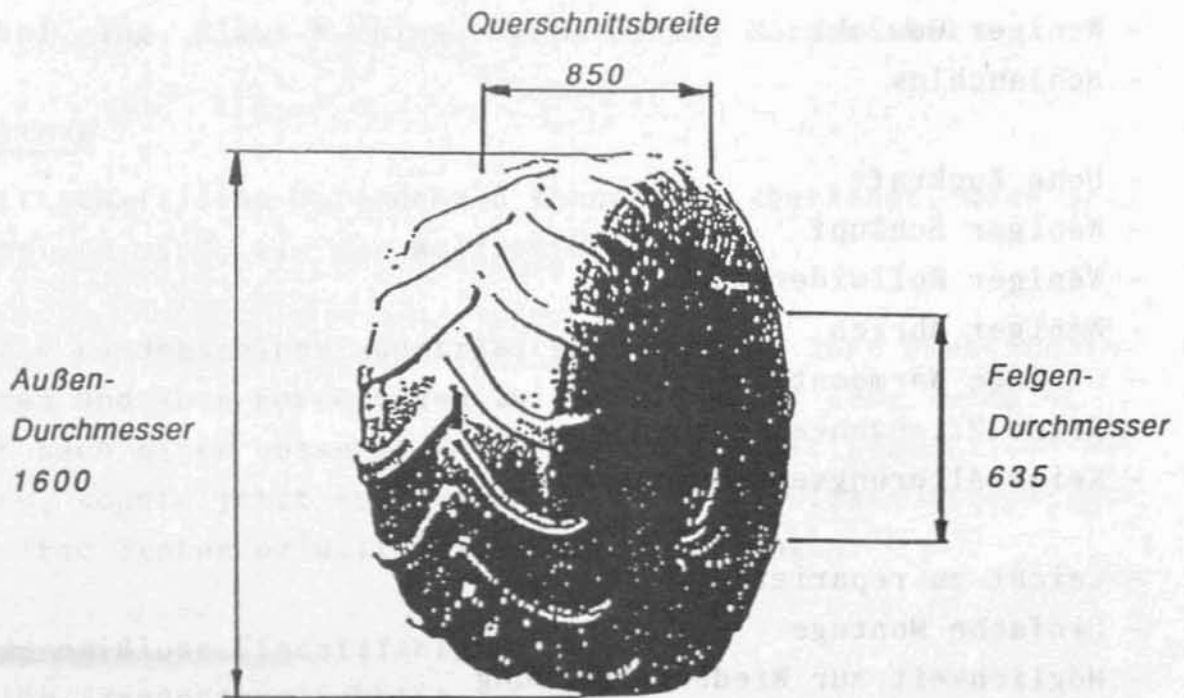
18.4x34

Lim Lgp

UMRÜSTTABELLE - LGP

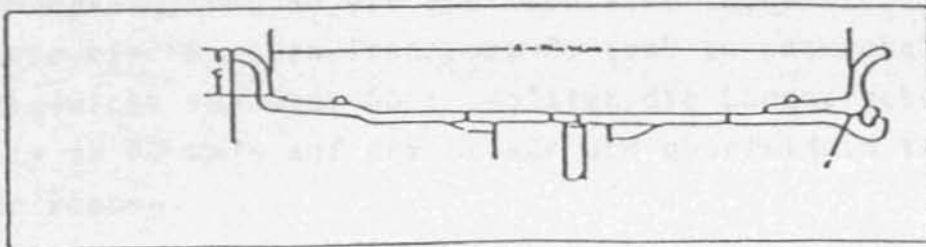
Lim Lgp	1200x650-508 (48x25-20)	1400x850-635 (56x34.00-25)	1600x850-635 (62x34-25)	1700x850-635 (66x34-25)	1850x1100-813 (73x44.00-32)
	1200x800x508 (48x31-20)			1700x1100-635 (66x43-25)	
Standard-Reifen	12.4-24	16.9-26	23.1-26	28.1-26	24.5-32
	13.6-24	18.4-26	16.9-30	23.1-30	30.5-32
	14.9-24	14.9-28	18.4-30	24.5-32	23.1-34
	12.4-26	16.9-28	16.9-34	18.4-34	20.8-38
	13.6-26	14.9-30	12.4-36	20.8-34	18.4-42
	11.2-28	16.9-30	13.6-36	16.9-38	20.8-42
	12.4-28	12.4-32	15.5-36	18.4-38	
	13.6-28	11.2-36	12.4-38		
	9.5-32	12.4-36	13.6-38		
	7.2-36	7.2-40	14.9-38		
			15.5-38		

Die Dimensionsangaben der LIM LGP-Reifen bestehen aus drei Maßen, welche in mm angegeben werden.



LGP-Reifen der Dimension 1600x850x635

Die schlauchlosen LIM LGP-Reifen werden auf geteilte Felgen montiert, wobei ein O-Ring für die Dichtheit sorgt. Durch die Verwendung dieser geteilten Felgen muß der Reifenfuß bei der Montage nicht über das Felgenhorn gepreßt werden, wodurch eine höhere Genauigkeit des Sitzes erreicht wird.



geteilte Felge

Merkmale der LIM LGP-Reifen

- Niederer Luftdruck
- Große Aufstandsfläche
- Weniger Gewicht
- Schlauchlos

- Hohe Zugkraft
- Weniger Schlupf
- Weniger Rollwiderstand
- Weniger Abrieb
- Geringe Wärmeentwicklung
- Keine Pflanzenverletzung
- Keine Alterungserscheinungen

- Leicht zu reparieren
- Einfache Montage
- Möglichkeit zur Wiederverwertung
- Hoher Komfort
- Ökonomischer Produktionsprozeß

Vorteile des LIM LGP

- Weniger Bodenverdichtung
- Einsparung bei Düngemitteln
- Höherer Ernteertrag
- Niedriger Kraftstoffverbrauch
- Minimale Bodenbearbeitung
- Wetterunabhängigkeit
- Niedrigere Traktorreparaturkosten

Neue Laufwerke für Schlepper und landwirtschaftliche Fahrzeuge

Profilbandlaufwerke

von Dipl.-Ing. Klaus Mecking, Firma Claas, Harsewinkel

Einleitung

Landwirtschaftliche Unternehmen können nur überleben, wenn sie innovativer sind, als der Weltwettbewerb.

Wir, die Landmaschinenindustrie, sind bemüht, Ihre Probleme zu erkennen und Ihre Forderungen zu erfüllen. Ihr lang gehegter Wunsch nach einem besseren Fahrwerk für landwirtschaftliche Maschinen, konnte jetzt realisiert werden. Das Claas-Caterpillar Mobil Trac System erfüllt folgende Anforderungen.

1. kompromißlose Einsatzfähigkeit
2. volle Straßentauglichkeit
3. überragende Bodenschonung
4. volle Belastbarkeit
5. hohe Fahrgeschwindigkeit
6. hohe Lebensdauer

Im folgenden Referat möchte ich Ihnen die Entwicklung und das System als solches vorstellen.

1. Entwicklungsgeschichte

Vor ca. 10 Jahren erteilte die amerikanische Regierung den Forschungs-Auftrag an die amerikanische Industrie, für die US-Airforce ein "Raketen-Transport-System" zu entwickeln. Bei einem Gesamtgewicht von über 60 t, sollten die Langstreckenraketen mit bis zu 80 km/h auf der Straße und querfeldein transportiert werden können.

Nach mehreren Studien entschloß sich die Firma Caterpillar, einen völlig neuen Weg zu gehen und die Technologie der Raupenfahrwerke soweit zu verbessern, daß hohe Fahrgeschwindigkeiten möglich wurden.

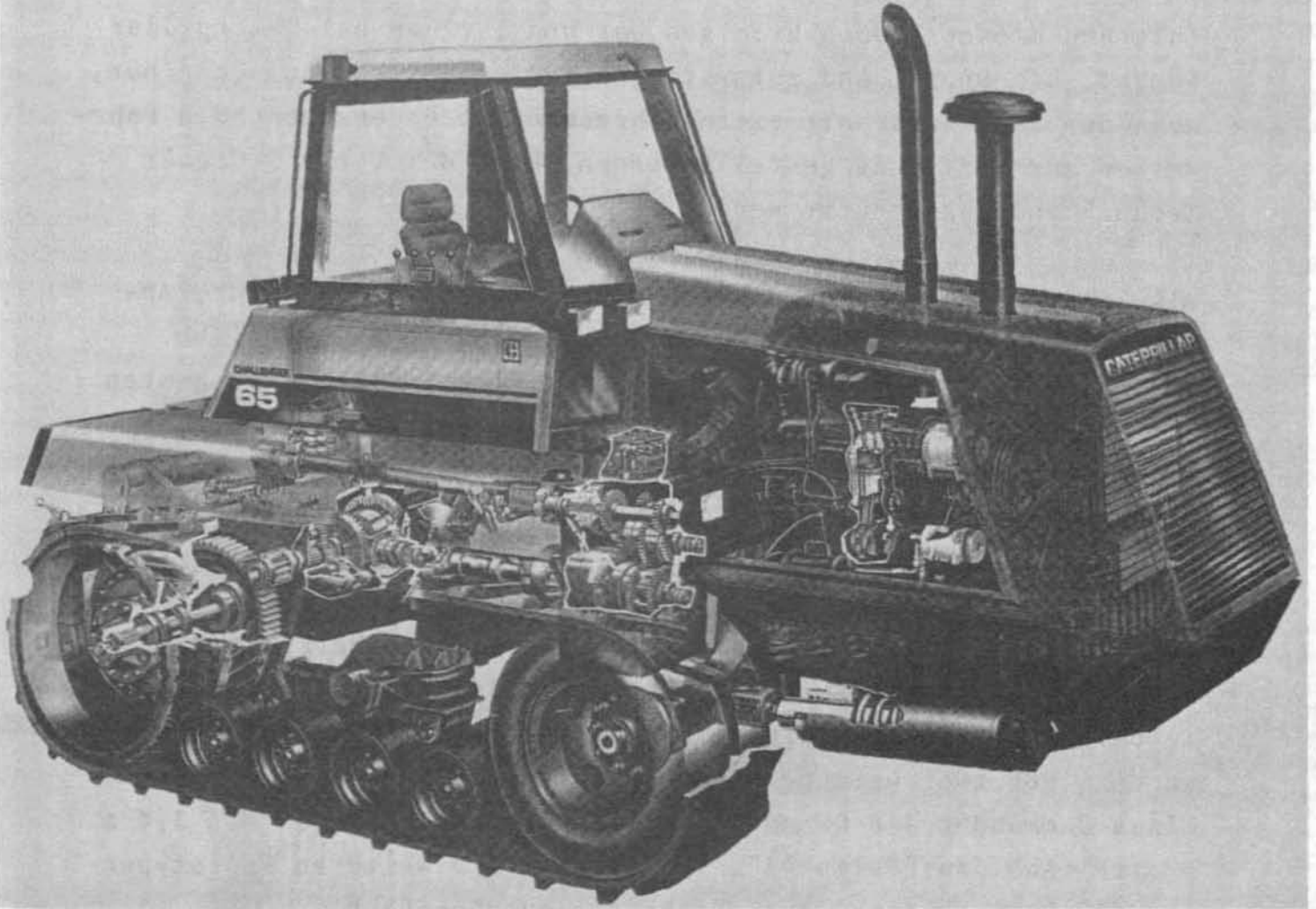
Größtes Handikap waren dabei die Raupenkettensysteme, die mit ihrer hohen Masse und dem unruhigen Lauf eine große Fahrgeschwindigkeit nicht zulassen. Der entscheidende Durchbruch kam mit der Idee, die Gleisketten durch Profillaufbänder zu ersetzen. Es wurde ein Prototyp gebaut, der über lange Zeit im Fahrversuch die Tauglichkeit der neuartigen Laufwerke beweisen konnte.

Leider, oder Gott sei Dank wurde das Projekt abgebrochen, nachdem die neue Politik von "Glasnost + Perestroika" weiterführende Entwicklungen auf dem Gebiet der Langstreckenraketen weniger dringend machte.

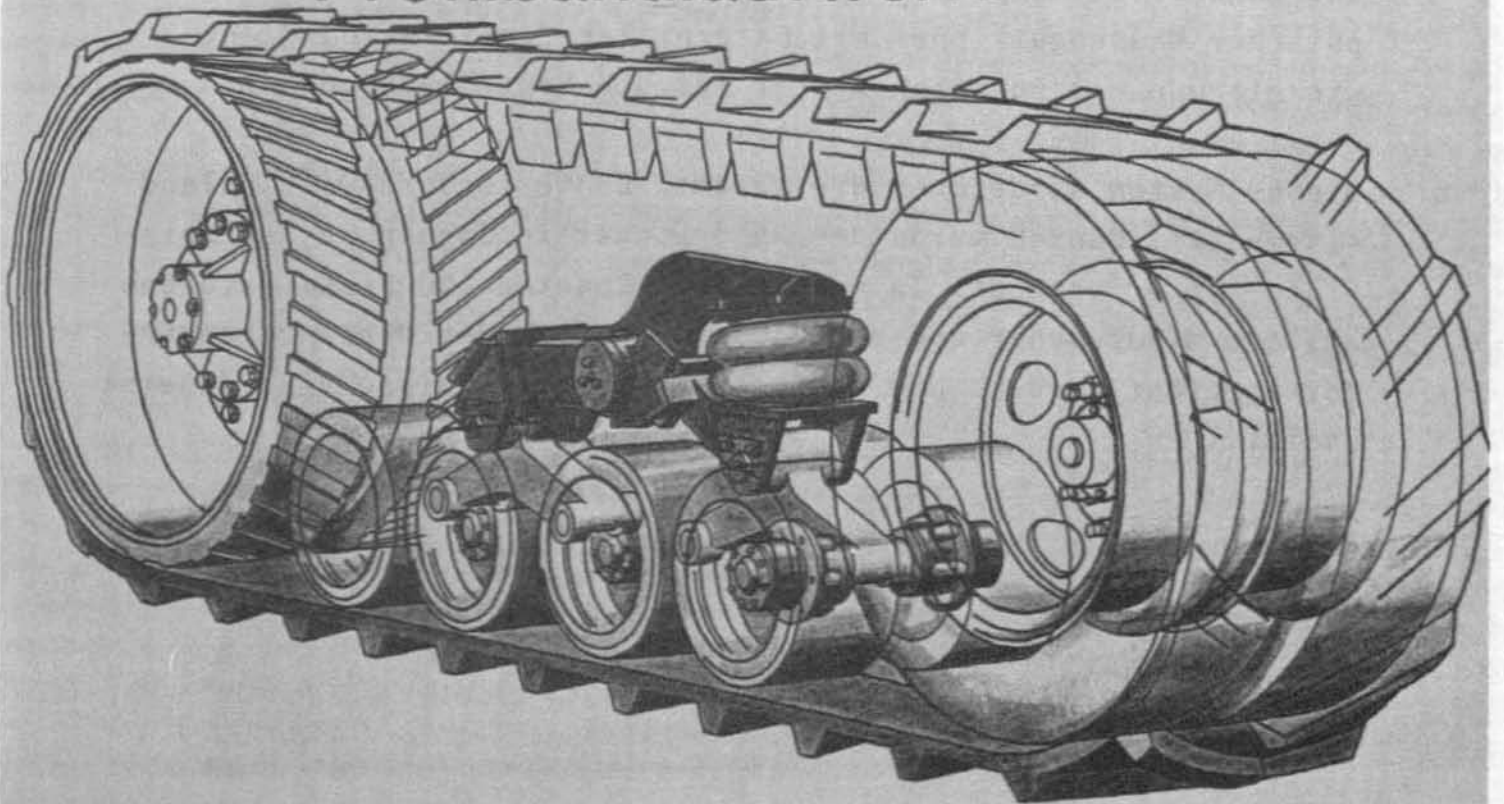
Die Firma Caterpillar beherrschte aber damit die Technik der "Profilbandlaufwerke" und suchte neue Einsatzmöglichkeiten. Sie entschlossen sich, zuerst einen landwirtschaftlichen Schlepper zu bauen, denn die Einsatzverhältnisse in der Landwirtschaft sind im Vergleich zu dem Baumaschineneinsatz doch relativ leicht.

Seit 1980 wurde in mehreren Schritten ein Schlepper für die moderne Landwirtschaft entwickelt (Abb. Seite 41). Nach einer erfolgreichen Vorserie 1986 wurde 1987 mit der Serienproduktion begonnen. Von Anfang an entwickelte sich der Verkauf äußerst positiv. Schon im ersten Jahr wurden im amerikanischen Markt 100 Einheiten ohne Probleme abgesetzt. Obwohl die Radschlepper der gleichen Leistungsklasse mit großen Preisnachlässen angeboten wurden, erzielte der Caterpillar Challenger 65 von Anfang an Listenpreise. Bis heute wurden ca. 500 Maschinen an den Markt ausgeliefert, wobei in jedem Jahr ca. 300 - 400 Einheiten dazukommen.

Caterpillar Challenger 65



Profilbandlaufwerk



Aufgrund dieses großen Erfolges war und ist man bei Caterpillar bemüht, das Profilbandlaufsystem weiter zu verbreiten. Denn nur, wenn der Landwirtschaft viele Fahrzeuge mit bodenschonenden Fahrwerken zur Verfügung gestellt werden, kann der Vorteil dieser Technik voll ausgenutzt werden.

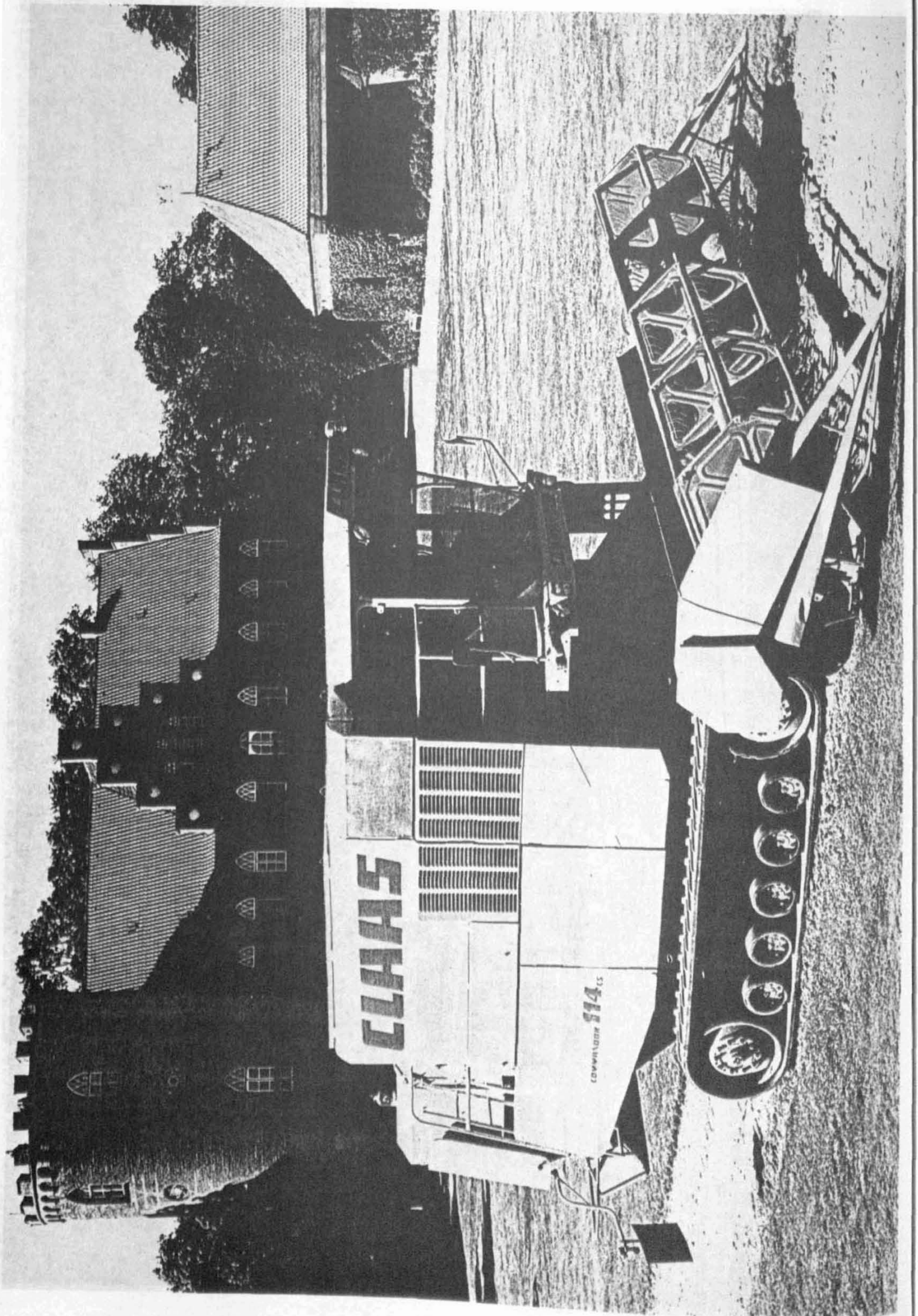
Als Zielvorstellung für das erste Jahr wollte man Traktor, Anhänger und Mähdrescher auf Profilbandlaufwerke stellen (Abb. auf Seite 43). Ein komplettes System sollte im mittleren Westen der USA erprobt werden. Dieses ergeizige Ziel konnte nur mit einem starken Partner erreicht werden. Claas, als Europa's größter Erntespezialist und Caterpillar als Spezialist für Raupenfahrwerke ergänzen sich dabei zu einem sinnvollen Team.

1987 wurde das 1. Funktionsmuster eines Mähdreschers mit dem Mobil Trac System entwickelt. Der Claas Commandor 116 CS bildete dafür die Basismaschine. Nach der erfolgreichen Erprobung wurden 1988 zwei weitere Mähdrescher-Prototypen erstellt. Ein Claas Commandor 116 CS und ein Claas Commandor 114 CS mit 3,4 m Breite (Abb. auf Seite 44). 1989 wird mit 2 weiteren Prototypen in USA ein Marketing-Acceptance Test durchgeführt.

Um auch hier in Europa ein Gesamt-System von Traktor, Anhänger und Mähdrescher erproben zu können, wurde von Claas ein europäischer Massengutkipper mit Caterpillar-Profillaufband entwickelt und als Funktionsmuster für die Ernte 1988 gebaut.

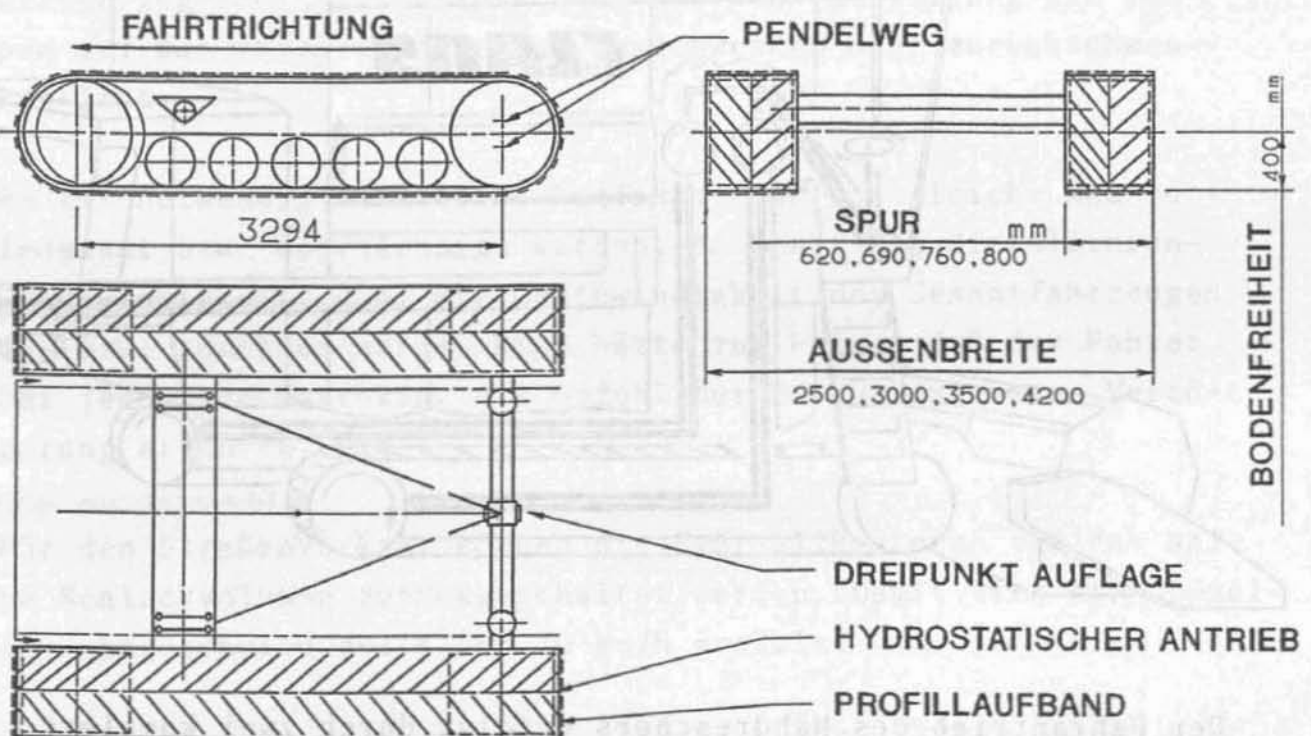
Dieses System wurde über die gesamte Ernte in Nord-Deutschland eingesetzt. Danach wurde der Mähdrescher in Ungarn in der Mais-Ernte weiter erprobt. Im ersten Jahr konnten 700 Einsatzstunden auf dem Mähdrescher und ca. 250 Stunden auf dem Massengutanhänger erreicht werden. Die dabei erzielten Ergebnisse sind äußerst positiv.





2. Was ist MTS (Mobil Trac System)

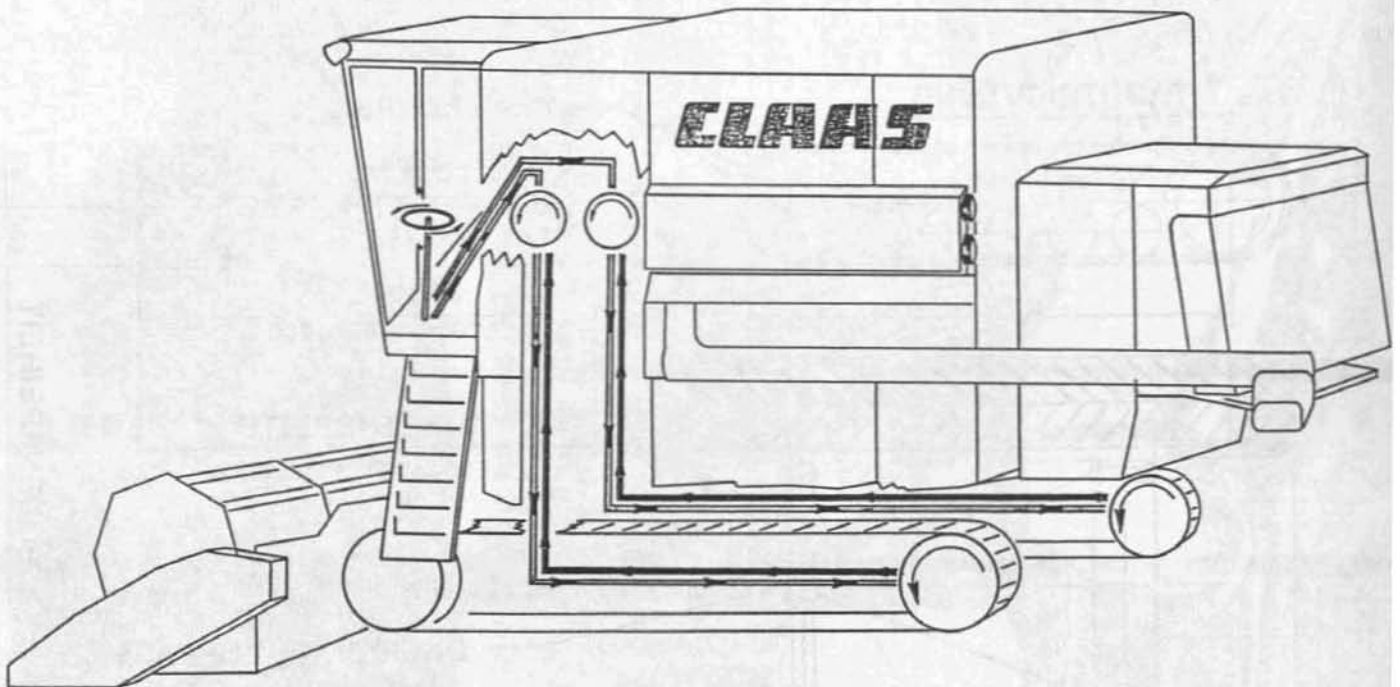
Das Mobil Trac System (Mobiles Laufwerksystem) ist ein Fahrwerk, das universell an viele Erntemaschinen angebaut werden kann. Der Änderungsumfang an der Maschine ist jedoch so groß, daß nicht an eine Nachrüstung von im Markt befindlichen Maschinen gedacht werden kann.



Die Triebachse wird durch eine neue Vorderachse ersetzt. Die Lenkachse wird Ausgleichsachse. Dabei sind beide Achsen starr und ungefedert. Die Laufwerke können jedoch horizontal pendeln. Um dies zu ermöglichen, muß die Ausgleichsachse so angebracht sein, daß sie um ihren Mittelpunkt ebenfalls pendeln kann. Das bedeutet, wenn das eine Laufwerk nach oben pendelt, muß das andere um das entsprechende Maß nach unten ausweichen. Diese

Konstruktion verhindert, daß zu hohe Kräfte aus dem Fahrwerk in die Mähdrescher-Karosserie eingeleitet werden. Um nicht die Karosserie des Mähdreschers selbst ändern zu müssen, wurden die serienmäßigen Anschlüsse der Lenkachse und der Triebachse benutzt.

Der Fahrtrieb



Der Fahrtrieb des Mähdreschers erfolgt durch zwei komplett getrennte Hydrostatisysteme. Der Dieselmotor treibt zwei schnelllaufende Axialkolben-Hydraulikpumpen über einen Stirnradtrieb an. In den Laufwerken sind entsprechend zwei Radial-Kolbenmotoren mit je 5 l Schluckvolumen eingesetzt. Zur Vorwärtsfahrt werden beide Pumpen gleichmäßig ausgeschwenkt. Für beide Laufwerke ergibt sich die gleiche Fahrgeschwindigkeit und damit eine Geradeausfahrt.

Die Lenkung

Die Lenkung erfolgt nach einem sehr einfachen Prinzip. Verlangsam man das eine Laufwerk und beschleunigt dabei das Andere um das gleiche Maß, ergibt sich eine Kurvenfahrt. Je größer die Differenzdrehzahl der Laufwerke wird, um so enger wird die Kurvenfahrt.

Der Lenkbefehl folgt folgendem Schema: das Lenkrad steuert ein Potentiometer, dieser Befehl wird an eine kleine Elektronik weiter gegeben, die entsprechend der Lenkradstellung die Pumpen auf das entsprechende Maß ausschwenken oder zurückschwenken läßt.

Es ist notwendig, daß beide Laufbänder um das gleiche Maß verlangsamt bzw. beschleunigt werden, da sonst die Mittellinien-Geschwindigkeit, d.h. die Geschwindigkeit des Gesamtfahrzeuges ab- bzw. zunehmen würde. Dies hätte zur Folge, daß der Fahrer bei jeder Lenkkorrektur das Gefühl der Beleunigung oder Verzögerung erfahren würde.

Für den Straßenverkehr können die Hydraulikmotoren auf das halbe Schluckvolumen zurückgeschaltet werden. Damit wird die doppelte Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h erzielt.

Diese hohe Fahrgeschwindigkeit ist auch auf dem Feld möglich, da für die Lenkung des Fahrzeugs ohnehin hohe Antriebsleistungen erforderlich sind. In jedem Antriebsstrang wurde in etwa die gleiche Leistung installiert, wie in einem mit Radlaufwerk ausgerüsteten Claas-Mähdrescher.

Ein großer Vorteil dieses Systems ist, daß der Fahrer im Fahrerstand keine neuen Instrumente oder Bedienelemente vorfindet. Nach wie vor hat er das Original-Lenkrad und den Vorfahrthebel zur Verfügung. Versuche mit verschiedenen Fahrern haben gezeigt, daß nur eine kurze Eingewöhnungszeit notwendig ist.

Das Profillaufband

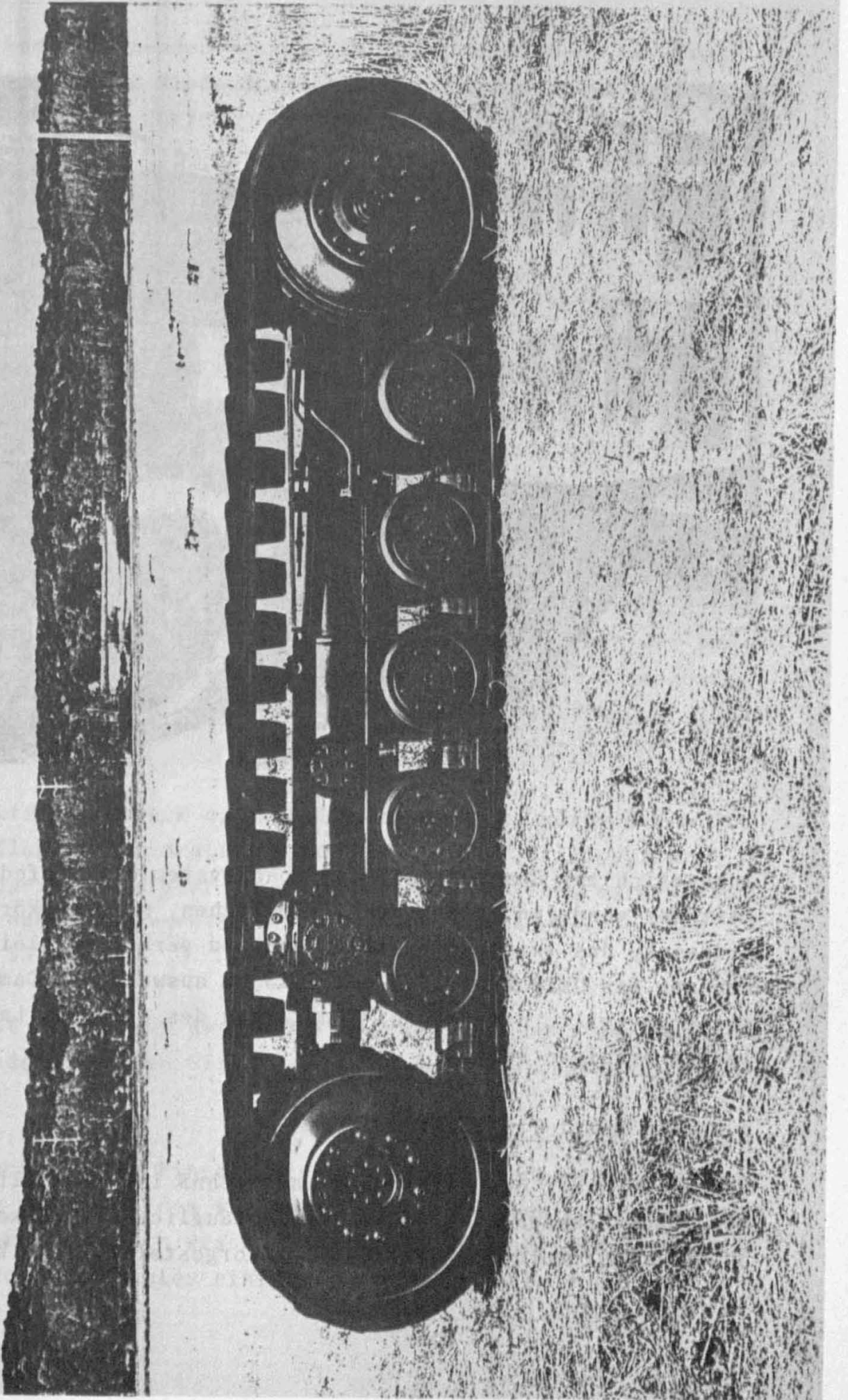
Das Laufband besteht aus Gummi und Stahlseilen in verschiedenen Lagen (Abb. Seite 49). Der Aufbau ist ähnlich wie bei LKW-Reifen, nur nicht in gekrümmter Form, sondern in flacher Form. Innerhalb des Laufbandes werden keine Stahlplatten benötigt, die die Quer- oder Längssteifigkeit erhöhen. Das Besondere an dem Caterpillar Mobil Trac System ist, daß von innen im Laufband keinerlei Verzahnung mit dem Triebbad existiert. Der Antrieb erfolgt vielmehr wie bei einem Flachriemen.

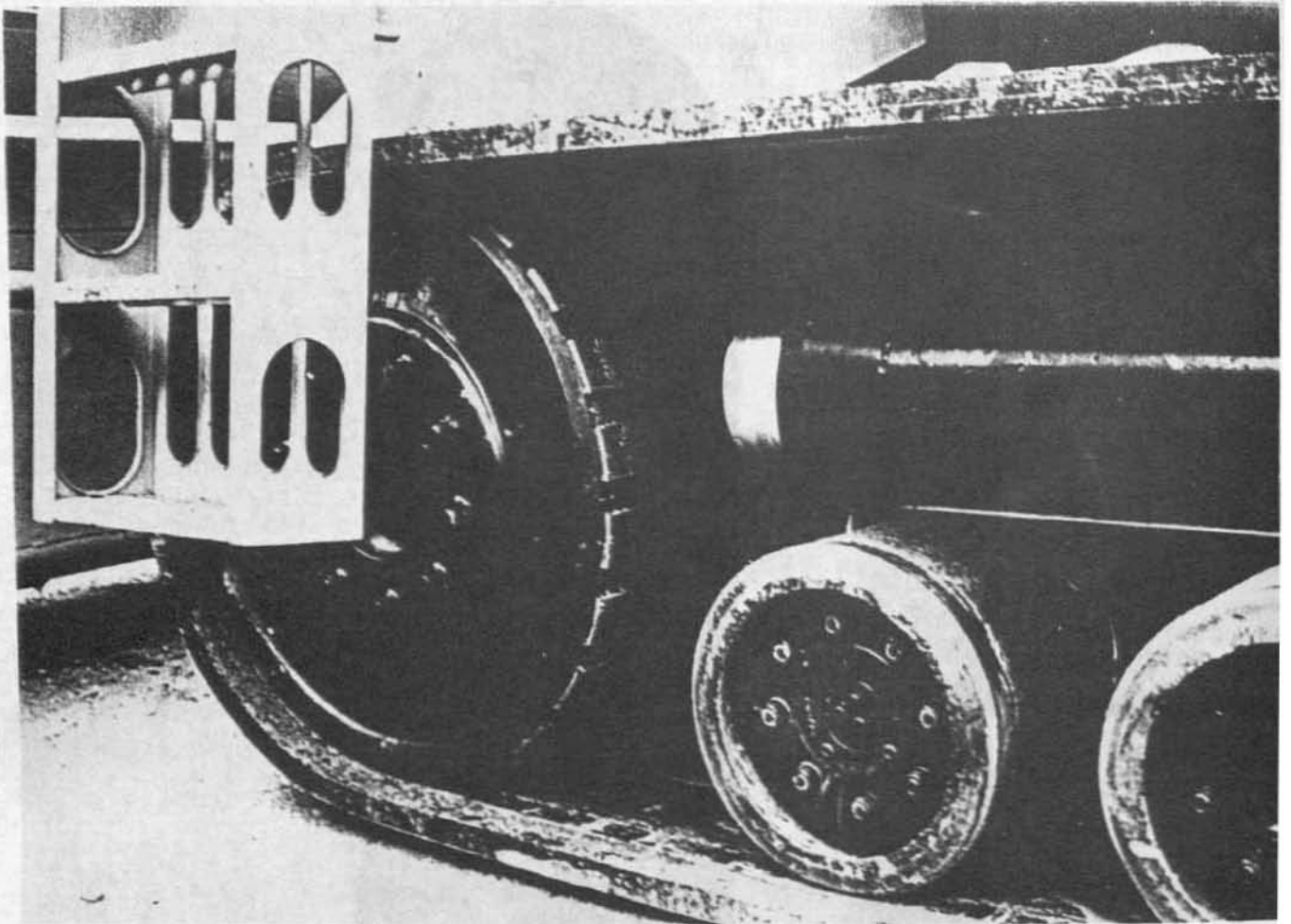
Die innen erkennbaren Führungsstollen dienen lediglich der Seitenführung. Das Band hat nur eine geringe Quersteifigkeit, deshalb müssen die Laufrollen und Umlenkräder über fast die gesamte Breite des Laufbandes reichen. Alle Laufrollen und Umlenkräder sind ähnlich wie bei einer Zwillingbereifung paarig angeordnet, um in der Mitte Platz für die Führungsstollen zu haben. Rollen und Räder sind mit einer Hartgummischicht versehen. Diese erhöht erstens den Reibfaktor Band - Triebbad und verhindert ein Anhaften von Erdreich.

Das Laufband und die Laufrollen sind praktisch verschleißfrei, da sie keine Verzahnung haben. Der Schlupf zwischen Triebbad und Laufband ist sehr gering, da ein Spannsystem eine sehr hohe Vorspannung im Band hält.

Das Spannsystem

Das Spannsystem arbeitet hydraulisch pneumatisch. Die notwendige Federwirkung wird durch eine Stickstoff-Füllung erzeugt. Die Höhe der Vorspannung richtet sich einerseits nach dem Antriebsmoment des Hydromotors und das wiederum nach dem Gewicht des Fahrzeuges. Andererseits muß natürlich auf jeden Fall gewährleistet sein, daß Lenkung, Antrieb und Bremsen funktionsfähig bleiben. Auch bei Ausfall eines Laufwerkes ist immer noch eine ausreichende Bremsverzögerung erreichbar.





Zusätzlich zur Spannung muß das Spannsystem die Einfedermöglichkeit des vorderen Umlenkrades ermöglichen, um Fremdkörper oder Erdreich, das zwischen Laufband und Rad gerät, ausgleichen zu können. Das Umlenkrad kann max. 125 mm ausweichen. Damit ist auch sichergestellt, daß der Auf- und Abbau des endlosen Laufbandes leicht erfolgen kann.

3. Warum Mobil Trac System

Erstmals in der Geschichte der Landtechnik ist es möglich geworden, Bodenschonung und volle Straßentauglichkeit zu kombinieren. Schon früher wurden andere Systeme vorgestellt, aber keiner der

wirklich bodenschonenden Systeme ist hoch belastbar. Der Praktiker weiß z.B., daß Niederdruckreifen nicht mit hohen Kräften beansprucht werden dürfen.

Daß zu hoher Bodendruck auf die Erträge und das Pflanzenwachstum Einfluß hat, ist ebenfalls bekannt.

Zur Verdeutlichung zwei Infrarotaufnahmen, die deutliche Schäden in den Fahrspuren zeigen, die durch zu frühes Befahren des Feldes im Frühjahr verursacht wurden.

Meßergebnisse

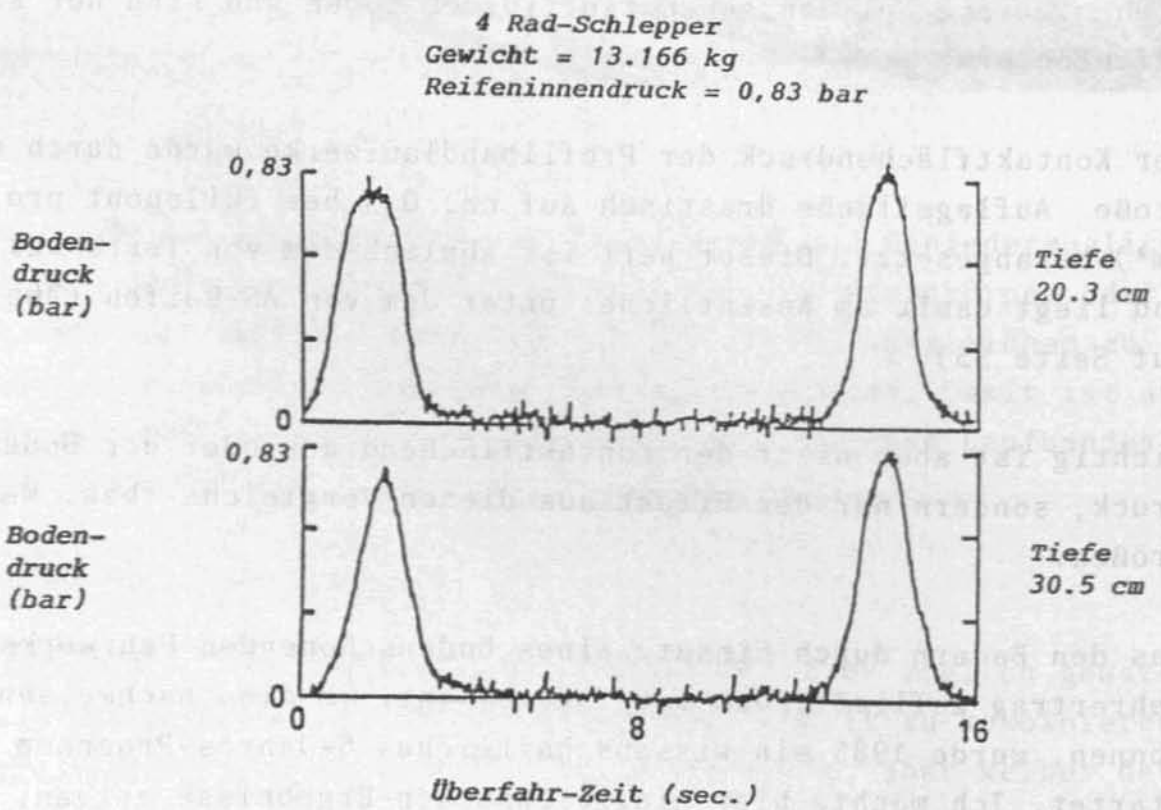
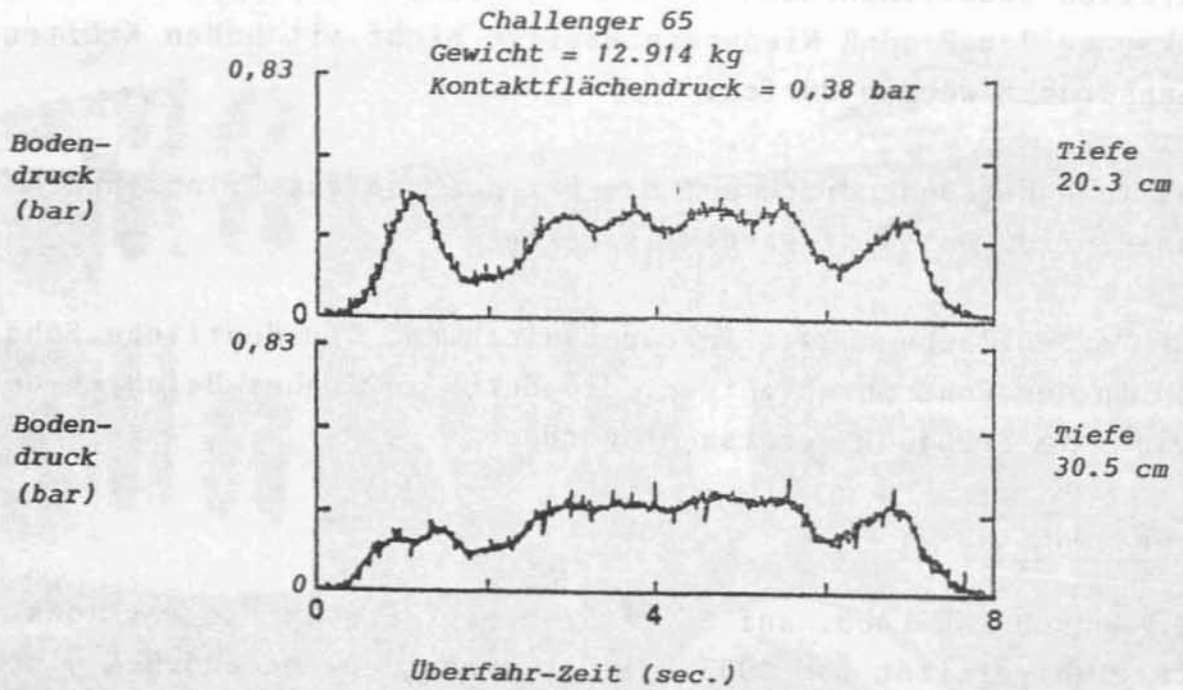
Der Meßschrieb (Abb. auf Seite 52) zeigt Ergebnisse der Iowa State Universität von 1987/2/. Der dynamische Bodendruck eines MTS-Fahrzeuges in der Ackerkrume ist beim Überfahren wesentlich ausgeglichener und geringer, als der einer vergleichbaren Radmaschine. Deutlich erkennt man die beiden Druckspitzen der beiden Achsen der Radmaschine, die beim Überrollen der Krume entstehen. Diese Spitzen gehen tief in den Boden und sind nur schwer aufzulockern.

Der Kontaktflächendruck der Profilbandlaufwerke wurde durch die große Auflagefläche drastisch auf ca. 0,4 bar (kilopont pro cm^2) herabgesetzt. Dieser Wert ist ähnlich dem von Terra-Reifen, und liegt damit um Wesentliches unter dem von AS-Reifen (Abb. auf Seite 53).

Wichtig ist aber nicht der Kontaktflächendruck oder der Bodendruck, sondern nur der Effekt aus diesen Vergleichs- bzw. Meßgrößen.

Was den Bauern durch Einsatz eines bodenschonenden Fahrwerks an Mehrertrag zufließt, das ist interessant. Um dies nachweisen zu können, wurde 1985 ein wissenschaftliches 6-Jahres-Programm gestartet. Ich möchte hier einige Zwischen-Ergebnisse zeigen.

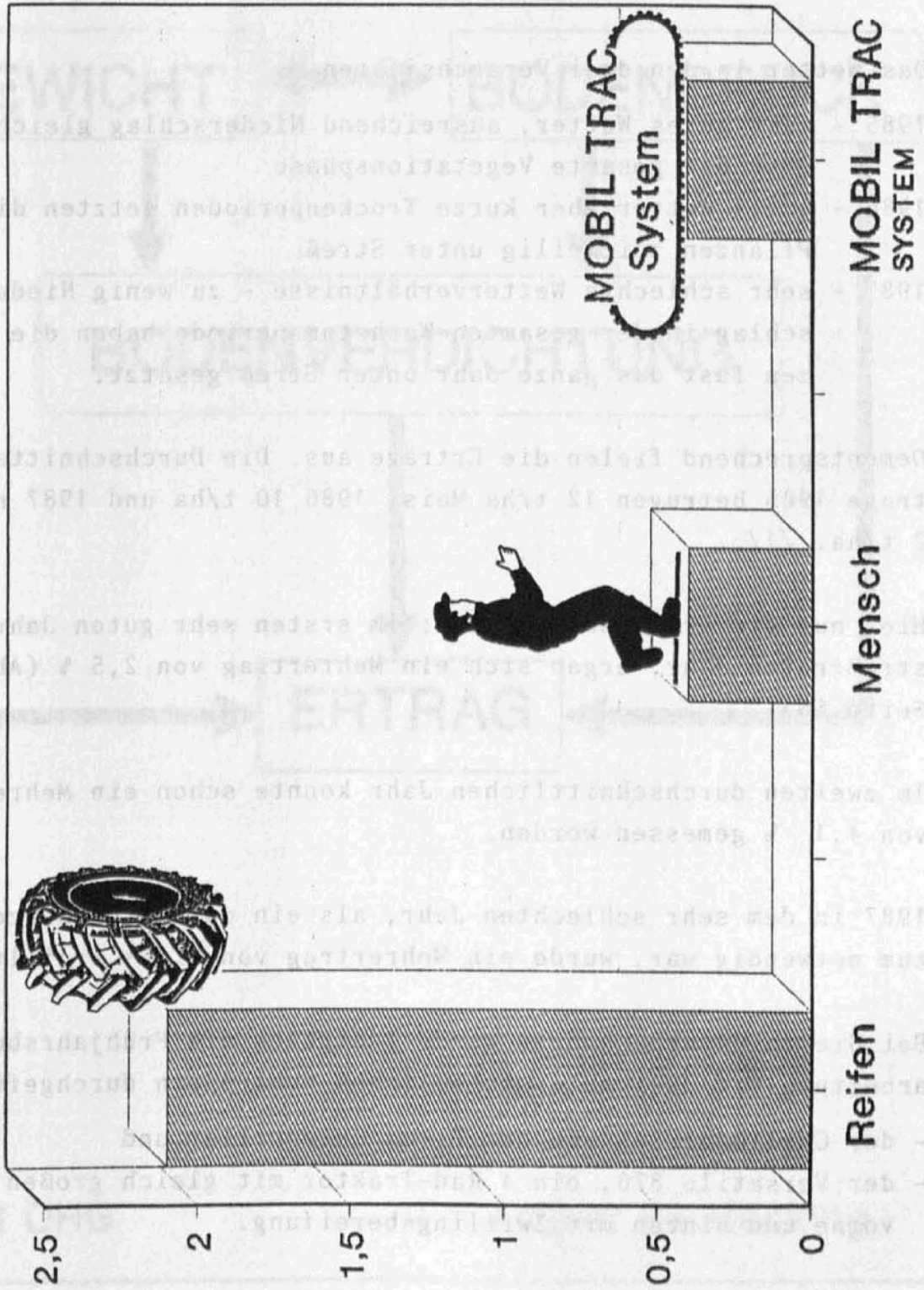
Bodendruck unter Fahrwerk



CLAAS

Januar 89
Mecking

Kontaktflächendruck $\text{kp/cm}^2 = \text{bar}$



Zuerst die Zusammenhänge zwischen Gewicht und Ertrag (Abb. auf Seite 55). Das Gewicht erzeugt Bodendruck, der Bodendruck erzeugt Bodenverdichtung, und die Bodenverdichtung hat entscheidenden Einfluß auf den Ertrag.

Das Wetter in den drei Versuchsjahren

- 1985 - sehr gutes Wetter, ausreichend Niederschlag gleichmäßig über die gesamte Vegetationsphase
- 1986 - gutes Wetter aber kurze Trockenperioden setzten die Pflanzen zeitweilig unter Streß
- 1987 - sehr schlechte Wetterverhältnisse - zu wenig Niederschlag in der gesamten Wachstumsperiode haben die Pflanzen fast das ganze Jahr unter Streß gesetzt.

Dementsprechend fielen die Erträge aus. Die Durchschnittserträge 1985 betragen 12 t/ha Mais, 1986 10 t/ha und 1987 nur 7 t/ha. /1/.

Hier nun die Ertragsergebnisse: im ersten sehr guten Jahr, dem streßfreien Jahr, ergab sich ein Mehrertrag von 2,5 % (Abb. auf Seite 65).

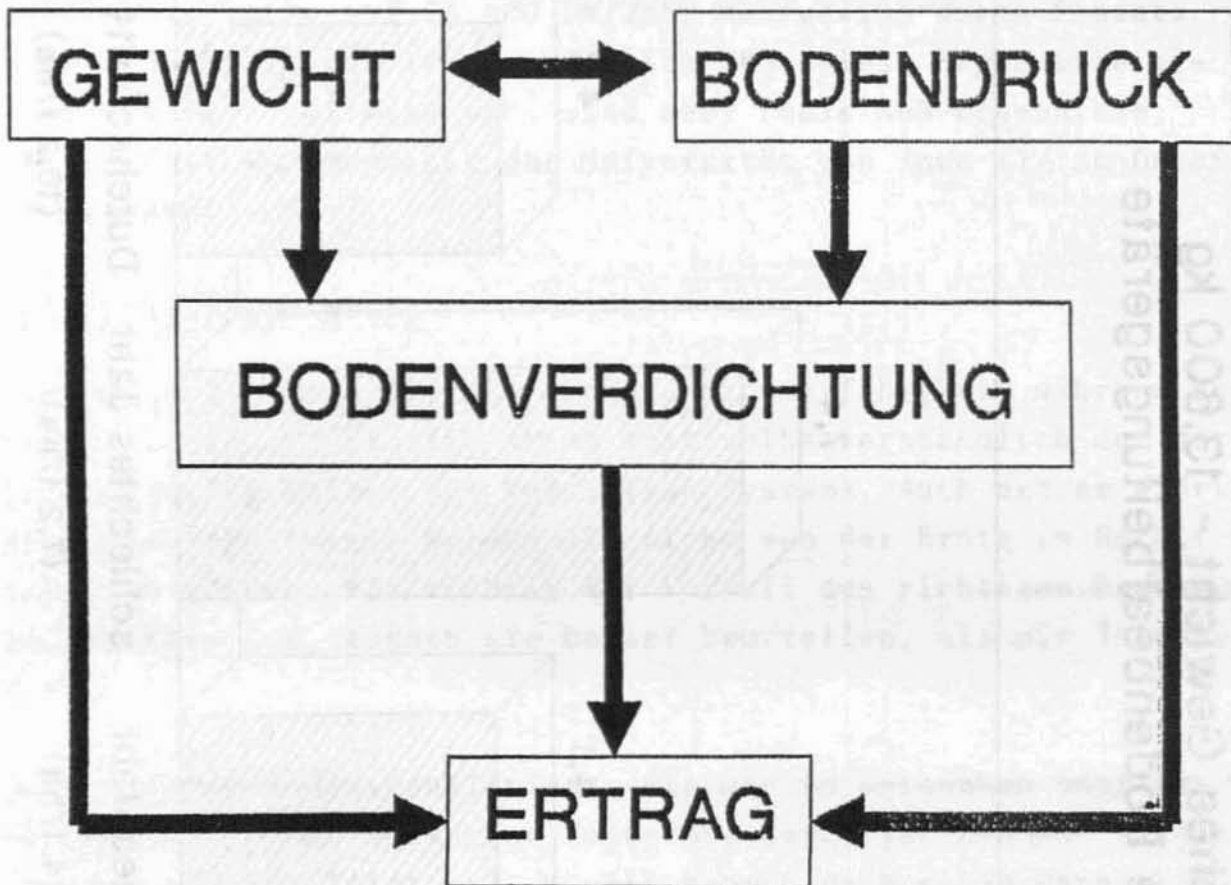
Im zweiten durchschnittlichen Jahr konnte schon ein Mehrertrag von 4,1 % gemessen werden.

1987 in dem sehr schlechten Jahr, als ein optimales Wurzelwachstum notwendig war, wurde ein Mehrertrag von 7,4 % erzielt.

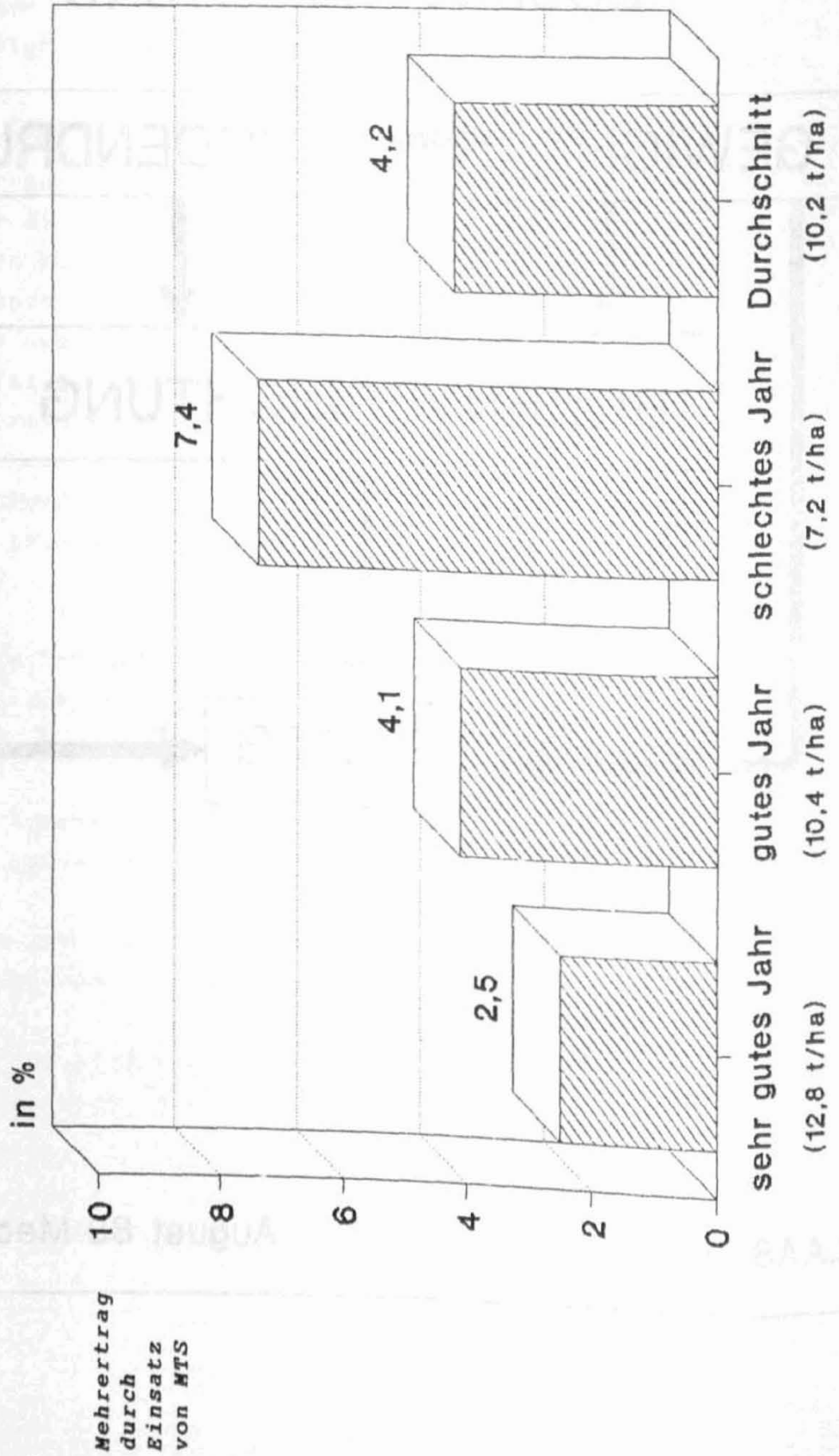
Bei diesen Untersuchungen wurde lediglich die Frühjahrsbodenbearbeitung mit zwei unterschiedlichen Schleppern durchgeführt:

- der Challenger 65 von der Firma Caterpillar und
- der Versatile 876, ein 4 Rad-Traktor mit gleich großen Reifen vorne und hinten mit Zwillingsbereifung.

EINFLUSSFAKTOREN BODENVERDICHTUNG



VERGLEICH CHALLENGER 65 - VERSATILE 876
Gleiches Gewicht - 13.600 kg
Gleiche Bodenbearbeitungsgeräte



Bei Mais (44 DM/dt) ist der Mehrertrag 188 DM/ha im Jahr.

Beide Fahrzeuge hatten gleiches Gewicht von 13,6 t und zogen das gleiche Bearbeitungsgerät.

Rechnet man diese Ergebnisse hoch, so kommt man bei 300 ha Bearbeitungsfläche auf 56.400 DM/Jahr Mehrgewinn durch Einsatz eines MTS-Fahrzeugs (Abb. auf Seite 58). Diese Ergebnisse erscheinen sehr optimistisch, sind aber reale Meß-Ergebnisse, die im Forschungsbericht der Universität von Iowa /1/ im Detail nachzulesen sind.

Hohe Einsatzfähigkeit

Ein weiterer Punkt ist die erhöhte Einsatzfähigkeit während der Ernte. Diese ergibt sich schon fast selbstverständlich aus der großen Auflagefläche des Mobil Trac Systems. Auch extrem widrige Bodenverhältnisse werden sie nicht von der Ernte im Herbst abhalten können. Wie wichtig der Vorteil des richtigen Erntezeitpunktes ist, können sie besser beurteilen, als wir Ingenieure.

Auch extreme Bodenverhältnisse, wie sie im Reisanbau oder im Spätherbst in der Mais- und Sojaernte auftreten können, wurden überzeugend bewältigt. Da, wo ein Mensch noch gehen kann, kann ein Fahrzeug mit MTS auch arbeiten. Dabei bleiben die Felder in einem guten Zustand. Spuren treten kaum auf.

Fahrgeschwindigkeit

Mehrerträge sind aber nicht der einzige Vorteil des Mobil Trac Systems. Der Praxis-Einsatz in diesem Jahr hat deutlich gezeigt, daß durch die sehr lange Auflagefläche des Laufwerks Schlaglöcher überbrückt und somit beim Fahren kaum wahrgenommen werden. Bodenwellen, die kürzer als die Hälfte der Fahrwerkslänge sind, werden über- und nicht durchfahren. Die Straßengeschwindigkeit von 20 km/h kann ohne Probleme auf allen Arten von Feldern gefahren werden.

ERGEBNISSE

ERTRAGSERHÖHUNG

MTS - RAD
CHALLENGER 65 - VERSATILE 876

gleiche Maschinengewichte (13600 kg)
gleiche Bodenbearbeitungsgeräte
zwei Bearbeitungsgänge Frühjahrsbestellung

1985	---	320 kg/ha	-	2,5%
1986	---	447 kg/ha	-	4,1%
1987	---	533 kg/ha	-	7,4%

Schnitt - 428 kg/ha - 4,2%

MEHRGEWINN pro HEKTAR:

$44 \text{ DM/dt} * 4,28 \text{ dt/ha} = 188 \text{ DM/ha}$

MEHRGEWINN bei: 300 ha

$188 \text{ DM/ha} * 300 \text{ ha} = 56.400,- \text{ DM/Jahr}$
nur durch Einsatz eines MTS- Fahrzeugs
bei der Frühjahrsbestellung

CLAAS OHG

August 88 Mecking

Schlupf

Ein weiterer großer Vorteil ist der geringe Schlupf des Mobil Trac Systems. Unter max. Zugbelastung erreicht der Schlupf nur ein Bruchteil des Wertes, wie bei vergleichbaren Radschleppern. /3/. Ich darf an dieser Stelle daran erinnern, daß bis zu 15 % der Energie bei Radschleppern durch Schlupf verloren geht.

Rollwiderstand

Ein weiterer Pluspunkt des Systems ist der sehr geringe Rollwiderstand. So läßt sich im aufgebockten Zustand das System von Hand durchdrehen. Bei Straßenfahrt ergibt sich ein ähnlicher Rollwiderstand wie bei einer Radmaschine.

Der erhebliche Vorteil des Systems zeigt sich aber erst auf dem Feld. Dadurch, daß das Fahrzeug kaum einsinkt, steigt der Rollwiderstand nur geringfügig an. Messungen zeigten, daß auf dem Feld nur 10 % höhere Werte gemessen wurden, als auf der Straße.

Hangstabilität

Bei dem Profillaufband stehen bis zu 10 mal mehr Stollen im Eingriff, als bei normalen AS-Reifen. Dadurch ergibt sich eine hervorragende Hangstabilität. Auch an extremen Seitenhängen läuft die Maschine geradeaus, ohne Tendenzen des Abdriftens zur Seite. Auch ein Abdriften mit dem Heck ist nicht zu erkennen. Das Ernten von Reihenkulturen am Hang ist dadurch mit dem Mobil Trac System sehr einfach möglich.

4. Kostensituation

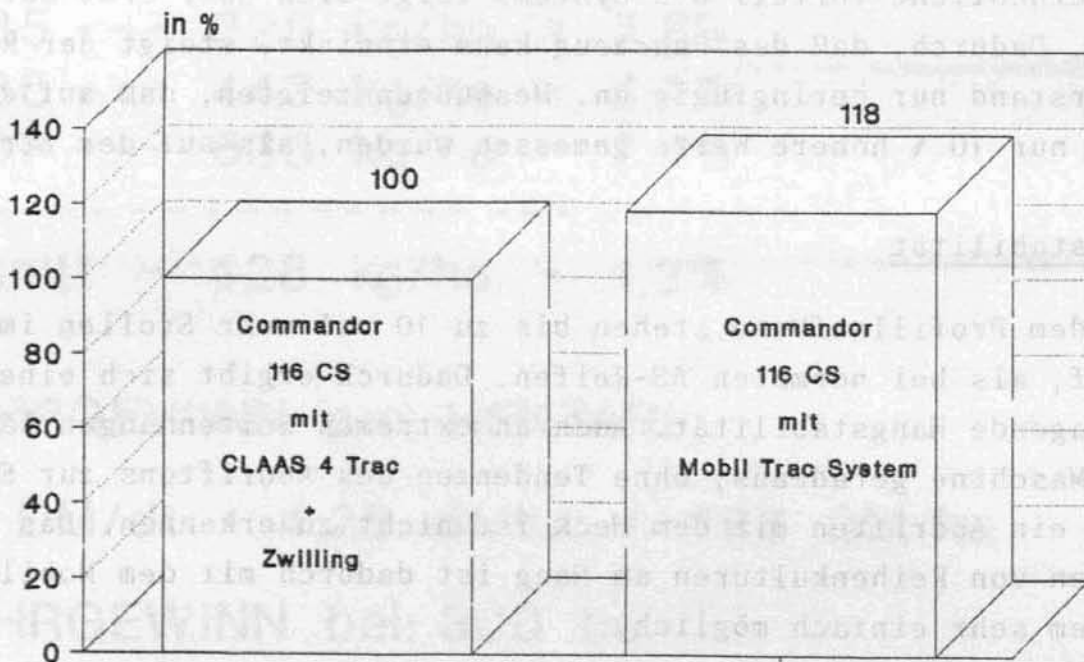
Von Anfang an waren wir bemüht, ein Produkt zu schaffen, das nicht nur technisch ausgefeilt und überzeugend ist, sondern das auch rentabel einsetzbar ist. Um Ihnen einen Überblick zu geben, möchte ich folgenden Vergleich machen:

Ein Commandor 116 CS mit Allrad-Antrieb und Zwillingsbereifung wird zu 100 % eingesetzt.

Nach heutiger Kalkulation würde Commandor 116 CS mit Mobil Trac System 118 % kosten.

Die Weiterentwicklungen lassen schon heute erkennen, daß wesentliche Kostenreduzierungen möglich sind. Angestrebt wird ein Wert von ca. 110 %.

Kostenvergleich



5. Nachteile des Mobil Trac Systems

5.1. Hohes Gewicht

Das Mobil Trac System hat ein relativ hohes Gewicht. Das Mähdreschergewicht wird um ca. 15 % erhöht. 28 Räder, Laufrollen und Umlenkräder müssen aufgehängt, gelagert und abgedichtet werden. Jedes einzelne Rad muß in der Lage sein, ca. das halbe Fahrzeuggewicht zu tragen. Zusätzlich zu diesen Rädern und Lagerungen kommt das Profillaufband.

5.2. Der Verlust der Reifendämpfung

Rein theoretisch ist die Federwirkung so groß wie bei einem Hartgummirad. Die Laufruhe ist jedoch wesentlich besser, als bei einem hartgummibereiften Fahrzeug, da Schlaglöcher nicht wahrgenommen werden. Bodenerhebungen können allerdings von dem Fahrwerk nicht ausgeglichen werden.

5.3. Die hohe erforderliche Lenkleistung

Wenn das Fahrzeug gelenkt werden soll, muß das Profillaufband auf dem Untergrund seitlich radieren. Dadurch ergibt sich eine Antriebskraft, die ca. 80 % der Gewichtskraft des Fahrzeugs entsprechen muß.

5.4. Freiräume

Dadurch, daß die Laufwerke an der ganzen Maschinenlänge vorbeilaufen, müssen zusätzliche Freiräume geschaffen werden. Trotzdem läßt es sich nicht vermeiden, daß die Gesamtbreite des Fahrzeugs zunimmt. Bei dem Commandor 115 CS mit MTS konnte noch eine Breite von 3400 mm erreicht werden. Damit sind in Deutschland und Europa Ausnahmegenehmigungen für den Straßenverkehr zu erhalten. Beim Commandor 116 CS ist dies zur Zeit nicht möglich, da Breiten von 4100 mm von den Straßenverkehrsbehörden generell abgelehnt werden.

6. Zukunft des Mobil Trac Systems

Die Zusammenarbeit der Firma Claas mit der Firma Caterpillar führte zu einem funktionsfähigen System. Es erlaubt Traktor, selbstfahrende Arbeitsgeräte und auch gezogene Geräte mit dem Profilbandlaufwerk auszurüsten. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit zur kompromißlosen Einsatzfähigkeit und zur konsequenten Bodenschonung. Auch bei hoch beanspruchten Fahrzeugen muß nicht mehr auf Bodenschonung verzichtet werden. Die Einsatzfähigkeit ist unter allen Bedingungen gegeben. Erntezeitpunkte werden nicht vom Wetter, sondern von Ihnen, den Landwirten bestimmt (Abb. auf Seite 63).

Sie brauchen keine Fahrzeuge mehr auf das Feld lassen, die den Boden mit mehr als 0,4 kilopont pro cm² belasten. Nicht nur Mäh-drescher, sondern alle Erntemaschinen wie

selbstfahrende Häcksler,
Rüben- und Kartoffelroder,
Feldspritzen,
Massengutanhänger,
Gülletankwagen,
Kunstdüngerstreuer und
andere Maschinen und Geräte

können mit dem Mobil Trac System ausgerüstet werden.

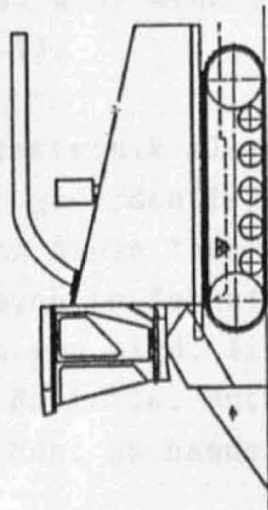
Literaturhinweis

/1/ ASAE Paper, D.C. Erboch, S.W. Melvin; Ames Iowa USA
Effects of Tractor Tracks During
Secondary Tillage on Corn Production
No 86-1533, December 16-19, 1986

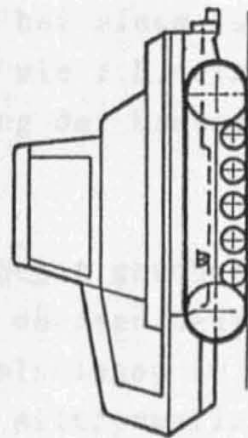
Landwirtschaft 2000

Fahrzeugsystem mit geringem Bodendruck

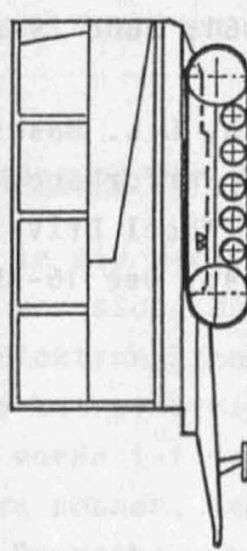
Erntemaschine



Schlepper



Gezogenes Fahrzeug



/2/ ASAE Paper, W.C. Evans, D.S. Gove; Peoria, Illinois
Rubber Belt Track in Agriculture
No 86-1061; June 29-July 2, 1986

/3/ ASAE Paper, J.H. Esch, L.L. Bashford; K.v. Bargaen
Tractive Performance of Rubber Belt Track
and Four Wheel Drive Agricultural Tractors
No 86-1546; Dec 16-19, 1986

Normung der mobilen Elektronik

von Dr. Hermann Auernhammer, Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan

1. Elektronik wird zur Ergänzung der Mechanik

Der Einzug der Elektronik in die Mechanik und damit in die Landtechnik geht unaufhaltsam vor sich. Waren es bisher eher nur ausgesprochene Pioniere und Elektronikfans, welche ausschließlich auf Elektronik setzten, so hat sich mittlerweile das Bild grundsätzlich gewandelt. Allen voran ist der Marktführer beim Schlepperumsatz in Deutschland zu nennen, der seit der Agritechnica '87 alle Schlepper der großen Baureihe serienmäßig mit einem elektronischen Differentialsperrenmanagement ausstattet. Allradmanagement findet darüberhinaus bei einem kanadischen Hersteller ebenso serienmäßig Anwendung, wie z.B. ein Fahrerinformationssystem mit automatischer Schaltung der Lastschaltstufen im österreichischen Nachbarland.

Elektronik hat zudem in längst gewohnten Einrichtungen erhebliche Umsatzzahlen erreicht. So dürften heute schon mehr als 15 000 elektronische Hubwerksregelanlagen im Einsatz sein. Die Zahl der mobilen Agrarcomputer hat mittlerweile den Wert 5 000 weit überschritten und bei den sogenannten Bordcomputern sind einzelne Hersteller ebenfalls schon über eine Ausrüstungsmarke von 10 000 Einheiten gekommen (Abb. 1).

Aus all dem folgt, daß Elektronik als neue Technik auch in der Landtechnik unverzichtbar geworden ist und daß der Landwirt trotz weiter zögerndem Verhalten diese Technik einzusetzen bereit ist. Daß sich dieser Vorgang auch in Zukunft nicht verlangsamen, sondern eher sogar beschleunigen wird, liegt an den unbestreitbaren Vorteilen elektronischer Bauteile. Auch wenn diesen unverkennbare Nachteile gegenüberstehen, so handelt es sich dabei doch allen-

Prozessrechner		Betriebsrechner	
Krafftfutteranlagen	5 000	MS-DOS - Systeme	3 000
Schweinefütterungscomputer	7 000	andere (v.a. VC...)	2 000
Tränkeabrufautomaten (Kälber)	1 000	Btx-Anschluß	100
Abruffütterungsanlagen für Sauen	200	Prozessrechneranschluß	100
EHR-Anlagen	15 000		
Schleppermonitore	15 000		
Düngecomputer	100		
Verlustmonitore an Mähreschern	2 500		
Spritzcomputer (Insel und Universal)	2 500		
mobile Agrarcomputer	5 000		
etwa	53 300	etwa	5 200

Abb. 1: Vorsichtige Schätzung über den derzeitigen Einsatz der Elektronik in der Landwirtschaft der BR-Deutschland

falls um temporäre Erscheinungen, deren Beseitigung nur eine sehr begrenzte Frage der Zeit sein kann. Letztlich überwiegen somit die Vorteile eindeutig, wie die nachfolgende Gegenüberstellung zeigt.

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
kleine Bauart	zu wenig ausgebildetes Servicepersonal
zunehmende Verbilligung der Bausteine	wenig verfügbares "know how" in den Betrieben
zunehmende Leistung der Bausteine	Einschränkungen der Zuverlässigkeit in Grenzbereichen niedriger und hoher Temperaturen

hohe Zuverlässigkeit

mögliche Probleme in Spannungsfeldern von Sendeanlagen

Einbeziehung der Zeit und der Information (wird zu "technisch installierter Intelligenz")

Möglichkeit der Eigendiagnose (ständige, automatisierte Überwachung)

Elektronik ist somit generell als eine Ergänzung der mechanischen Technik zu sehen, welche über die Energie und die Stoffvielfalt der vergangenen Epochen mehr Intelligenz in die Technik bringt und damit dieses Hilfsmittel einer deutlichen Aufwertung unterzieht. Über diese Fähigkeit wird Technik in Verbindung mit Elektronik eine unverzichtbare Erweiterung innerhalb der Betriebsführung, wodurch im Zeichen der Diskussionen um Umweltbelastung und Überdüngung gezielte neue Handlungsmöglichkeiten geschaffen werden.

2. Elektronik übernimmt unterschiedliche Aufgaben

Elektronik übernimmt innerhalb der Technik unterschiedliche Aufgaben (Abb. 2).

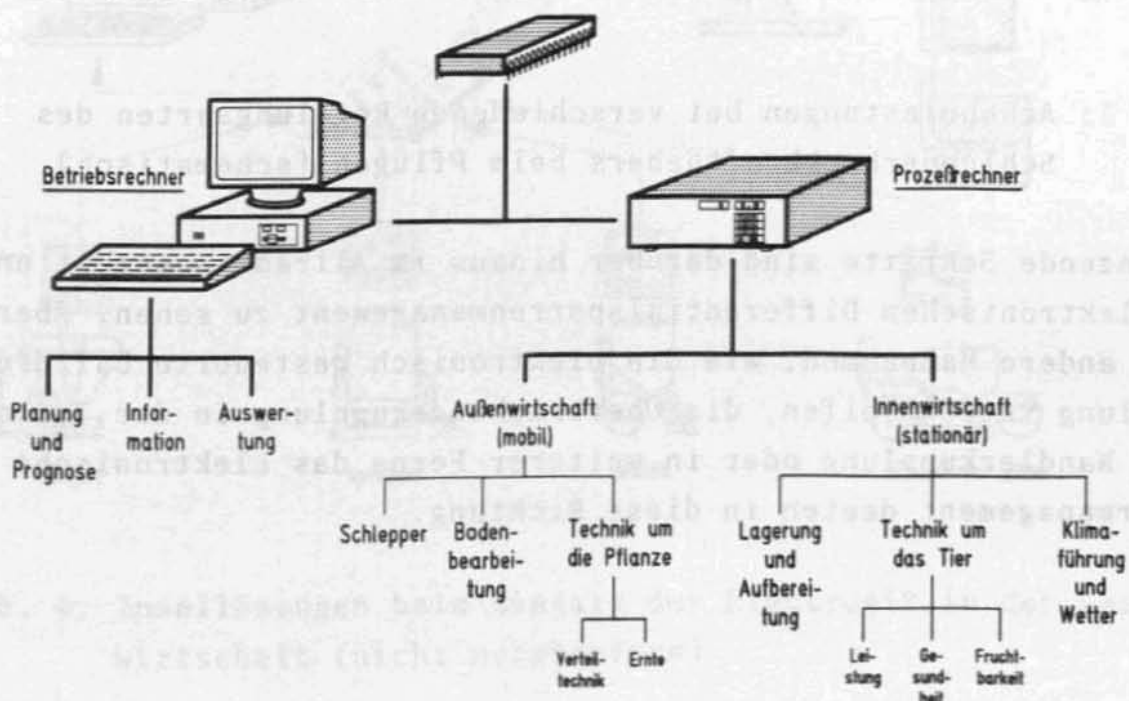


Abb. 2: Einsatzformen der Mikroelektronik in der Landwirtschaft

2.1 Elektronik im Schlepper

Der Schlepper ist ein Zug- und Antriebsfahrzeug. Elektronik kann dabei helfen, die Leistungsübertragung zu verbessern. Typische Einrichtungen dafür sind die heute in nahezu jedem größeren Schlepper vorhandene elektronische Hubwerksregelung, womit während des Zuges eine zusätzliche Belastung der Hinterachse (bei gleichzeitiger Entlastung der Vorderachse) erfolgt. Einen weiteren Schritt wird deshalb zwangsläufig die elektronisch geregelte dynamische Ballastierung (Abb. 3) darstellen.

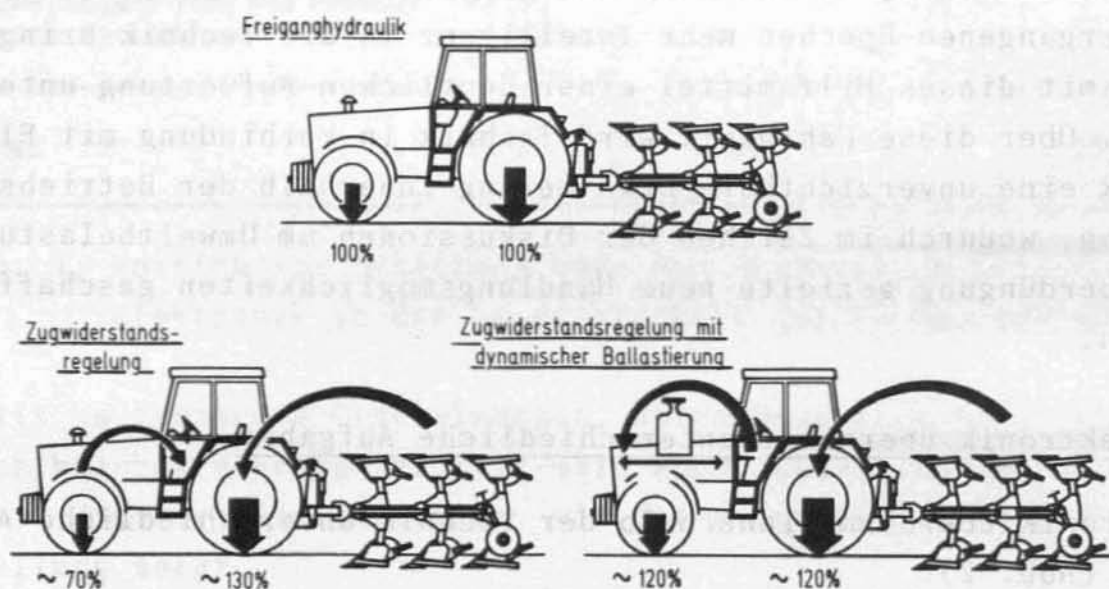


Abb. 3: Achsbelastungen bei verschiedenen Regelungsarten des Schlepperheckkrafthebers beim Pflügen (schematisch)

Ergänzende Schritte sind darüber hinaus im Allradmanagement und im elektronischen Differentialsperrenmanagement zu sehen. Aber auch andere Maßnahmen, wie die elektronisch gesteuerte Luftdruckregelung in den Reifen, die Überbrückungskupplung in der Turbo-, bzw. Wandlerkupplung oder in weiterer Ferne das elektronische Motormanagement deuten in diese Richtung.

Allen diesen Elektronikeinsätzen ist jedoch gemein, daß diese innerhalb des Schleppers erfolgen, und damit auf das Schlepperumfeld nahezu keinen Einfluß haben. Eine Normung ist deshalb weder notwendig noch wünschenswert, weil sonst die Uniformität im Schlepperbau weiter zunehmen und die, die Entwicklung fördernde Konkurrenz weiter verringert würde.

2.2 Elektronik im Gerät

Ohne Gerät leistet der Schlepper keine eigentliche Arbeit. Deshalb bedarf die Kombination Schlepper und Gerät einer besonderen Betrachtung. Bei Verteil- und Pflegearbeiten steht dabei immer die exakte Verteilung durch das Gerät, bzw. eine exakte Arbeit an der Pflanze im Vordergrund. Die eigentliche Steuer- und Regelaufgabe nimmt dabei das Gerät wahr, welches auch in Zukunft unabhängig vom Schlepperhersteller problemlos anzubauen und einzusetzen sein muß. Typischerweise fand deshalb die Elektronik in den Verteilgeräten zuerst in Form von autark arbeitenden Systemen statt (Abb. 4).

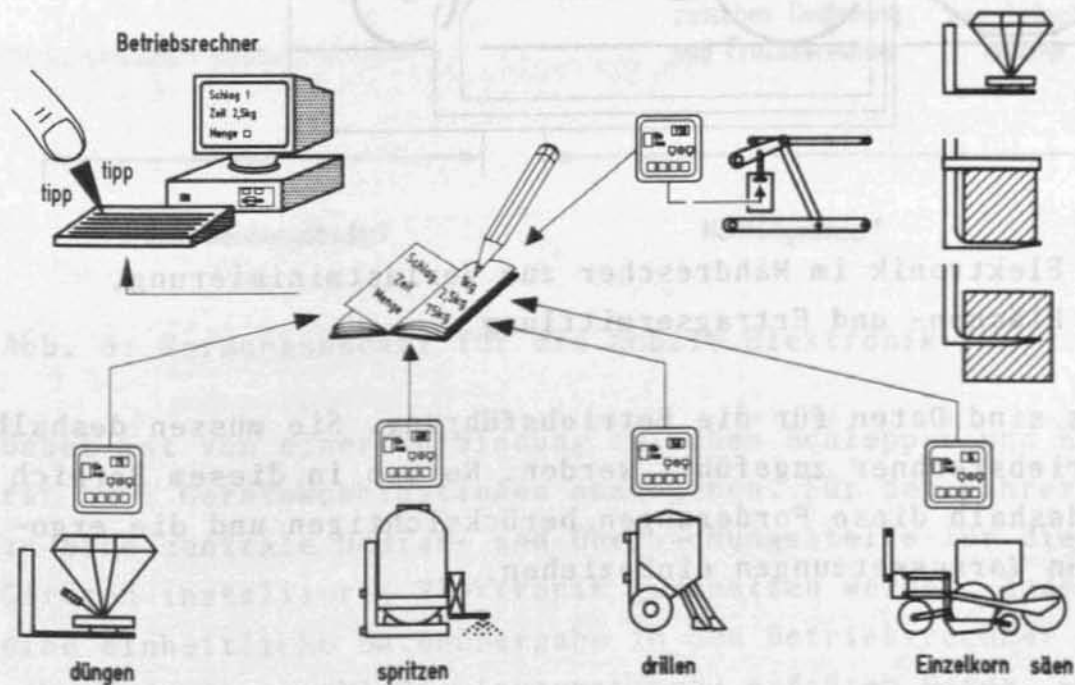


Abb. 4: Insellösungen beim Einsatz der Elektronik in der Landwirtschaft (nicht normkonform)

2.3 Elektronik in Erntemaschinen

Vergleichbar den Schleppern findet auch in den Erntemaschinen die Elektronik einen mehr internen Einsatz, wobei die Verlustminimierung im Vordergrund des Interesses steht. Deshalb wird auch bei dieser Technik eine Normung derzeit noch die Ausnahme sein. Eine andere Situation entsteht jedoch dann, wenn daneben auch die Flächen- und die Ertragsermittlung angestrebt wird (Abb. 5).

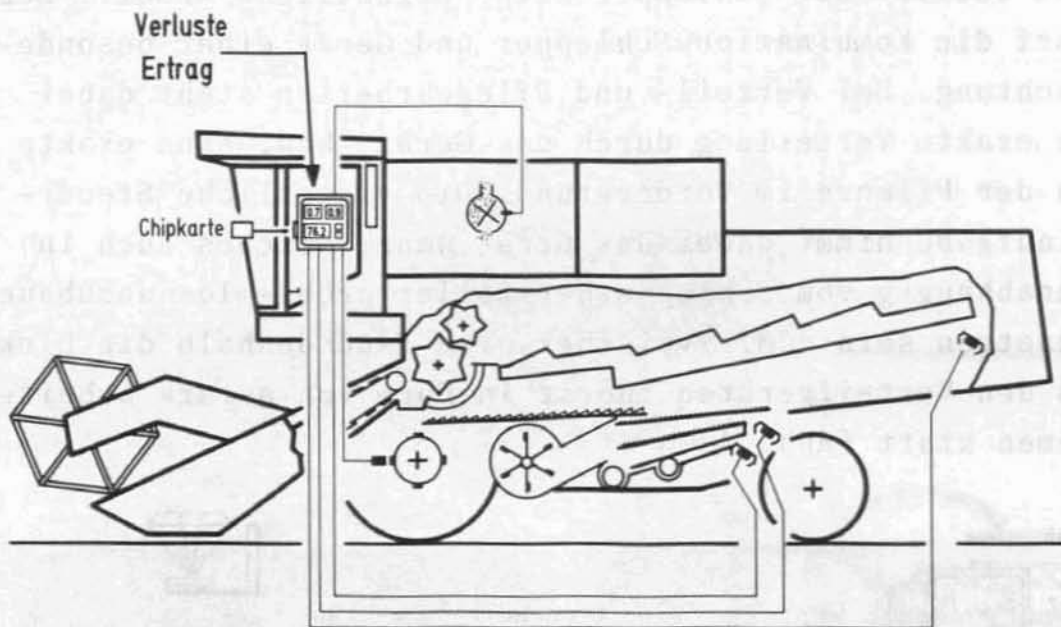


Abb. 5: Elektronik im Mähdrescher zur Verlustminimierung, Flächen- und Ertragsermittlung

All dies sind Daten für die Betriebsführung. Sie müssen deshalb dem Betriebsrechner zugeführt werden. Normen in diesem Bereich müssen deshalb diese Forderungen berücksichtigen und die ergonomischen Voraussetzungen einbeziehen.

3. Normung wird nur für extern arbeitende Elektronik benötigt

Aus diesen Zusammenhängen resultiert die Forderung, daß nur für die extern eingesetzte Elektronik eine Norm benötigt wird. Interne Regelkreise in Schleppern und Erntemaschinen werden dadurch nur insoweit betroffen, als dafür unter Umständen entsprechende Übergänge für dort erzeugte oder benötigte Daten vorhanden sein müssen. Der Normungsbedarf beschränkt sich somit in erster Linie auf die Pflegeschlepper mit ihren angebauten Geräten und er erfaßt erst in zweiter Linie die Zugschlepper mit den dabei eingesetzten Maschinen und Geräten und erst danach die selbstfahrenden Erntemaschinen. Er läßt sich nach Abbildung 6 definieren.

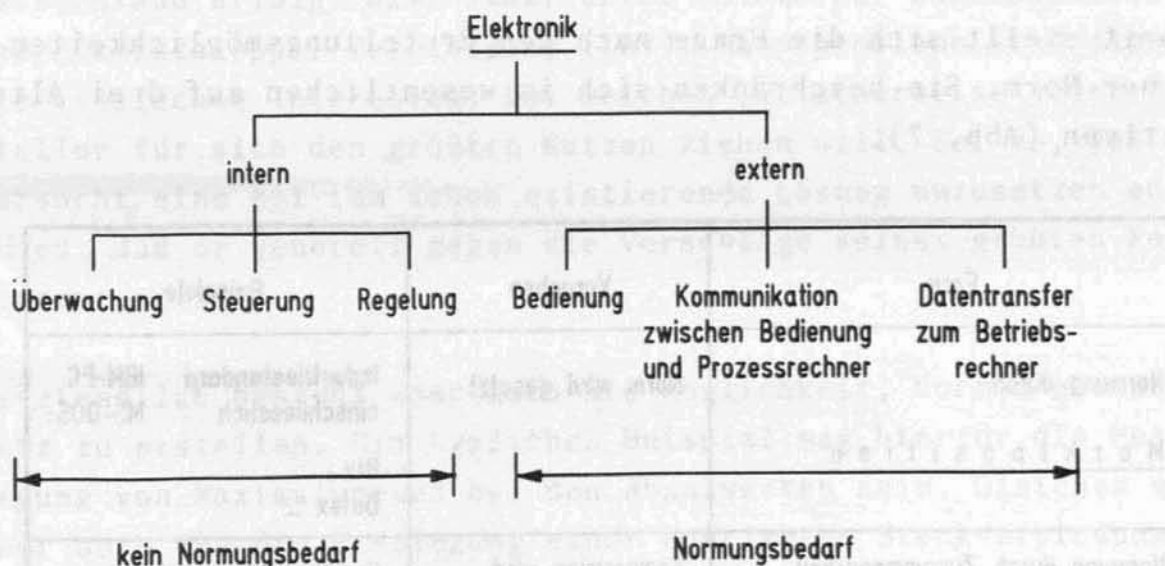


Abb. 6: Normungsbedarf für die mobile Elektronik

Dabei ist von einer Verbindung zwischen Schlepper und Einzelgerät bzw. Gerätekombinationen auszugehen. Für den Fahrer muß dazu eine zentrale Bedien- und Überwachungsstelle für die in den Geräten installierte Elektronik geschaffen werden. Zudem ist eine einheitliche Datenübergabe in den Betriebsrechner vorzusehen, damit sowohl die (automatisch) erfaßten Daten, wie auch

die erforderlichen Steuer- und Regelbefehle aus dem Betriebsrechner in die mobile Prozeßtechnik zu übergeben sind. Nur dann wird es möglich sein, daß künftig der Landwirt

- seine Technik (auch in umfassender Kombination) vom Fahrersitz aus bedienen,
- Geräte unterschiedlicher Hersteller problemlos einsetzen
- und so kostengünstig unter konkurrierenden Anbietern auswählen kann, wobei
- Investitionen von heute sinnvolle Investitionen für morgen sein müssen.

4. Möglichkeiten der Normung

Somit stellt sich die Frage nach den Erstellungsmöglichkeiten einer Norm. Sie beschränken sich im wesentlichen auf drei Alternativen (Abb. 7).

Form	Vorgehen	Beispiele
Normung durch <u>Marktposition</u>	Norm wird gesetzt	Industriestandard einschliesslich IBM-PC MS-DOS; Btx ; Datex ...
Normung durch Zusammenarbeit <u>aller Betroffenen</u>	Kompromiss wird erarbeitet	Frontlader-Kategorie; Dreipunkthydraulik; Zapfwellenprofile; Zapfwellendrehzahlen; Zapfwellenanordnung
Normung per <u>Gesetz</u>	Norm wird erzwungen	Kraftsteckdosen für Strom; Abgasgrenzwerte; maximale Achslasten

Abb. 7: Möglichkeiten der Erstellung von Normen

Am einfachsten (und zugleich am problemlosesten) lassen sich Normen durch den übermächtigen Marktführer einführen (er setzt die Norm). Als typisches Beispiel sei aus dem EDV-Bereich der heutige Industriestandard IBM-PC und das dazugehörige Betriebssystem MS-DOS genannt. Gleiches gilt für den Monopolisten, wie z.B. die Deutsche Bundespost (sie gibt die Norm vor). Ähnliches könnte auch für das führende Forschungsinstitut gelten, wobei derartige Situationen allenfalls in kleinen Ländern oder im nichttechnischen Bereich anzutreffen sind.

Gibt es den eindeutigen Marktführer nicht, dann muß eine Normengruppe aus den verschiedenen Interessenten gebildet werden. In Deutschland erfolgt dies immer unter Leitung der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV). Hauptprobleme sind dabei die vielfachen Interessen, bei welchen logischerweise jeder Hersteller für sich den größten Nutzen ziehen will. Sei es, daß er versucht, eine bei ihm schon existierende Lösung umzusetzen oder sei es, daß er generell gegen die Vorschläge seines größten Konkurrenten ist.

Letztendlich besteht aber auch die Möglichkeit, Normen per Gesetz zu erstellen. Ein typisches Beispiel mag hierfür die Festlegung von Maximalwerten bei den Abgaswerten sein. Gleiches gilt aber auch für die Festlegung einer bestimmten Steckverbindung im Elektrizitätsbereich. Derartige Normen sind somit eigentlich erst das letzte Mittel, eine Einigung zu erzwingen.

Schließlich sei auch noch auf den Zeitpunkt einer Normung hingewiesen. Dabei darf Normung in der Regel nicht zu früh kommen. Ansonsten besteht der Nachteil einer zu starken Einschränkung der herstellereigenen Entwicklung. Normung darf aber auch nicht zu spät erfolgen, weil sonst eine Vielzahl von Kunden zwangsläufig in eine falsche, nicht normgerechte Technik investiert hat und weil womöglich eine andere Norm aus dem Ausland

deutliche Nachteile für die heimische Industrie mit sich bringt. Somit besteht für die Normung der Zwang, den richtigen Zeitpunkt zu erreichen, ohne die genannten Nachteile beider Zeitpunkte zu groß werden zu lassen.

5. Schnittstellennormung durch die LAV

Aufbauend auf diese Überlegungen wurde im Juni 1986 bei der LAV eine eigene Arbeitsgruppe "Schnittstellennormung" ins Leben gerufen. Ihre Arbeit wurde auf zwei Lösungsansätze ausgerichtet, nämlich einer sogenannten Kurzfristlösung und einer längerfristig zu erarbeitenden Bus-Lösung.

5.1 Kurzfristlösung

Mit der Kurzfristlösung sollte Fehlinvestitionen der Landwirtschaft und der Landmaschinenindustrie entgegengewirkt werden. Dazu mußte jedoch eine starke Einschränkung in der möglichen Festschreibung hingenommen werden. Als Norm entstand die Definition einer Signalsteckdose für die am häufigsten auch heute zur Gerätesteuerung schon benötigten, Signale Vorfahrt (Weg), Zapfwelldrehzahl und Position des Dreipunktgestänges. Für die genannten Signale wurden die physikalischen, die protokollarischen und die räumlichen Anforderungen vorgegeben (Abb. 8).

Für jeden vorgesehenen Sensor wurde ein Draht und damit ein Pin in der Dose vorgesehen. Es stehen zwei Wegsignale zur Verfügung. Zum einen wird der theoretische Weg (aus dem Getriebe) als Signal bereitgestellt. Dieses Signal müßte heute schon jeder Neuschlepper zur Verfügung stellen. Zum anderen wird auch der wahre (schlupffreie) Weg an der Signalsteckdose verfügbar gemacht, falls z.B. ein Radarsensor (oder ein Radsensor beim hinterradgetriebenen Schlepper) am Schlepper angebracht ist. Für beide Signale werden 130 Impulse/m abgegeben.

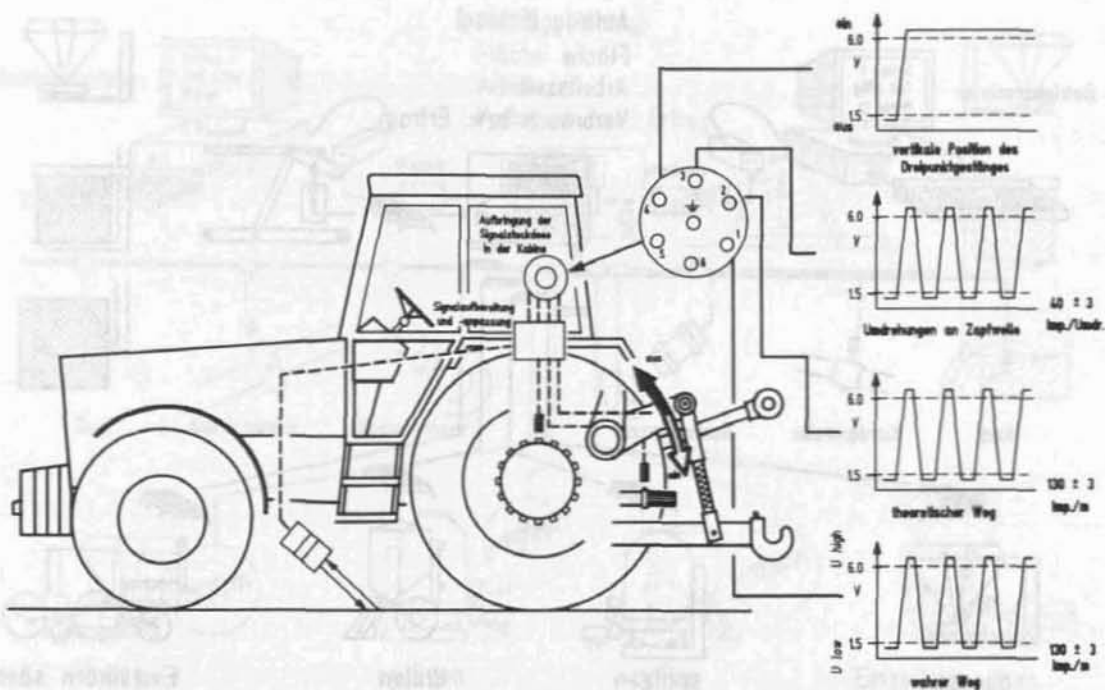


Abb. 8: Signalsteckverbindung am Ackerschlepper nach DIN 9684

Die Zahl der Zapfwellenumdrehungen ist mit 40 Impulsen/Umdrehung verfügbar (müßte ebenfalls an jedem Neuschlepper vorhanden sein).

Zur Flächenermittlung wird die Position des Hubwerkes als Signal bereitgestellt. Je nach Einstellung steht dann eine Spannung (Arbeitsposition oder Dreipunktstellung unten) oder keine Spannung (Transportposition oder Aushubposition) am entsprechenden Pin 4 zur Verfügung.

Die Signalsteckdose muß in der Kabine rechts vom Fahrerplatz (in Fahrtrichtung gesehen) angebracht werden. In der Dose sind zwei Pins für die Bus-Lösung vorhanden.

5.2 Bus-Lösung

Um von den Insellösungen mit ihrer Vielzahl nahezu gleicher Elektronik in jeder Einzelmaschine wegzukommen, haben sich in den vergangenen Jahren mobile Agrarcomputer stark durchgesetzt. (Abb. 9)

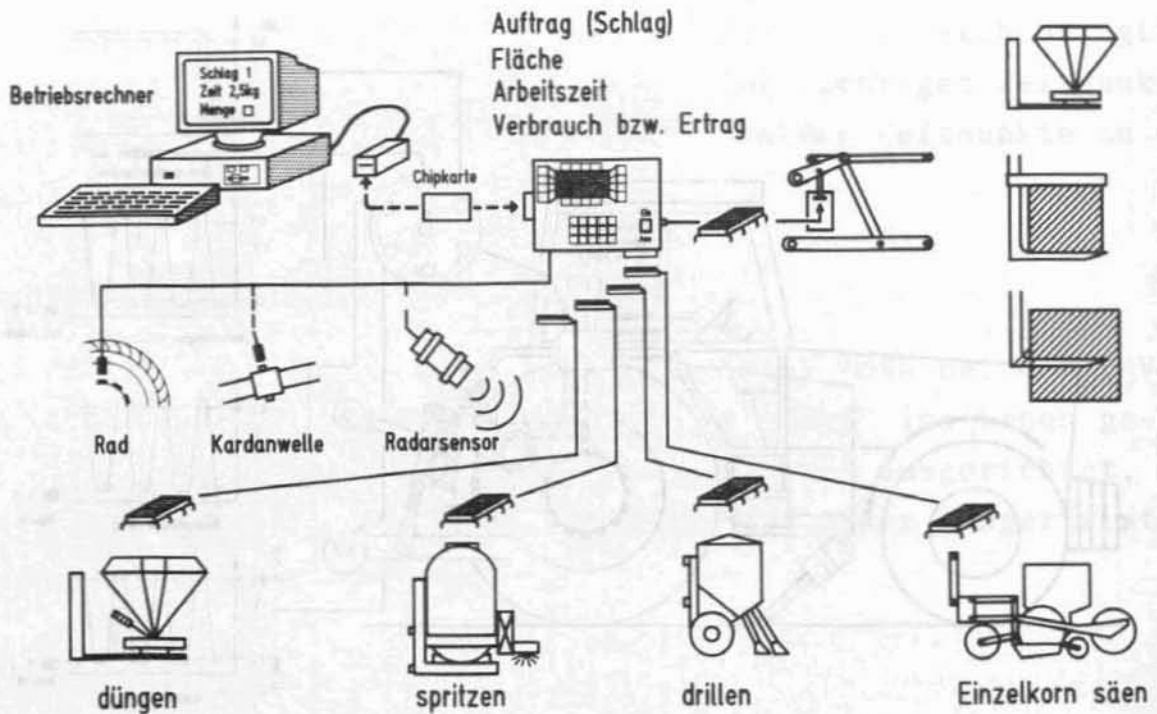


Abb. 9: Einsatzbeispiele des mobilen Agrarcomputers (zentrale Steuerung, Regelung und Überwachung); nicht normkonform

Sie zeigen den Weg in eine für die Zukunft erforderliche Norm, wobei dann jedoch die Steuer- und Regelelektronik in die Geräte verlegt werden muß (Abb. 10).

Nunmehr wird eine Ein-/Ausgabeeinheit nur einmal am Schlepper vorhanden sein. Sie muß sich an die unterschiedlichen Anforderungen aller Benutzer anpassen, bzw. besser ausgedrückt, alle Prozeßrechner in den Geräten müssen sich an das Busterminal anpassen. Auch die Datenübergabe an den PC muß über dieses Terminal steuerbar sein, weil sonst für diese Aufgabe wiederum eine eigene teure Technik benötigt würde.

Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich für ein solches System heute schon ein Normungsbedarf, welcher erstmals in der Geschichte der Landtechnik schon festliegen muß, bevor die ersten derartigen Systeme verkauft werden, weil sonst erneut Landwirte und Hersteller doppelte Kosten hätten.

(e. d. d.)

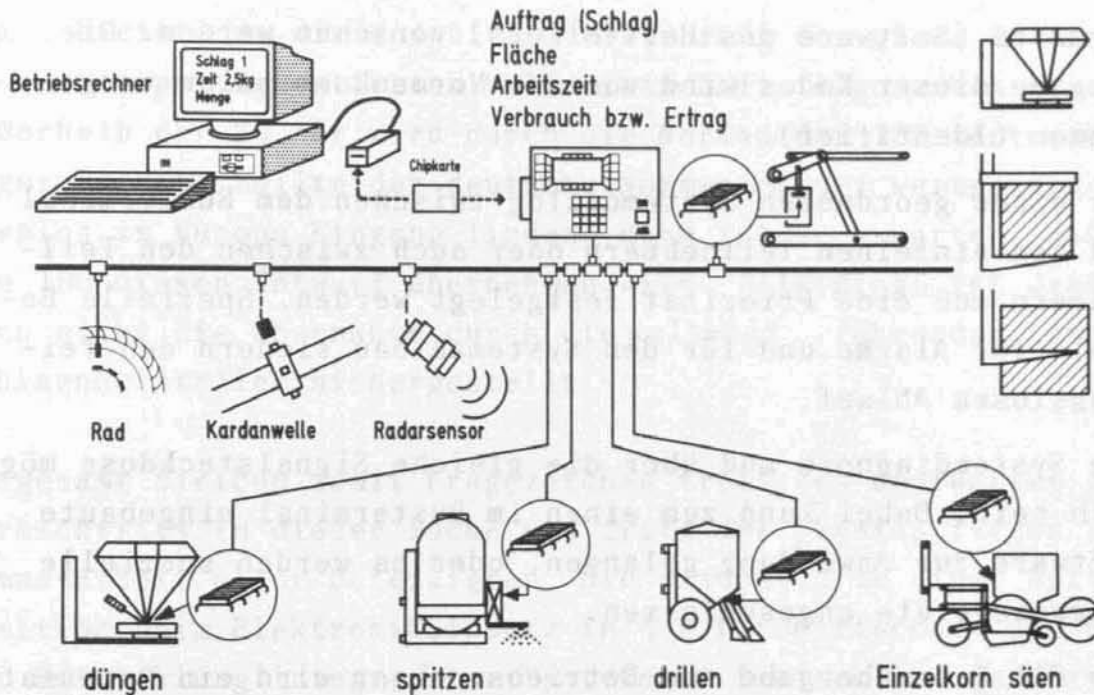


Abb. 10: Landtechnisches Bus-System (normgerecht)

Dieser Normungsbedarf wird derzeit in einem Normenentwurf umgesetzt. Er enthält folgende Festlegungen:

- Das Busterminal dient der zentralen Ein- und Ausgabe. Es kann relativ einfach gestaltet sein und besitzt dann nur eine Zeichenausgabe. Eine komfortable Form kann jedoch auch Grafik enthalten, wodurch die Anwendung sicher sehr stark erleichtert würde.
- Als Verbindung dient die schon genormte Signalsteckdose mit den freigehaltenen Pins 5 und 6.
- Wie, wann und in welcher Form die Datenübertragung geschieht, ist festgelegt. Dazu wird bei jedem Teilnehmer ein eigener Chip verwendet, welcher aus der Kfz-Industrie kommt und damit bei hohen Stückzahlen äußerst preisgünstig sein wird (etwa 10 DM/Stück heute und etwa 2 - 3 DM/Stück in der Zukunft).
- Damit eine Kommunikation zustande kommen kann, müssen die Prozeßrechner werksseitig mit einem speziellen Kode in der

Firmware (Software des Herstellers) versehen werden. Die Vergabe dieser Codes wird von der Normenkommission vorgenommen (Identifizierung).

- Für einen geordneten Systemdialog zwischen dem Buserminal und den einzelnen Teilnehmern oder auch zwischen den Teilnehmern muß eine Priorität festgelegt werden. Spezielle Befehle für Alarmlösungen und für den Systemaufbau sichern den reibungslosen Ablauf.
- Die Systemdiagnose muß über die gleiche Signalsteckdose möglich sein. Dabei kann zum einen im Buserminal eingebaute Software zur Anwendung gelangen, oder es werden spezielle Diagnosegeräte angeschlossen.
- Für die Datenübergabe zum Betriebsrechner wird ein Datensatz festgelegt, sodaß über eine entsprechende Lesestation jeder PC das portable Medium (Chipkarte oder RAM-Box) beschreiben oder lesen kann.

6. Aussichten für die Realisierung und Umsetzung

Die mittlerweile weit fortgeschrittenen Arbeiten lassen erwarten, daß die vorgesehene Norm noch 1989 als Entwurf fertiggestellt werden wird. Mit Sicherheit werden einige Elektronikhersteller für den landwirtschaftlichen Bereich schon zur Agritechnica '89 im November mit normengerechten Lösungen aufwarten. Zumindestens ist derzeit bei den Herstellern in der Bundesrepublik kein wesentlicher Widerstand gegen die Vorgabe zu erkennen.

Allerdings darf nicht verkannt werden, daß auch in diesem Bereich eine nationale Norm nahezu wertlos ist, wenn sich nicht auch die europäischen Nachbarn an ihre beteiligen. Deshalb setzen nun verstärkt Bemühungen ein, die vorgesehene Norm in die EG zu tragen. Gute Aussichten einer direkten Übernahme bestehen derzeit für die Niederlande und für Dänemark. Großbritannien hat einen eigenen Entwurf erarbeitet, ist einer Anpassung aber nicht abgeneigt.

Somit bleibt für die endgültige Einführung der große Bereich unserer exportorientierten Volkswirtschaft im gesamten Bereich außerhalb der EG. Er wird durch die Normen der ISO vertreten angesprochen. Sollte der deutsche Normentwurf weitgehend problemlos in Europa Eingang finden, dann ist zu erwarten, daß auch die ISO diesen Entwurf übernehmen wird. Allerdings ist damit noch nicht die Übernahme durch die weltweit führenden Landmaschinenhersteller sichergestellt.

Insgesamt bleiben somit Fragezeichen trotz des unerwartet guten Fortschritts in dieser Sache und trotz der phantastischen Zusammenarbeit aller Beteiligten, die eindeutig zu einer Spitzenposition beim Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft und bei der Entwicklung integrierter Systeme in Deutschland geführt hat.

7. Was soll der Landwirt tun?

Wie soll sich nun der Landwirt verhalten? Soll er zuwarten, bis alle Probleme beseitigt sind? Soll er sofort kaufen, weil die Aussichten so rosig sind?

Generell können diese Fragen nicht beantwortet werden. Punktuell lassen sich jedoch klare Antworten ableiten. Dafür gilt:

- Zuwarten löst keine Probleme, wer sich für die Elektronik entschieden hat (aus welchen Gründen auch immer), sollte nicht auf die Norm warten.
- Beim Kauf ist jedoch ein verlässlicher Partner absolute Voraussetzung. Dabei entscheidet nicht, ob dieser heute schon 100 %ig normkonform ist. Vielmehr entscheiden
 - verkaufte Stückzahlen
 - bisherige Kontakte
 - das Vertrauensverhältnis
 - die bisherige Erfahrung

- Trotzdem sollte die Norm vom Landwirt gefordert werden. Wo sie noch nicht ist, muß sie in der Nachrüstung garantiert werden. Diese Forderung gilt an den Gerätehersteller, an den Schlepperhersteller und an den Lieferanten.
- Zur Unterstützung dieser Forderungen muß notfalls finanzieller Druck ausgeübt werden
 - Restzahlung per Vertrag sichern
 - Nachrüstung per Vertrag sichern
 - auf Erweiterungsmöglichkeiten achten.

Allerdings sollte dabei nicht vergessen werden, daß ein nicht überlebender Partner der schlechteste Partner ist!

- Schließlich ist auf das Einsatzgebiet der Elektronik zu achten. Dabei sind drei Gruppen zu erkennen:
 - Zulieferer sind heute schon große Unternehmen, wie z.B. Bosch, Digi John oder TRW. Diese werden sich schnell anpassen
 - Insellösungen benötigen keine Norm, sind aber für ein geschlossenes System u.U. die teuersten Lösungen. Solche Beispiele sind derzeit noch weit verbreitet.
 - Für die Anpassung an die normengerechte Lösung bieten sich derzeit nur drei (vier) Anbieter an. Alphabetisch geordnet sind dies

BIOTRONIK

eh-Elektronik

(HERDT ?)

MÜLLER-Elektronik

Sie alle werden schon bald die normengerechte Anpassung durchführen und damit für das umfassende System die besten Voraussetzungen bieten. Dies gilt auch dann, wenn derzeit bei dem einen oder anderen Hersteller in der bestehenden Technik noch Mängel und Lücken vorhanden sind.

Moderne Zuckerrüben-Saattechnik

von Ing. agr. Josef Schrödl, DLG-Prüfstelle für Landmaschinen,
Groß-Umstadt

Die heutige moderne Saattechnik für Zuckerrüben hat eine über 35jährige Entwicklung hinter sich. 1953 begann das Zeitalter der Einzelkornsaat und zwar bei Zuckerrüben. Die ersten Einzelkornsäaggregate wurden mit entsprechenden Haltern an vorhandene Vielfachgeräte und Drillmaschinen angeflanscht; komplette Maschinen gab es noch nicht. Damals stand die Verminderung des sehr hohen Handarbeitsaufwandes für die Erstellung eines Rübenbestandes im Vordergrund. Dieser konnte durch technisch einkeimig gemachtes Saatgut, Ablageabstände von 3,5 bis 4 cm und Einsatz der "langen Hacke" wesentlich vermindert werden. Erst Ende der 60er Jahre ist durch genetisch einkeimiges Saatgut, wirksame Pflanzenschutzmittel und moderne Einzelkornsämaschinen Einzelkornsaat auf Endabstand und damit vereinzlungsloser Zuckerrübenanbau, möglich geworden.

Welche wesentlichen Aufgaben sind an Einzelkornsämaschinen zu stellen?

Einzelkornsämaschinen haben die Aufgabe, das in Form der Rübenpille speziell aufbereitete, hochwertige Saatgut einzeln in vorbestimmten, gleichmäßigen Abständen in der Reihe und von Reihe zu Reihe sowie in gleichmäßiger, einstellbarer Tiefe abzulegen, anzudrücken und mit einer geringen, gleichmäßigen Schicht krümeligen Bodens zu bedecken.

Diese Aufgabe ist im allgemeinen auf einem konventionell vorbereiteten Rübensaatbett auszuführen, das heißt, nach Herbst- oder Frühjahrsfurche auf einem zum entsprechenden Zeitpunkt oberflächlich gelockertem, gegebenenfalls auch rückverfestigtem

Saatbett mit boden- und standortbezogener mäßig feiner Krümelung, ohne organischen Rückständen auf dem oder im Saathorizont.

Neu hinzugekommen ist - zumindest auf einem Teil der Rübenanbaufläche - aus ökologischen Gründen die Saatgutablage in ein Mulchsaatbett mit oberflächlich eingearbeiteten und auf der Oberfläche liegenden abgefrorenen und zerkleinerten Zwischenfruchtresten sowie die Mulchsaat ohne vorausgehende Saatbettbereitung, das heißt direkt in abgestorbene oder chemisch abgetötete Zwischenfruchtbestände. Dazu sind meist entsprechende Mulchsaatausrüstungen erforderlich.

Schließlich sollen verschiedentlich gleichzeitig mit der Einzelkornsaat Pflanzenschutzmittel in fester Form (Granulat) oder flüssiger Form mit auf die Einzelkornsämaschine aufgebauten Zusatzgeräten ausgebracht werden (Abb. 1 + 2).

Wie sieht das heutige Maschinenangebot aus?

In der Bundesrepublik Deutschland bieten derzeit 11 Firmen 21 verschiedene Einzelkornsämaschinen für die Rübenaussaat an. 13. Maschinentypen sind der Gruppe mit mechanisch arbeitender und 8 Maschinentypen der mit pneumatisch arbeitender Säeinrichtung zuzuordnen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit dieser Zahlen); weitere Details sind den Tabelle 1 a und 1 b zu entnehmen.

Im Rübenanbau werden heute die Spezialmaschine, die vorwiegend für Rübenpillen ausgelegt ist, und die sog. Kombinationsmaschine, die je nach der Ausrüstung Rübenpillen oder auch anderes Saatgut aussäen kann, eingesetzt. Diese Aufgliederung hängt eng mit der Arbeitsweise bei der Korneinzelung zusammen.

Zum technischen Stand bei Einzelkornsämaschinen gehören heute Zentralantrieb, Mehrstufengetriebe, Parallelogrammanlenkung, Klutenräumer, Stützrad- oder Tandemführung, Keilschar in Säbel-



Abb. 1: Aufgebauter Mikrogranulatstreuer, eine Zusatzausrüstung zur Einzelkornsämaschine (Werkbild Firma Kleine)

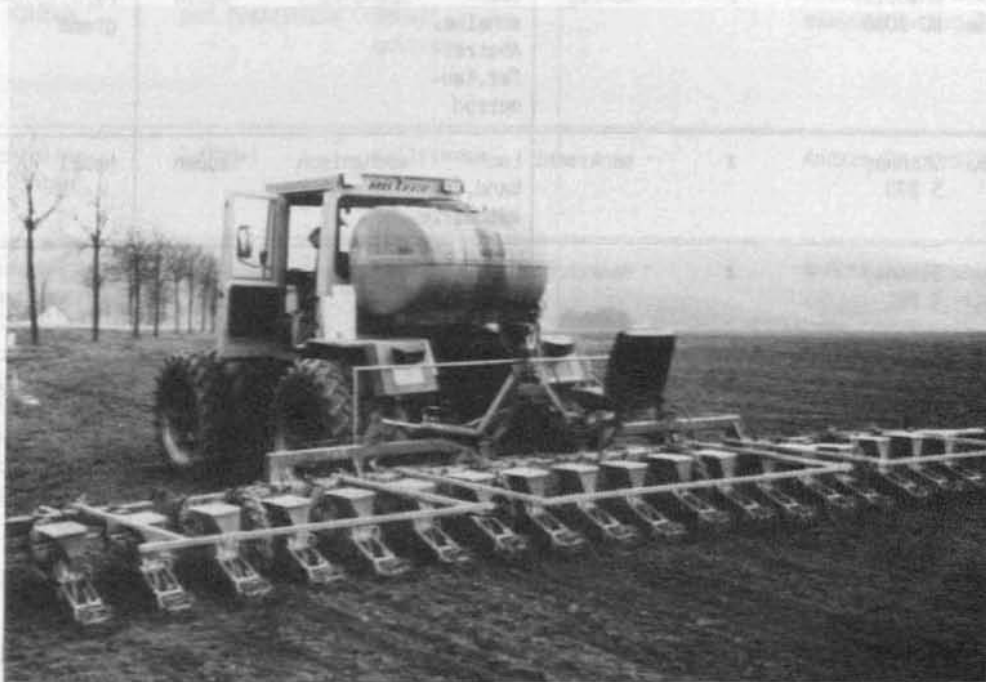


Abb. 2: Aufgebauter Bandspritzeinrichtung, hier mit Tank auf dem Trac-Schlepper, eine Zusatzausrüstung zur Einzelkornsämaschine (Werkbild Firma Kleine)

Tabelle 1a: Einzelkornsämaschinen mit mechanischer Arbeitsweise für Rübenausaat (Stand September 1988)

Hersteller bzw. Vertrieb	Typbezeichnung	Antrieb z = zentral e = einzeln	Lage	Säeinrichtung			Ausrüstung zur Saatablage u Anlenkung	
				Art	Arbeitsweise	Befüllung	Tiefenführung	
Accord-Fähse, Düren	Monozentra SP	z	senkrecht	Zellenrad, Abkämmwalze	mechanisch	außen	Parallelogramm	Tandem
	Monopill	z	senkrecht	Zellenscheibe	mechanisch	innen	Parallelogramm	Stützrad
Becker, Oberweser 1	Centra-Super CS	z	senkrecht	Zellenrad, Abscherkeil	mechanisch	außen	Parallelogramm	Tandem
Fendt, Markoberdorf	Fendt-Unicorn	z	senkrecht	Zellenrad	mechanisch	innen	Parallelogramm	Stützrad
	Fendt-Hassia Exakta S	z	senkrecht	Zellenrad, Abkämmwalze	mechanisch	außen	Parallelogramm	Tandem
Kleine, Salzkotten	Unicorn-2	z	senkrecht	Zellenrad	mechanisch	innen	Parallelogramm	Stützrad
Monosem, Altheim	Monosem BRN 502	z	senkrecht	Zellenrad	mechanisch	innen	Parallelogramm	Tandem
Schmotzer, Bad-Windsheim	Unadrill UD 2000	z	schräg	Lochscheibe, Abstreifer, Kammerad	mechanisch	außen	Parallelogramm	Stützrad
Stanhay Webb, Newmarket	Stanhay S 870	z	senkrecht	Lochband, Abkämmwalze	mechanisch	außen	Hebel	Tandem
	Stanhay S 981	z	senkrecht	Lochband, Abkämmwalze	mechanisch	außen	Hebel	Tandem
	Rallye 590	z	senkrecht	Zellenrad, Abkämmwalze	mechanisch	außen	Gabelteleskop	Stützrad
Tröster, Butzbach	Hassia Exakta S	z	senkrecht	Zellenrad, Abkämmwalze	mechanisch	außen	Parallelogramm	Tandem
	Hassia Betasem	z	senkrecht	Zellenrad, Abstreiferbürste	mechanisch	innen	Parallelogramm	Stützrad (BS) Tandem (BT)

-einbettung Säschar	Druckrollen	Zustreicher	Sollabstände ¹⁾	DLG-anerkannt, Prüfbericht ²⁾ Nr.	Bemerkungen
Keilschar	Walkgummidruckrolle, Zwischenandrückrolle, Gußdruckrolle	1 Bügel	Wechsel- (Zahn-)rad- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrolle, Zwischenandrückrolle, Gußdruckrolle	1 Bügel	Kettenrad- getriebe	3789	Andere Druckrollen und Mulch- saatausrüstung lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrollen, vorn und hinten	2 messerartige und Drahtwalze	Kettenrad- getriebe	3525	Als Typ CS-RS mit Mulchsaataus- rüstung lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrolle vorn, schmale in Furche hinten	2 messerartige und Drahtwalze	Schalt- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrollen vorn und hinten	2 Bügel	Schalt- getriebe	-	-
Keilschar	Walkgummidruckrolle vorn, schmale in Furche hinten	2 messerartige und Drahtwalze	Kettenrad- oder Schalt- getriebe	3526	Andere Druckrollen und Mulch- ausrüstung lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrolle, Zwischenandrückrolle Gußdruckrolle	2 Bügel mit Zinken	Kettenrad- getriebe	-	-
Keilschar	Walkgummidruckrollen vorn und hinten	2 messerartige und Drahtrolle	Ketten- oder Schalt- getriebe	3788	Andere Druckrollen und Mulch- saatausrüstung lieferbar
Stiefel- schar	Stahldruckrollen vorn und hinten	1 Bügel	Keilriemen- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Stiefel- schar	Walkgummidruckrolle, Zwischenandrückrolle, Stahldruckrolle	2 Bügel	Keilriemen- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrolle vorn, schmale in Furche hinten	1 messerartiger und Drahtwalze	Kettenrad- getriebe	3830	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrollen vorn und hinten	2 messerartige	Schalt- getriebe	-	Mulchsaatausrüstung lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrolle, vorn, schmale in Furche hinten	2 messerartige und Zinken	Schalt- getriebe	3541	Andere Druckrollen und Mulch- saatausrüstung lieferbar
	Walkgummidruckrollen vorn und hinten				

1) Eine stufenlose Verstellung der Sollabstände ist bei den Einzelkornsämaschinen Unicorn-2 (Kleine) und Unadrill UD 2000 (Schmotzer) lieferbar.

2) Der einzelne Prüfbericht kann unter Angabe der Nummer und ein Sammelband mit allen DLG-anerkannten Einzelkornsämaschinen, d.h. außer für Rüben für Mais, Ackerbohnen und Sonnenblumen, sowie Reihendüngerstreuern und Hackmaschinen bezogen werden bei der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Fachbereich Landtechnik, Zimmerweg 16, D-6000 Frankfurt am Main 1 (Tel. 069/7168-0).

Tabelle 1b: Einzelkornsämaschinen mit pneumatischer Arbeitsweise für Rübenaussaat (Stand September 1988)

Hersteller bzw. Vertrieb	Typbezeichnung	Antrieb z = zentral e = einzeln	Lage	Säeinrichtung			Ausrüstung zur Saatablage u. Anlenkung	
				Art	Arbeitsweise	Befüllung	Tiefenführung	
Accord-Fähse, Düren	Monoair 80	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem
Becker, Oberweser 1	Aeromat R	z	senkrecht	Zellen- rad, Luft- düse	pneumatisch (Druckluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem
Kleine, Salzkotten	Multicorn	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer, Kam- merrad	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Stützrad
Milde, Jebenbach	Carraro Omega Mark 4	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem
Monosem, Altheim	Monosem PNU	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer, Kam- merrad	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem
Pape, Wedemark 1	Gaspardo SP 520	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem
Schweitzer, Limburgerhof	Pneumasem II	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem
Tröster, Butzbach	Hassia Unisem UNR	z	senkrecht	Loch- scheibe, Abstreifer	pneumatisch (Saugluft)	außen	Parallelo- gramm	Tandem

-einbettung Säschar	Druckrollen	Zustreicher	Sollabstände	DLG-anerkannt, Prüfbericht 1) Nr.	Bemerkung:n
Keilschar	Walkgummidruckrolle, 2 Bügel Stahldruckrolle		Wechsel- (Zahn-)rad- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrollen vorn und hinten	2 messerartige und Drahtwalze	Kettenrad- getriebe	-	Mulchsaatausrüstung lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrolle vorn, schmale in Furche hinten	2 messerartige und Drahtwalze	Schalt- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Stahldruckrolle, Zwischenandrückrolle, Stahldruckrolle	2 Scheiben	Schalt- getriebe	-	-
Keilschar	Walkgummidruckrolle, 2 Zinkenrollen Zwischenandrückrolle, Gußdruckrolle		Kettenrad- getriebe	-	-
Keilschar	Walkgummidruckrolle, 2 Bügel Zwischenandrückrolle, Gußdruckrolle		Kettenrad- getriebe	3791	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Stahldruckrolle, Zwischenandrückrolle, Gußdruckrolle	2 messerartige oder Federzinken	Kettenrad- getriebe	-	Andere Druckrollen lieferbar
Keilschar	Walkgummidruckrollen vorn und hinten	2 messerartige	Kettenrad- oder Schalt- getriebe	-	-

1) Der einzelne Prüfbericht kann unter Angabe der Nummer und ein Sammelband mit allen DLG-anerkannten Einzelkornsämaschinen, d.h. außer für Rüben für Mais, Ackerbohnen und Sonnenblumen, sowie Reihendüngerstreuern und Hackmaschinen bezogen werden bei der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Fachbereich Landtechnik, Zimmerweg 16, D-6000 Frankfurt am Main 1 (069/7168-0).

form und verschiedene Einbettungswerkzeuge, wie Druckrollen, Zustrreicher und Drahtwalzen. Vorherrschend ist der Dreipunktanbau der Maschine am Schlepperheck.

Für die Auswahl und den Betrieb dieser Maschinen ergeben sich einige aktuelle Fragen:

Mechanische oder pneumatische Arbeitsweise?

Im Rübenanbau hat sich die gewichtsmäßig leichtere, mechanisch arbeitende Einzelkornsämaschine als Spezialmaschine behauptet; fast zwei Drittel aller Firmen haben sie im Programm. Neben der relativen Preiswürdigkeit zeichnet sie sich durch eine gute Arbeitsqualität bei Pillensaatgut sowie konstruktive und handhabungsmäßige Einfachheit aus (Abbildungen 3, 4, 5, 6, 7, 8a und 8b). Pneumatisch arbeitende Kombinationsmaschinen können im Rübenanbau ebenfalls eingesetzt werden. Besondere Vorteile gegenüber mechanisch arbeitenden Spezialmaschinen haben sie aber bei Pillensaatgut nicht. Der Einsatz dieser teureren Technik für die Rübenaussaat kann trotzdem wirtschaftlich sein, wenn sie auch für die Aussaat von Mais, Bohnen, Sonnenblumen usw. verwendet werden. Dabei ist eine notwendige Umrüstzeit von etwa 2 bis 4 Stunden einzukalkulieren (Abbildungen 9, 10 und 11).

Außen- und Innenbefüllung?

Bei außenbefüllten, mechanisch arbeitenden Säeinrichtungen bewirken der statische Druck der Saatguthöhe im Füllraum und eine niedrige Umlaufgeschwindigkeit der Säeinrichtung (Zellenrad, Lochscheibe oder Lochband) eine ausreichende Belegung (möglichst über 95 bis 100 %). Bei pneumatisch arbeitenden Säeinrichtungen bestimmen vor allem die Loch- oder Zellengröße und die Höhe des Unter- bzw. Überdruckes die Belegung, hinzu kommt die Umlaufgeschwindigkeit der Säeinrichtung. Die systembedingte Grenze der Umlaufgeschwindigkeit liegt im allgemeinen bei 0,25 m/s.

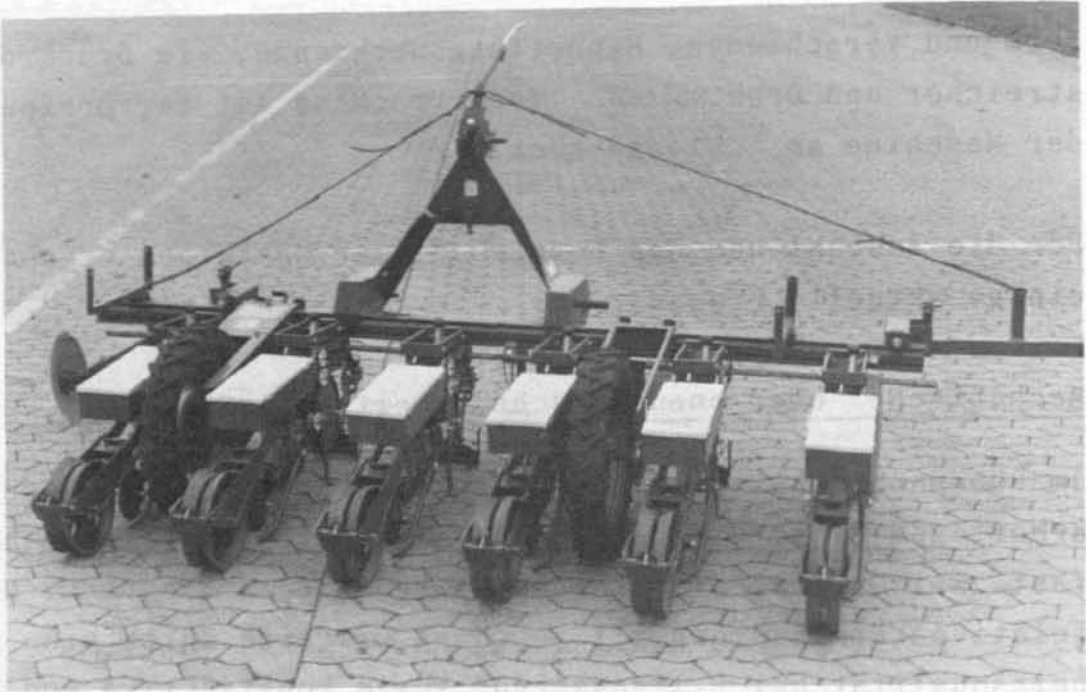


Abb. 3: Einzelkornsämaschine Accord-Fähse MONOPILL, stützrad-
geführt, innenbefülltes Zellenrad (DLG-Bild)

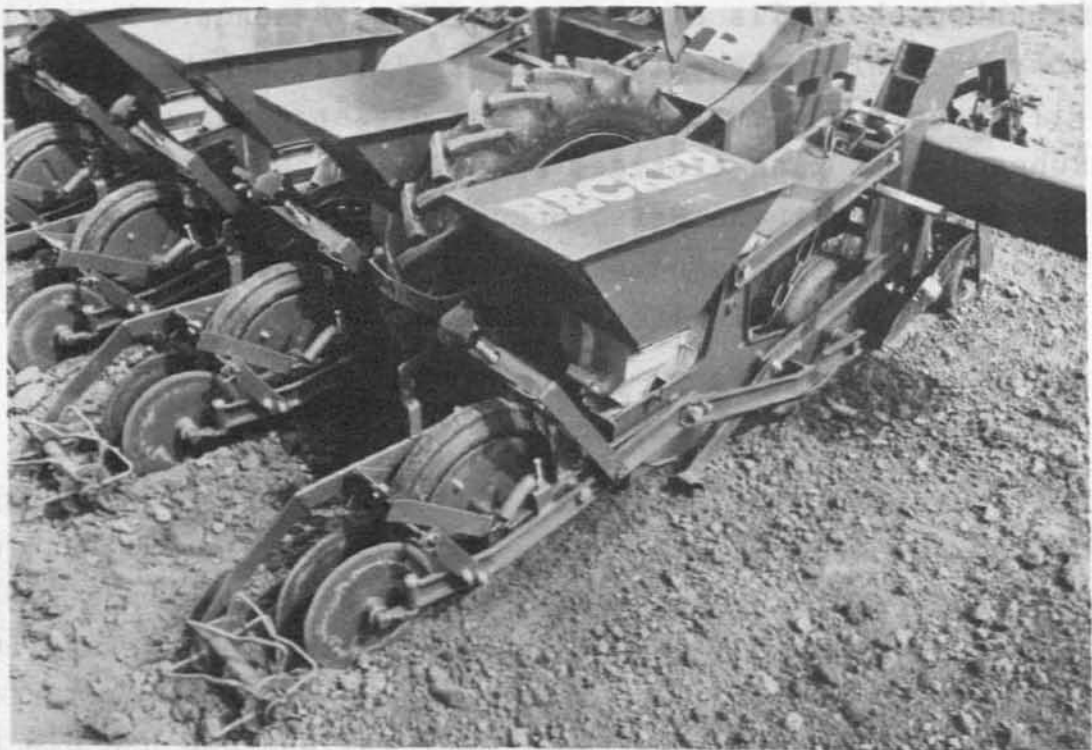


Abb. 4: Einzelkornsämaschine Becker CENTRA-SUPER CS-RS, tandem-
geführt, außenbefülltes Zellrad, mit Räumscheiben-Mulch-
saatausrüstung auf konventionellem Rübensaattbett einge-
setzt (Werkbild Firma Becker)



Abb. 5: Einzelkornsämaschine Kleine UNICORN-2, stützradgeführt, innenbefülltes Zellenrad (Werkbild Firma Kleine)

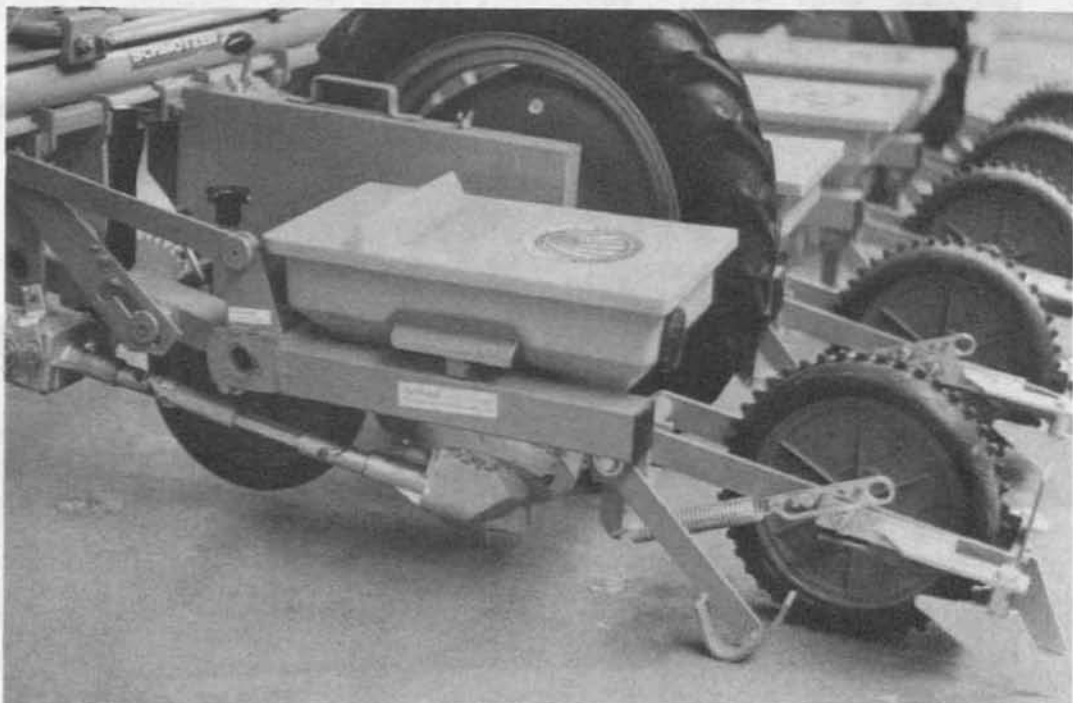


Abb. 6: Einzelkornsämaschine Schmotzer UNADRILL UD 2000, sützradgeführt, außenbefüllte Lochscheibe mit synchron umlaufendem Kammerrad, Kardanwellenantrieb (Werkbild Firma Schmotzer)

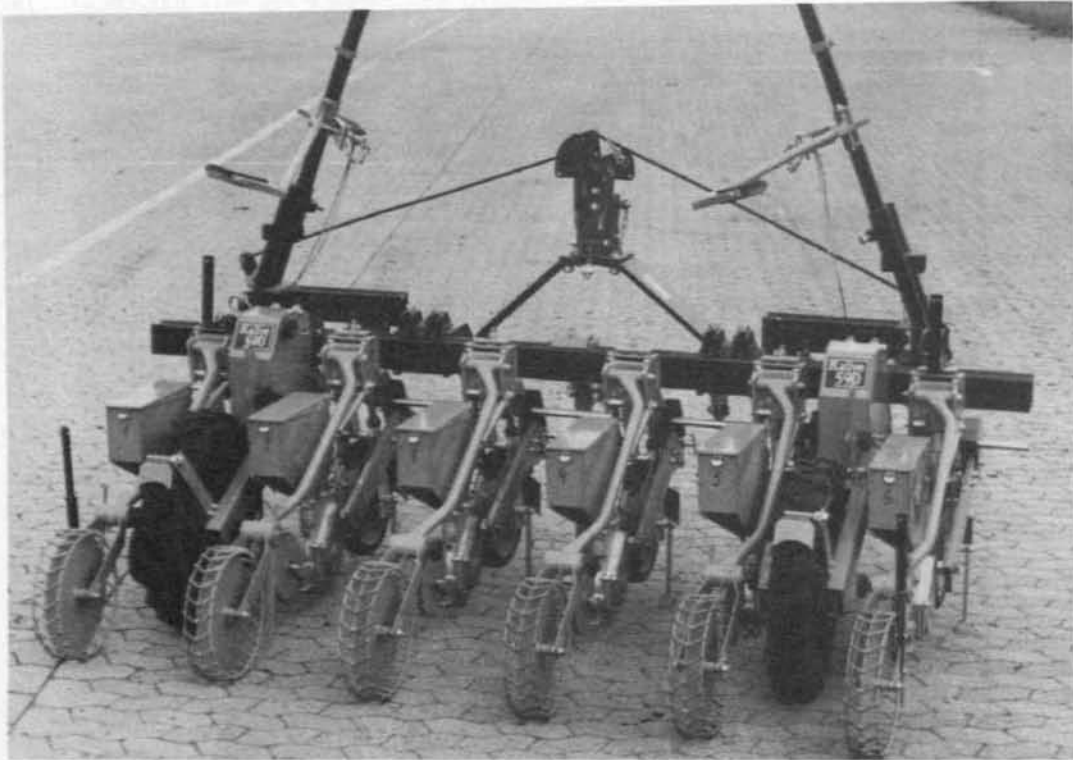


Abb. 7: Einzelkornsämaschine Stanhay Webb RALLYE 590, stützrad-
geführt (Gabelteleskop), außenbefülltes Zellenrad
(DLG-Bild)

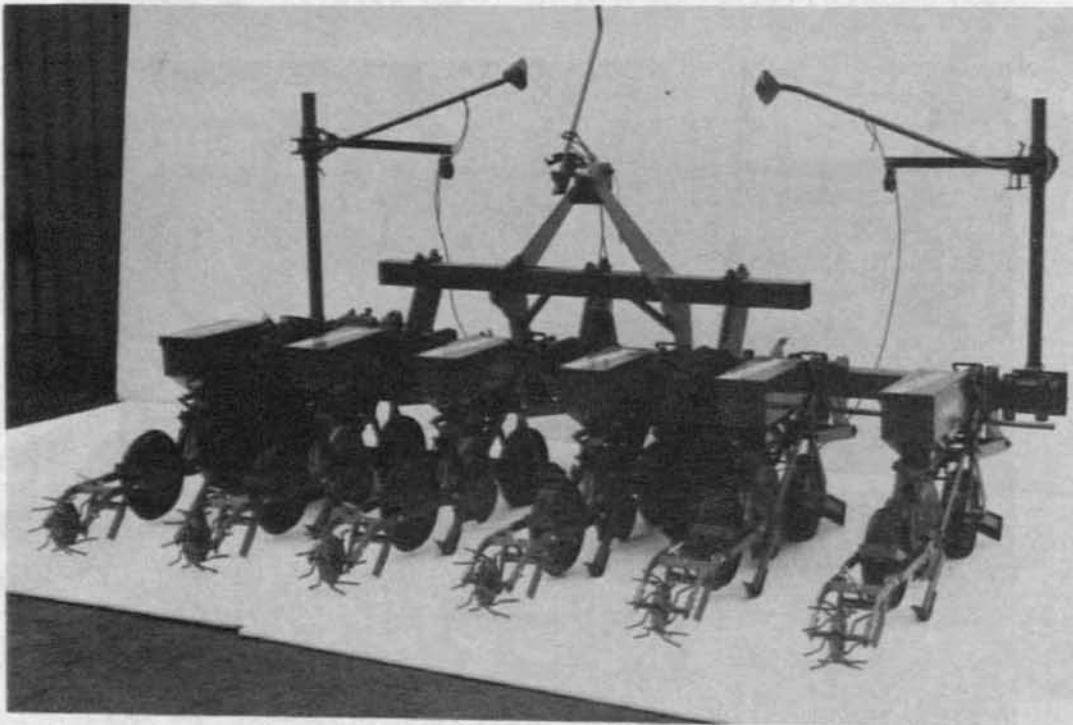


Abb. 8a: Einzelkornsämaschine Tröster BETASEM, Innenbefülltes
Zellenrad, Typ BT=tandemgeführt

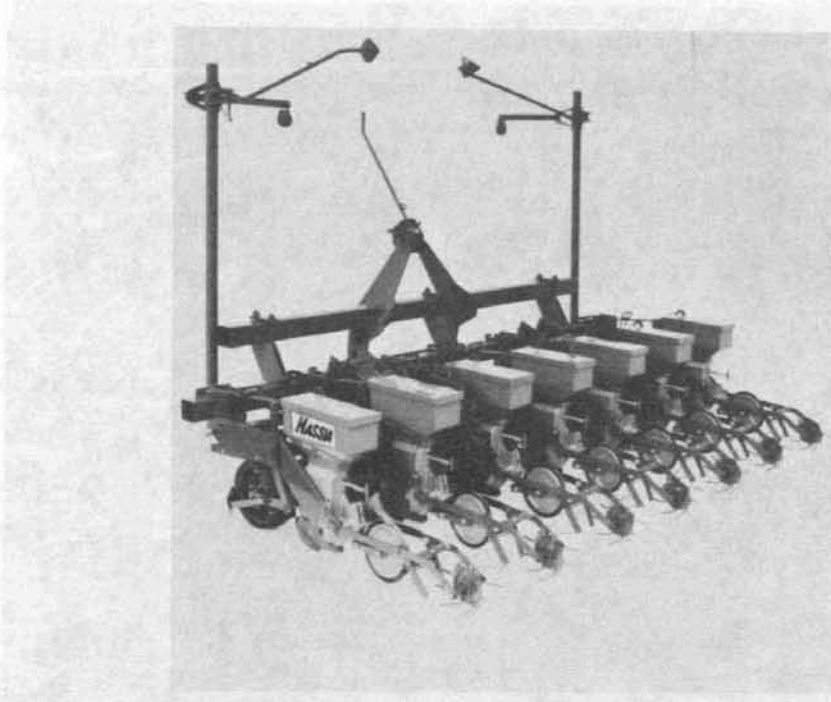


Abb. 8 b: Typ BS = stützradgeführt (Werkbild Firma Tröster)

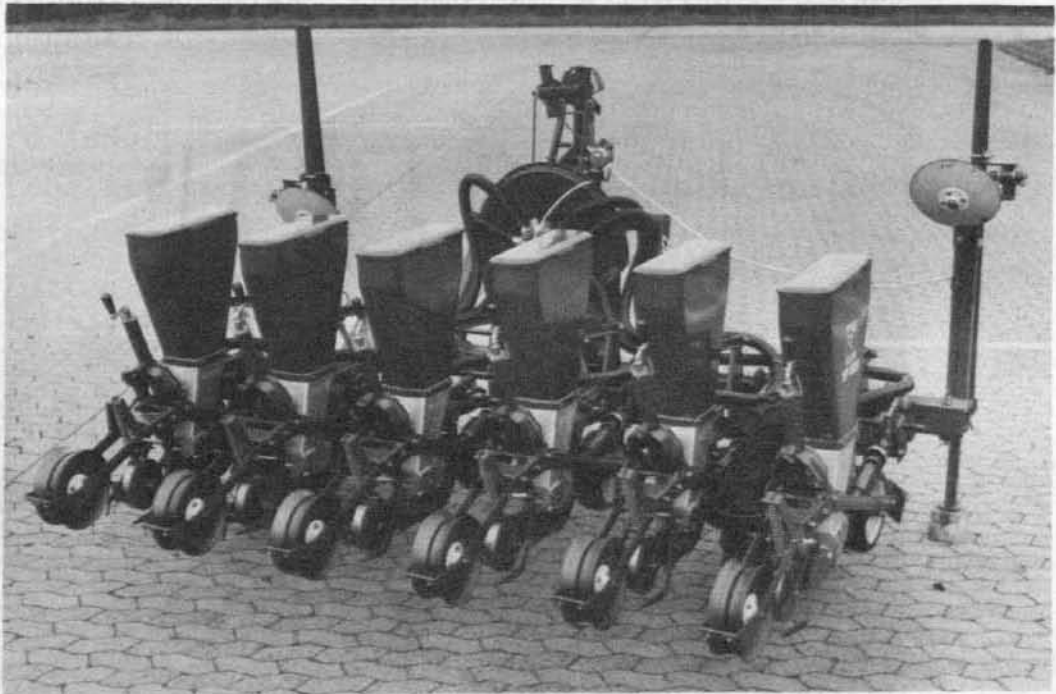


Abb. 9: Einzelkornsämaschine Gaspardo SP 520, in Ausrüstung für Rübenausaat, tandemgeführt, pneumatisch mit Saugluft befüllte Lochscheibe, Kardanwellenantrieb (DLG-Bild)



Abb. 10: Einzelkornsämaschine Nodet Gougis PNEUMASEM II in Ausrüstung für Rübenaussaat, tandemgeführt, pneumatisch mit Saugluft befüllte Lochscheibe, Kardanwellenantrieb (DLG-Bild)



Abb. 11: Einzelkornsämaschine Tröster UNISEM UNR in Ausrüstung für Rübenaussaat, tandemgeführt, pneumatisch mit Saugluft befüllte Lochscheibe (Werkbild Firma Tröster)

Diese Umlaufgeschwindigkeit liegt wesentlich tiefer als die Fahrgeschwindigkeit der Einzelkornsämaschine, wodurch bei der Kornablage eine starke Verrollneigung in der Saatfurche entsteht. Wird jedoch das Verrollen im richtigen Moment durch die zusammenfallende Erde gestoppt, lassen sich befriedigende Anteile standgenauer Pflanzen erzielen. Außenbefüllte Säeinrichtungen eignen sich mit entsprechender Ausrüstung für verschiedene Samenformen.

Bei innenbefüllten Säeinrichtungen, die inzwischen in fünf Maschinentypen vertreten sind und zu den mechanisch arbeitenden zählen, bewirkt vor allem die bei Umlaufgeschwindigkeiten bis 2,00 m/s auftretende Fliehkraft eine ausreichende Belegung. Diese Umlaufgeschwindigkeit liegt ähnlich hoch wie die heute angestrebten Fahrgeschwindigkeiten mit der Einzelkornsämaschine, wodurch bei der Kornablage eine nur geringe oder keine Verrollneigung in der Saatfurche gegeben ist. Dadurch sind hohe Anteile standgenauer Pflanzen möglich. Die günstige Abwurfgeschwindigkeit der Samen - auch als Relativgeschwindigkeit Null bezeichnet - wird jedoch beeinträchtigt, wenn die Sollabstände durch ein Getriebe stärker nach unten oder oben variiert werden. Innenbefüllte Säeinrichtungen eignen sich nur für weitgehend runde, glatte Samenformen (Abb. 12).

Furchen- oder Sästempelsaat?

In den käuflichen Einzelkornsämaschinen existiert nur die Furchensaat; dabei öffnet ein keilförmiges Säeschar rinnenförmig und in bestimmter Tiefe den Boden für die Saatgutablage. Die Verdichtung des Bodens durch die Scharsole fördert den Aufstieg des kapillaren Bodenwassers für den Keimvorgang. Außerdem wird durch Einklemmen der Saatgutpillen in der Keilfurche das Verrollen vermindert. Mit separaten Werkzeugen unterschiedlicher Ausführungen wird das abgelegte Saatgut angedrückt und die Furche wieder geschlossen.

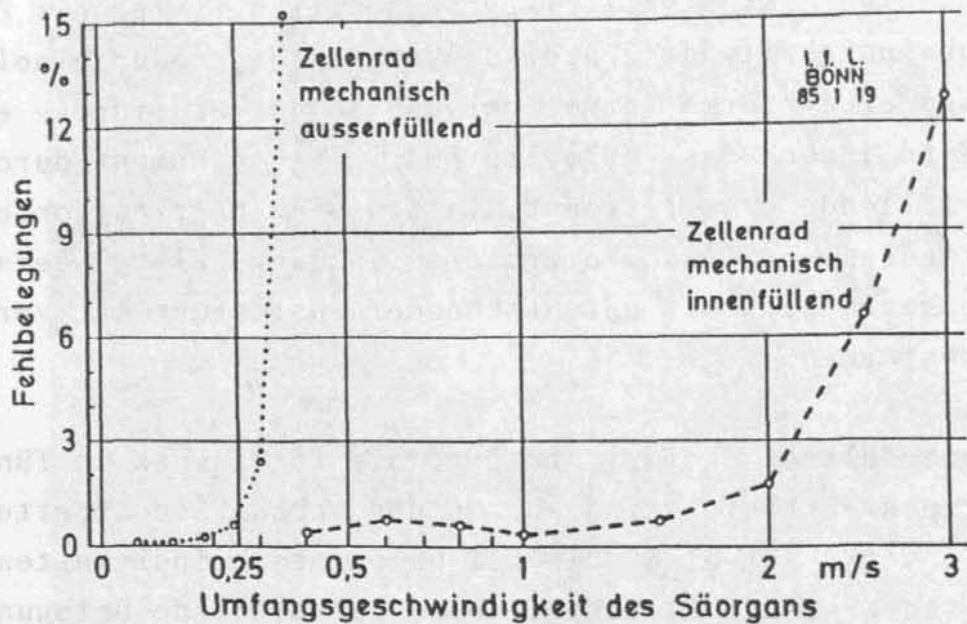


Abb. 12: Relative Anteile der Fehlbelegungen in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit des Säorgans (Darstellung des Instituts für Landtechnik der Universität Bonn)

Das Institut für Landtechnik der Universität Bonn erprobt seit mehreren Jahren eine mehrreihige Sästempel-Versuchsmaschine unter verschiedenen Bedingungen. Die Sästempel einer auf dem Boden abrollenden Trommel drücken die Saatgutpillen in vorbestimmten Abständen in der Reihe auf eine festgelegte Tiefe in den Boden. Die punktförmige Verdichtung unter der Saatgutpille sorgt für den kapillaren Wasseraufstieg. Die Saatgutpille wird lediglich durch die zurückfallenden Erdkrümel beim Herausgleiten des Sästempels bedeckt. Nach veröffentlichten Versuchsergebnissen lag der Feldaufgang meistens über dem der Vergleichsmaschinen. Als weitere Vorteile wurden die genauen Pflanzenabstände in der Reihe und die problemlose Mulchsaat genannt (Abb. 13).

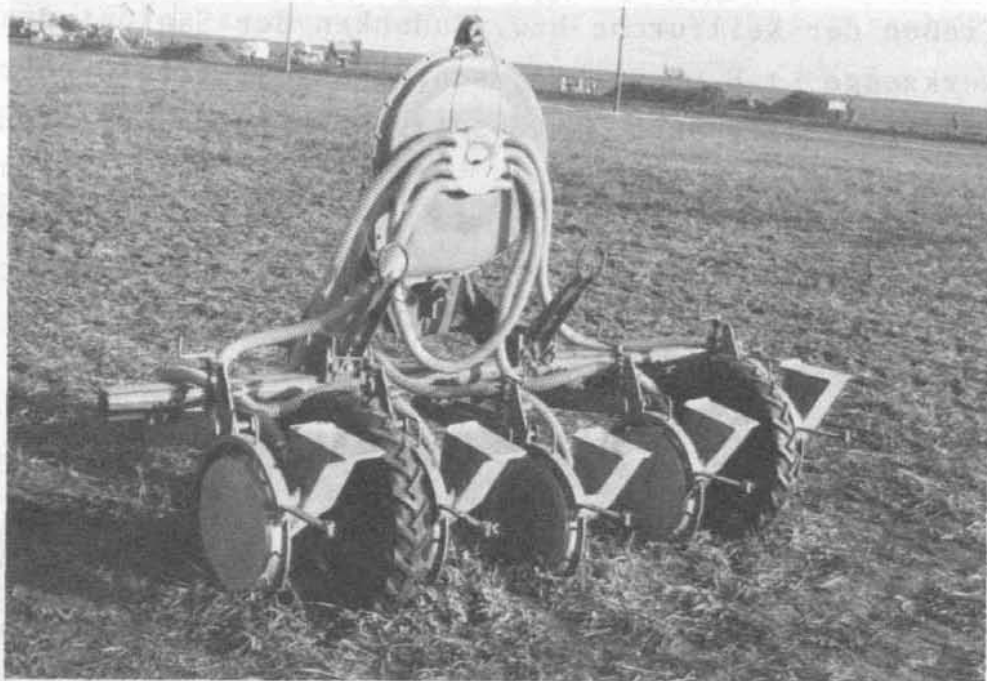


Abb. 13: Sästempel-Versuchsmaschine des Instituts für Landtechnik der Universität Bonn (DLG-Bild)

Sind Mulchsaatausrüstungen notwendig?

Normal ausgerüstete Einzelkornsämaschinen arbeiten bei der Mulchsaat mit vorausgehender Saatbettbereitung nur unter bestimmten, idealen Voraussetzungen störungsfrei. Da diese Voraussetzungen im allgemeinen nicht gegeben sind, sollten für die Mulchsaat mit vorausgehender Saatbettbereitung bestimmte Einzelkornsämaschinen mit speziellen Ausrüstungen versehen werden. Mulchsaat ohne vorausgehende Saatbettbereitung ist ohne spezielle Ausrüstungen gar nicht möglich.

Schneidscheiben (eine bzw. zwei Scheiben) sind den konstruktiv einfacheren Ausrüstungen zuzuordnen. Sie werden häufig nur anstatt der vorlaufenden Druckrolle eingesetzt. Auf entsprechende Übergänge von der Schneidscheibe zum normalen Sächar ist zu achten. Der Einsatzschwerpunkt liegt bei der Mulchsaat mit vorausgehender Saatbettbereitung. Für ein verstopfungsfreies

Schließen der Keilfurche bzw. Zudecken der Saat sind abrollende Werkzeuge, z.B. Scheiben, schräg angestellte Druckrollen notwendig, häufig auch mit Zusatzgewichten (Abb. 14 und 15).

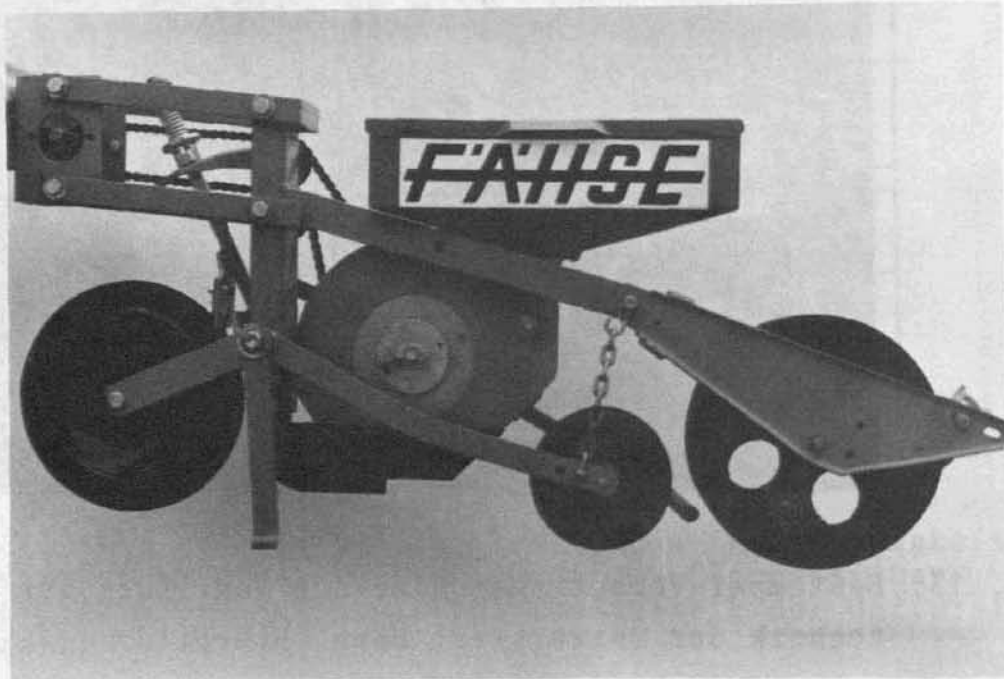


Abb. 14: Accord-Fähse Sägerät MONOPILL mit Schneidscheiben-Mulchsaatausrüstung (Belastungsgewicht an konischer Gußdruckrolle nicht angebaut), (Werkbild Firma Accord-Fähse)

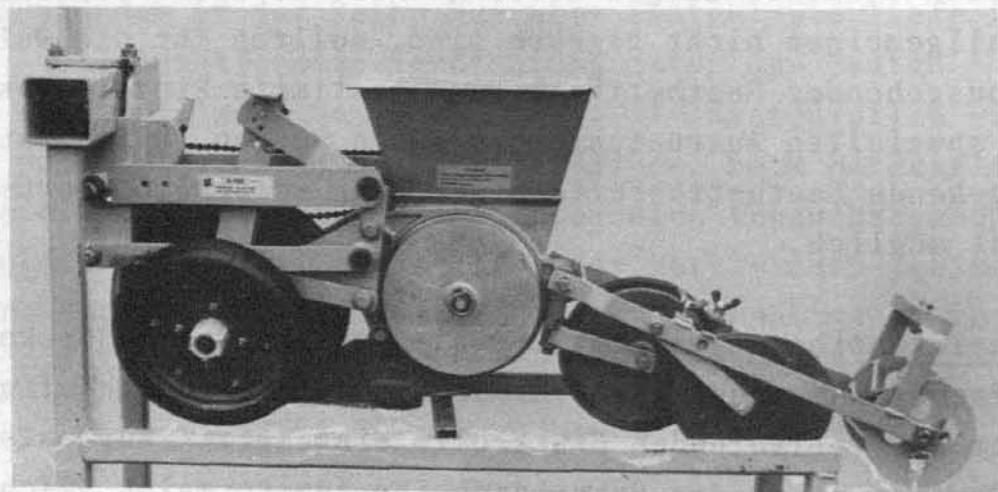


Abb. 15: Kleine-Sägerät UNICORN-2 mit Schneidscheiben-Mulchsaatausrüstung (Werkbild Firma Kleine)

Räumscheiben zählen zu den konstruktiv aufwendigeren Ausrüstungen. Die Breite des freizuräumenden Bandes, der Druck und der Tiefgang der Scheiben sollten einstellbar sein. Der Einsatzbereich ist universeller, sie sind auch für die Mulchsaat ohne vorausgehende Saatbettbereitung einsetzbar. Die sonstige Ausrüstung zum Furchenschließen bzw. Zudecken ist wie bereits angesprochen erforderlich (Abb. 16 und 17).



Abb. 16: Becker Einzelkornsämaschine CENTRA-Super CS-RS mit Räumscheiben-Mulchsaatausrüstung (Werkbild Firma Becker)

Mulchsaat ohne vorausgehende Saatbettbereitung (oft schon fälschlicherweise als Direktsaat bezeichnet) bringt den heute bestmöglichen Wassererosionsschutz und ist auf leichten Böden die beste Möglichkeit gegen Winderosion. Es empfiehlt sich jedoch, mit Teilflächen erst eigene Erfahrungen zu sammeln. Werden die bereits angesprochenen Mulchsaatausrüstungen hierbei eingesetzt, hängt der Erfolg vielfach von der Art und Menge der Zwischen-

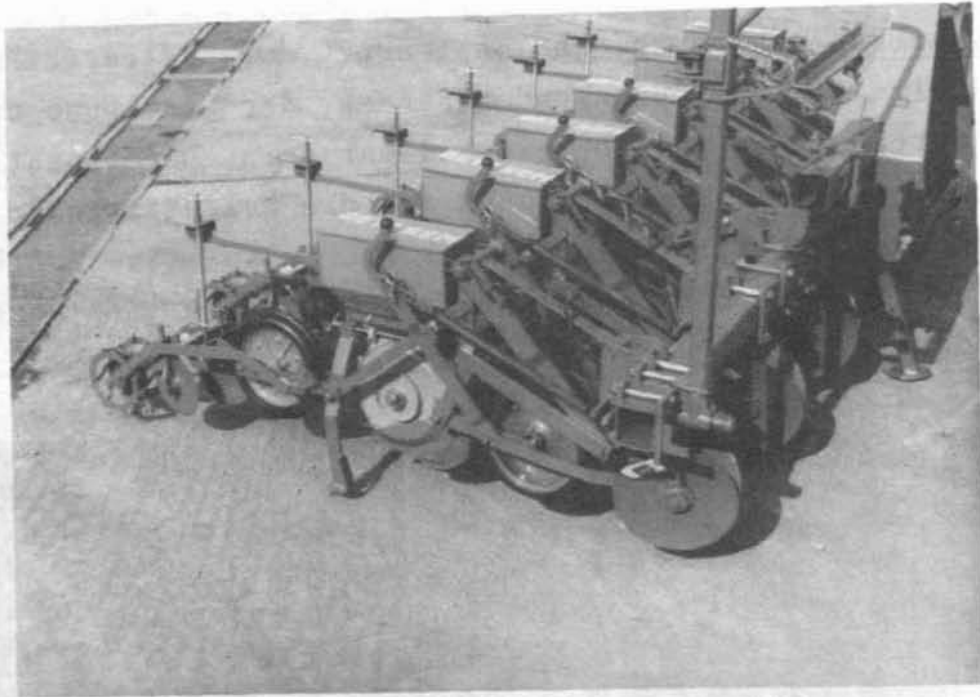


Abb. 17: Tröster Einzelkornsämaschine BETASEM Typ BT mit Räumscheiben-Mulchsaatausrüstung (Werkbild Firma Tröster)

frucht, vor allem aber von Bodenart und -zustand und einer exakten Einstellung ab; in ungünstigen Fällen ist der Einsatz oft nicht möglich.

Bei verschiedenen Einzelkornsämaschinentypen sind Umrüstungen bei älteren Baujahren möglich (Hersteller fragen). Teilweise können aber auch neue Maschinentypen noch mit keiner Mulchsaatausrüstung geliefert werden. Maschinen mit Mulchsaatausrüstung können auch auf konventionellem Saatbett eingesetzt werden. Spezialmaschinen für Mulchsaat bei Zuckerrüben sind jedoch nicht erforderlich.

Welche Ergebnisse und Leistung sind heute möglich?

Einzelkornsämaschinen für die Rübenaussaat sind hochentwickelte Präzisionsmaschinen. Ein Beispiel: Bei 12 cm Sollabstand und 5 km/h Fahrgeschwindigkeit müssen rechnerisch 11,6 Pillen/sec. abgelegt werden.

Einige wichtige Prüfstandsergebnisse

Gute Einzelkornsämaschinen erreichen nach den Erfahrungen bei DLG-Prüfungen mit handelsüblichem Pillensaatgut über 95 bis 100% einfach belegte Zellen oder Löcher. Damit läßt sich die gewünschte Samenzahl je Hektar genau ausbringen und die Anteile doppelt belegter und nicht belegter Zellen oder Löcher sind gering.

Außerdem kann eine hohe Ablagegenauigkeit erwartet werden; je nach Maschine werden etwa 75 bis über 90% aller Samen in einem schmalen Toleranzband von $\pm 1,5$ cm um den Sollabstand abgelegt (Abb. 18). Die DLG-Prüfungen bestätigen ferner, daß Beschädigungen des Pillensaatgutes durch die Einzelkornsämaschine nicht oder nur in geringem Umfang auftreten (um etwa 1 Gewichts-%).

Solche Ergebnisse werden - neben anderen Voraussetzungen - jedoch nur dann erreicht, wenn die Säeinrichtung (Zellenrad, Lochscheibe, Lochband) in einem günstigen Bereich betrieben wird, keinesfalls darf die zulässige Obergrenze der Umfangsgeschwindigkeit überschritten werden.

Einige wichtige Felddergebnisse

Bei Zuckerrüben sind heute Feldaufgänge bis zu 85 % möglich. Problematisch sind die durch ungünstige Witterung möglichen Feldaufgangsschwankungen von über 20%-Punkten nach unten, z.B. durch Trockenheit oder Bodenverkrustungen.

Die Standgenauigkeit der Pflanzen ist bei Zuckerrüben von besonderer Bedeutung, weil der Köpfer der Erntemaschine einen ausreichenden Freiraum zwischen zwei Pflanzen erfordert. DLG-anerkannte Einzelkornsämaschinen erreichten bei einer unterstellten Toleranz von $\pm 2,5$ cm um den Sollabstand etwa 60 bis 80 % standgenaue Pflanzen (Abb. 18 und 19).

Toleranzbereich um den Kornollabstand

Rüben: $a=2,5\text{ cm}$
 $b=1,5\text{ cm}$

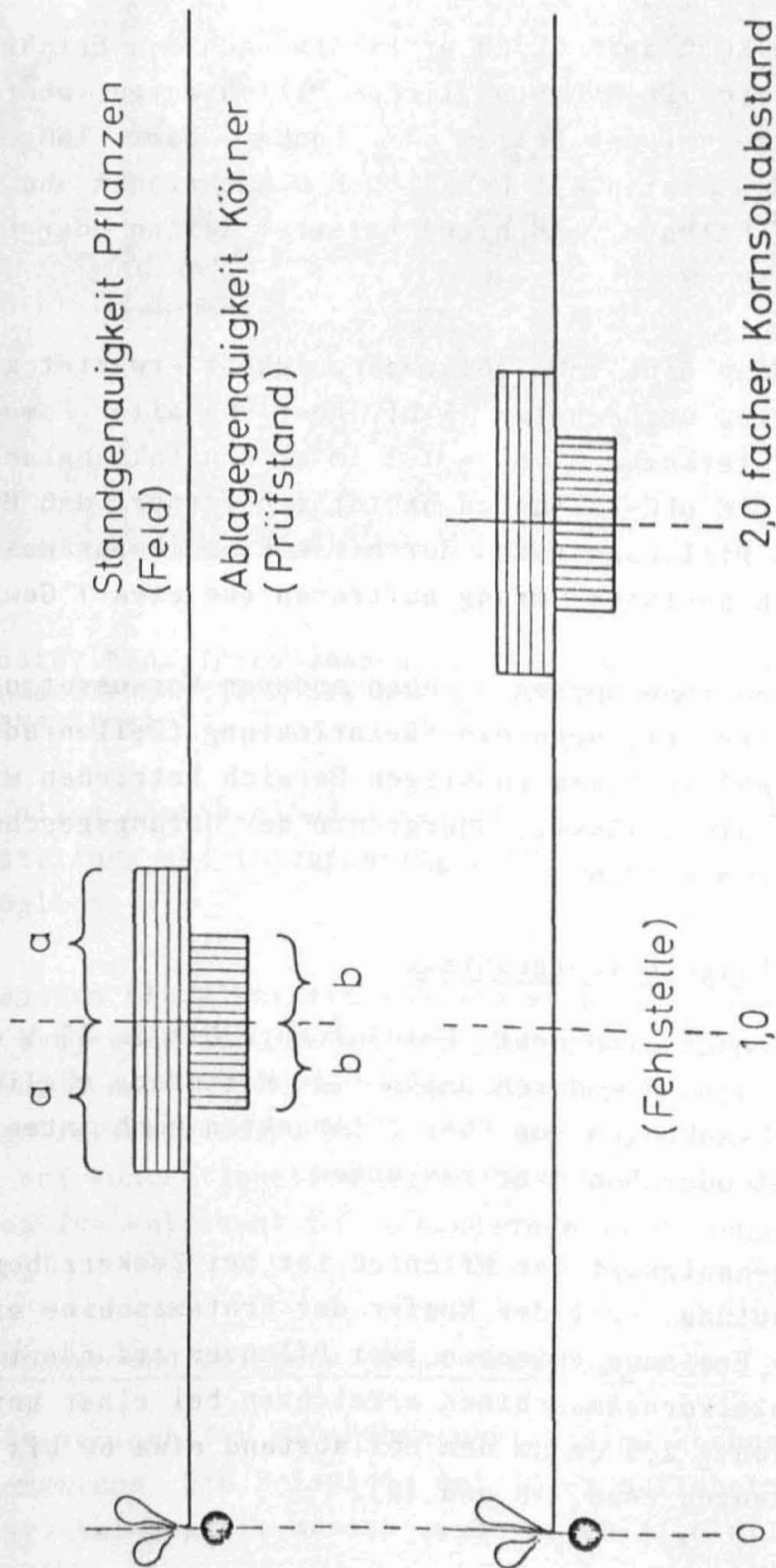


Abb. 18: Definition der Ablagegenauigkeit der Körner bzw. Standgenauigkeit der Pflanzen bei der DLG-Prüfung von Rüben-Einzelkornsämaschinen (DLG-Bild)

MASCHINE	FUNKTIONS- TYP	KORNSOLL- ABSTAND	FAHRGESCHWIN- DIGKEIT	STANDGENAUIGKEIT DER PFLANZEN (TOLERANZ $\pm 2,5$ cm)
		(cm)	(km/h)	(%)
I	INNENBE- FÜLLT	19,5	4,6	84
			6,4	77
			7,8	77
II	INNENBE- FÜLLT	18,7	4,5	67
			6,0	68
			8,0	63
III	INNENBE- FÜLLT	19,4	5,0	70
			5,9	71
			7,0	65
IV	AUSSENBE- FÜLLT	19,5	4,5	66
			6,0	63
			7,0	60
V	AUSSENBE- FÜLLT	19,3	5,0	61
			6,9	55
VI	AUSSENBE- FÜLLT	18,8	4,7	74
			6,3	60
			7,3	51

Abb. 19: Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf Standgenauigkeit der Pflanzen in Abhängigkeit vom Funktionstyp der Einzelkornsämaschinen (DLG-Bild)

Hohe Feldaufgänge und Standgenauigkeit der Pflanzen werden jedoch auch mit Spitzenmaschinen nur dann erreicht, wenn entsprechende Voraussetzungen geschaffen und die Maschinen richtig betrieben werden. Dazu sind u.a. zu nennen:

- Erstellung eines zweckmäßigen Saatbettes bei "reifem Boden" (Abb. 20).
- Wahl des richtigen Saatgutes (Pflanzenschutzwirkstoffe).
- Optimaler Saatzeitpunkt (nicht zu früh, nicht zu spät).
- Einsatz einer 100%ig intakten Einzelkornsämaschine mit einer auf die gegebenen Verhältnisse abgestimmten Ausrüstung (Abb. 21).
- Maschinen-Funktionskontrolle mit dem aktuellen Saatgut vor dem Säen (Abdrehen).
- Richtiges Einstellen der Maschine und Kontrolle der Saatgutablage zu Beginn und gelegentlich während des Säens (Aufdecken und Nachmessen), (Abb. 22).
- Nichtzuletzt Wahl einer günstigen Fahrgeschwindigkeit, die bei kaum einer anderen Maschine von so großem Einfluß auf die Arbeitsqualität ist (Abb. 19).

Eine genaue Beachtung der Betriebsanleitung ist allgemein und besonders in bezug auf die Fahrgeschwindigkeit unbedingt erforderlich, weil im Extremfall eine Fahrgeschwindigkeit von 3 oder 7 km/h günstig sein kann.

Damit schwanken ebenfalls die möglichen Flächenleistungen pro Stunde und Saison. Bei einer mittleren Fahrgeschwindigkeit können mit einer 6-reihigen Maschine über 1 ha/h erreicht werden.

Wie hoch sind der Kapitalbedarf und die Kosten?

Spezialmaschinen, vorwiegend mechanisch arbeitend, liegen je Reihe zwischen etwa 1700.-- und 2350.-- DM, beispielsweise

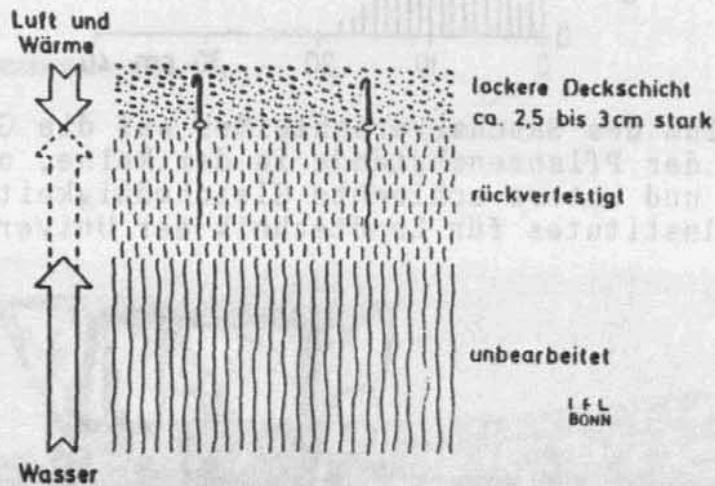
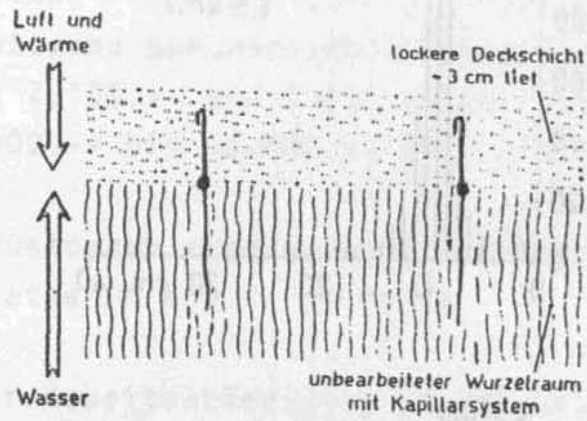


Abb. 20: Schema eines zweckmäßigen Saatbettes für Zuckerrüben, obere Abbildung ohne und untere mit Rückverfestigung (Darstellungen des Institutes für Landtechnik der Universität Bonn)

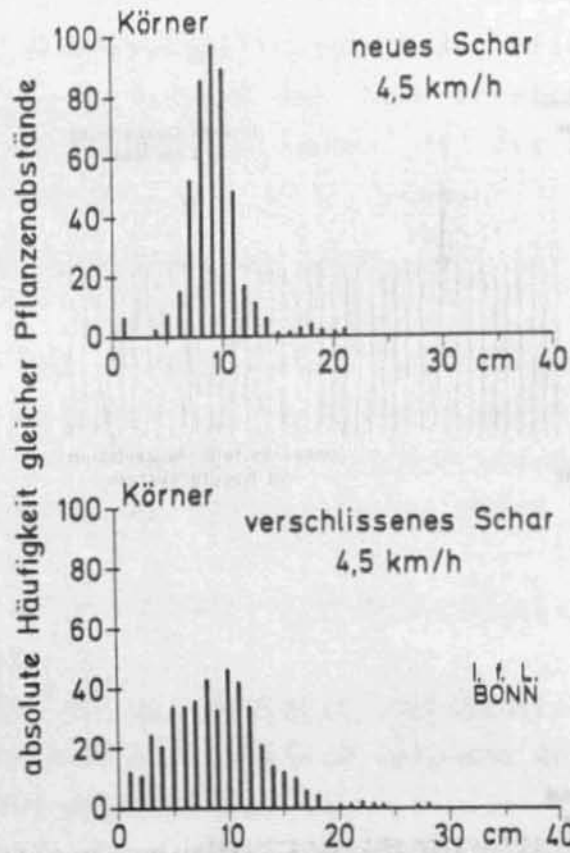


Abb. 21: Einfluß des Säscharverschleißes auf die Gleichmäßigkeit der Pflanzenabstände in der Reihe, obere Abbildung gute und untere schlechte Gleichmäßigkeit (Darstellung des Institutes für Landtechnik der Universität Bonn)

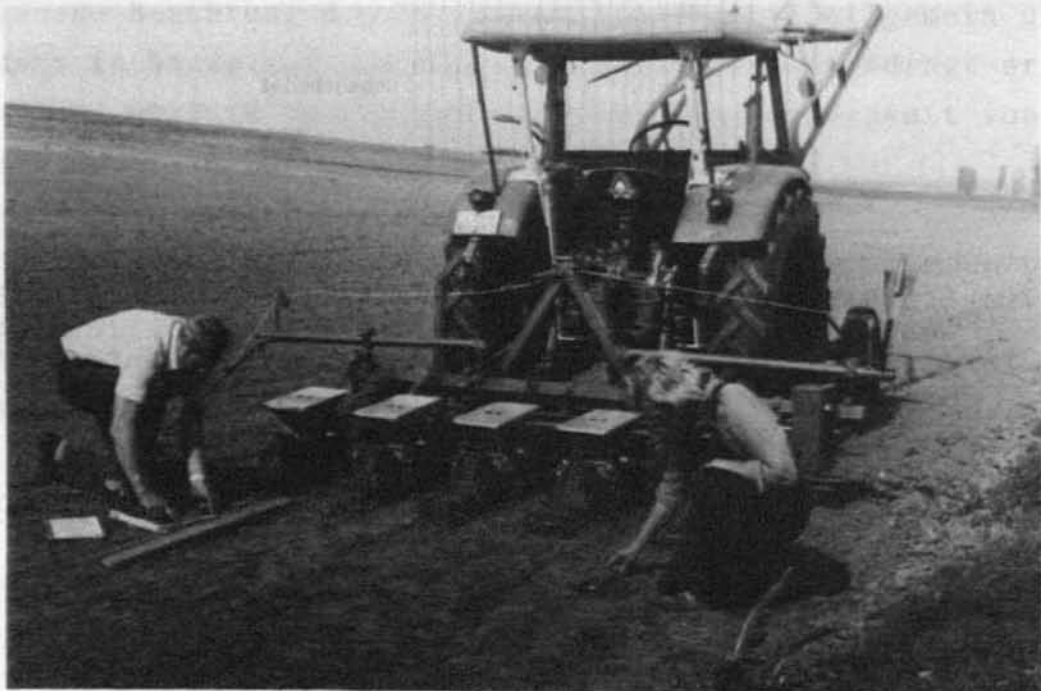


Abb. 22: Eine Kontrolle der Saatgutablage in bezug auf Ablageweite und -tiefe ist sehr ratsam (DLG-Bild)

6-reihig von etwa 10.500.-- bis 14.000.-- DM. Kombinationsmaschinen, vorwiegend pneumatisch arbeitend, liegen je Reihe zwischen etwa 2.150.-- und 2.600.-- DM, beispielsweise 6-reihig von etwa 13.000.-- bis 15.000.-- DM.

Mulchsaatausrüstungen erhöhen bei Nachrüstung den Anschaffungspreis bis zu etwa DM 600.-- je Reihe.

Die Kosten der Arbeitserledigung hängen bei der Eigenmechanisierung vor allem von der Aussaatfläche je Jahr und vom Anschaffungspreis ab. Um bei einer 6-reihigen Maschine unter den durchschnittlichen Arbeitspreisen von Maschinenringen und Lohnunternehmern zu kommen, sind bei der Eigenmechanisierung über etwa 35 ha jährliche Fläche erforderlich.

Mulchsaatverfahren für Zuckerrüben im Vergleich

von Dr. Ing. Claus Sommer, Wissenschaftlicher Direktor am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode

1. Problemstellung

Die vorliegende Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung hat die Diskussionen zum Bodenschutz in vielfältiger Weise angeregt. Obgleich ein wesentlicher Ansatz dieser Konzeption der umfassende Bodenschutz ist, stehen in der öffentlichen Diskussion häufig Maßnahmen der Landbewirtschaftung im Vordergrund des Interesses. Neben den möglichen Belastungen des Bodens durch organische und mineralische Düngung, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und artenarmen Fruchtfolgen wird die Intensität der Bodenbearbeitung kritisch betrachtet, weil sie Bodenerosionen durch Wind oder Wasser fördern und das Ausmaß von Bodenverdichtungen verstärken kann. Damit besteht u.a. die Gefahr, daß die nachhaltige Ertragsfähigkeit und andere Funktionen des Bodens betroffen sind. Zwar gibt es heute keine allgemein gültigen Beweise dafür, daß Bodenfunktionen grundsätzlich in Gefahr wären. Unbestritten ist, daß die Landbewirtschaftung bis heute die Bodenfruchtbarkeit auf ein hohes Niveau gebracht hat und daß Disziplinen wie Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz sowie die Landtechnik dazu beigetragen hat.

Dennoch darf nicht übersehen werden, daß Bodenerosionen durch Wind oder Wasser sowie Bodenverdichtungen durch das Befahren mit schweren Fahrzeugen standortspezifisch mittel- und langfristig Problembereiche darstellen können.

Eine mitentscheidende Ursache für solche Gefahren ist die übliche, hohe Intensität der Bodenbearbeitung insbesondere in den Arbeits-

abschnitten Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung. Sehr lockere Böden sind verdichtungsempfindlich, ein feinkrümeliges Saatbett ist anfällig gegen Wasser- oder Winderosion.

Die Tendenz zu verstärkten Bodenerosionen läuft parallel mit der Zunahme solcher Ackerflächen bzw. Bewirtschaftungsweisen, die den Boden über längere Zeit unbedeckt lassen. Der Anbau von Mais und Zuckerrüben ist deshalb als besonders erosionsfördernd anzusehen.

2. Lösungsansatz

Vor dem Hintergrund der in den USA seit Jahrzehnten gemachten Erfahrungen und der heute nahe liegenden Prognose, daß die Landwirte auch in Deutschland unter immer stärkeren ökologischen und ökonomischen Druck geraten, sowie aufgrund landtechnischer Entwicklungen in den letzten Jahren, ist es notwendig, Alternativen zur konventionellen Bodenbearbeitung unter hiesigen Bedingungen zu untersuchen.

Am Institut wird seit 1979 das "Konservierende Bodenbearbeitung" /1/ entwickelt. Aspekte des Bodenschutzes und die Frage nach der Ertragssicherheit stehen dabei im Vordergrund.

Grundgedanken der konservierenden Bodenbearbeitung sind:

- das Belassen von Pflanzenreststoffen der Vor- und/oder Zwischenfrucht nahe bzw. auf der Bodenoberfläche;
Ziel ist eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung über einem intakten Bodengefüge als vorbeugenden Schutz gegen Erosion und Verschlämmungen /2/.
- die Reduzierung der üblichen Intensität der Bodenbearbeitung, wobei nach Bedarf mit nichtwendenden Geräten gelockert wird;
Ziel ist ein stabiles, tragfähiges Bodengefüge durch längere Bodenruhe als vorbeugenden Schutz gegen Verdichtungen /3/.

Im Hinblick auf die Bodenbearbeitungsintensität steht die konservierende Bodenbearbeitung zwischen der konventionellen Bodenbearbeitung und der Direktsaat (Abb. 1).

Arbeitsabschnitte	Konventionelle Bodenbearbeitung/Bestellung	Konservierende Bodenbearbeitung/Bestellung	Direktsaat
Grundbodenbearbeitung	+	ggf. Lockern	-
Saatbettbereitung	+	+ -	-
Saat	+	Mulchsaat	+
Stoppelbearbeitung	+	+ -	-

Abb. 1: Definition von Bodenbearbeitungskonzepten

Die konventionelle Bodenbearbeitung ist durch hohe Intensität gekennzeichnet (+Zeichen in Abb. 1), die Direktsaat verzichtet auf jede Bodenbearbeitung (-Zeichen in Abb. 1).

Im Hinblick auf das Belassen von Pflanzenreststoffen nahe bzw. auf der Ackeroberfläche sind Art der Bodenbearbeitung, Fruchtart und Fruchtfolge ausschlaggebend. Für den speziellen Fall des Einbaus von Zwischenfrüchten - etwa in der Fruchtfolge "Wintergerste - Zwischenfrucht - Zuckerrüben - Winterweizen" - gelingt es, das Feld nach der Getreideernte bis zum Reihenschluß des Zuckerrübenbestandes mit einem schützenden Mulch bedeckt zu halten (Abb. 2).

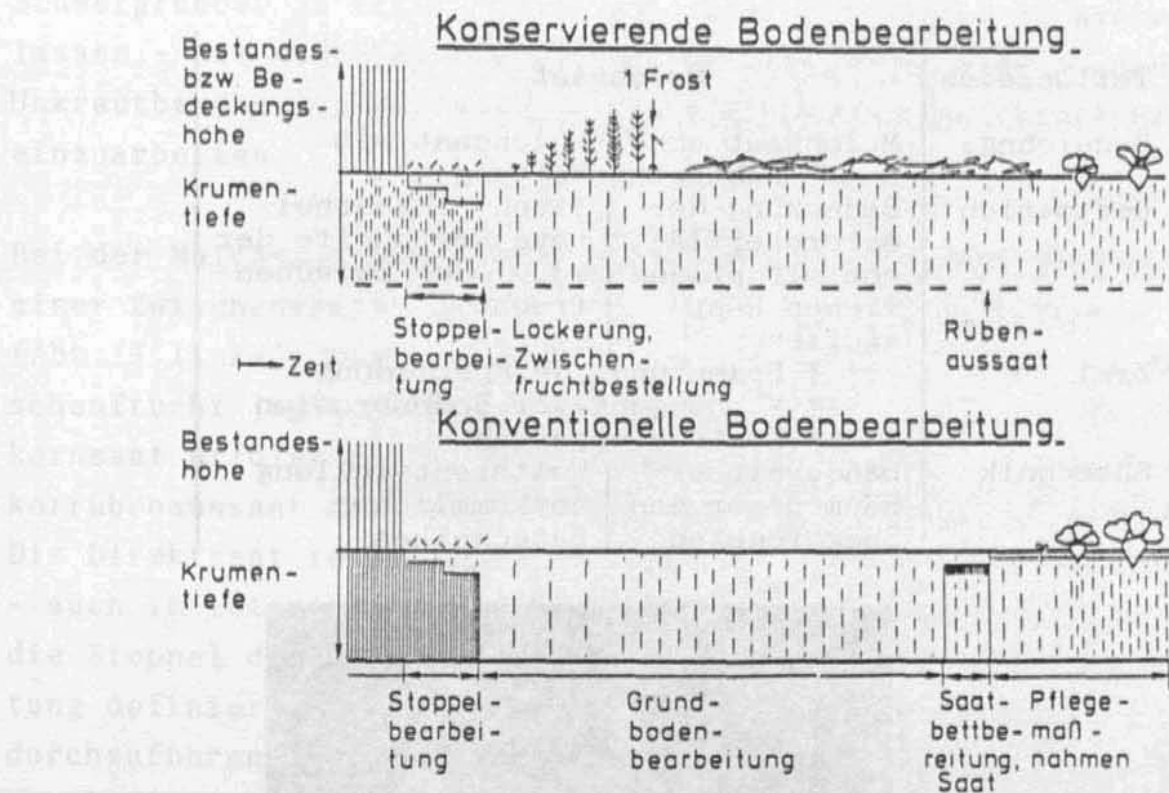


Abb. 2: Zeitspannen der Bodenbedeckung bei unterschiedlichen Konzepten der Bearbeitung für einen Ausschnitt einer Fruchtfolge

3. Was versteht man unter Mulchsaat?

Für die Mulchsaat zu Zuckerrüben sind grundsätzlich zwei Varianten möglich (Abb. 3).

Im Falle der Mulchsaat mit Saatbettbereitung werden Pflanzenreststoffe (Stroh, abgestorbene oder abgetötete Zwischenfrüchte) vor oder mit der Rübenaussaat flach eingearbeitet (z.B. mit der Kreiselegge (Abb. 3 rechts, oder auch mit der Reihenfräse). Eine Verfahrensvariante ist, bei Frost die oberste Schicht mit einem

Teilbereich	Mulchsaat	
Bezeichnung	Mulchsaat ohne Saatbettbereitung	Mulchsaat mit flach eingearbei- tete Reststoffe der Vor- oder Zwischen- frucht
Definition	Bedeckung der Ackeroberflä- che mit pflanz- lichen Rest- stoffen	
Ziel	* Bodenruhe, Gefügebildung * Vorbeugung vor Bodenerosion * Kosteneinsparung	
Sätechnik	bandbreites Räumen vor den Säaggregaten	Weiterentwicklung herkömmlicher Sätechniken



Abb. 3: Mulchsaat ohne (links) und Mulchsaat mit (rechts)
Saatbettbereitung nach Zwischenfrucht zu Zuckerrüben

Schwergrubber zu unterfahren, um - ohne Fahrspuren zu hinterlassen - die Bodenkapillarität zu unterbrechen, eine mechanische Unkrautbekämpfung vorzunehmen und die abgefrorene Zwischenfrucht einzuarbeiten.

Bei der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung werden Reststoffe z.B. einer Zwischenfrucht ganz auf der Bodenoberfläche belassen (Abb. 3 links). Damit unterbleibt nach der Bestellung der Zwischenfrucht jegliche Bodenbearbeitung und die Zuckerrübeneinzelkornsaat erfolgt durch die Reststoffdecke. Diese "direkte" Zuckerrübenaussaat hat dazu geführt, von "Direktsaat" zu sprechen. Die Direktsaat im klassischen Sinne ist jedoch (siehe Abb. 1) - auch im internationalen Sprachgebrauch - als die Einsaat in die Stoppel der vorherigen Hauptfrucht ohne jede Bodenbearbeitung definiert, ist nur mit dem Einsatz von Totalherbiziden durchzuführen und hat sich auch aus anderen Gründen unter hiesigen Bedingungen bisher nicht durchgesetzt. Um sich von diesem Konzept (siehe Abb. 1) abzugrenzen, wird heute für den in Abb. 3 rechts angesprochenen Fall, bei dem zur Zwischenfrucht eine Bodenlockerung durchgeführt wurde, von Mulchsaat ohne Saatbettbereitung gesprochen.

Damit wird unter Mulch verstanden:

- sowohl das Gemisch aus Boden und Reststoffen
- als auch ganz auf der Bodenoberfläche verbleibende Reststoffe (in Anlehnung an z.B. den Rindenmulch im Landschaftsgartenbau).

4. Verfahrenstechnische Lösungen für die Mulchsaat zu Zuckerrüben

Sollen Einzelkornsäegeräte mit Reststoffen der Vor- oder Zwischenfrucht "fertig" werden, so gelingt dies nach flach eingearbeiteten Reststoffen (Mulchsaat mit Saatbettbereitung) meistens mit der herkömmlichen Drilltechnik.

Für die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung gibt es prinzipiell drei technische Lösungen bei Einzelkornablage (Abb. 4, a, b).

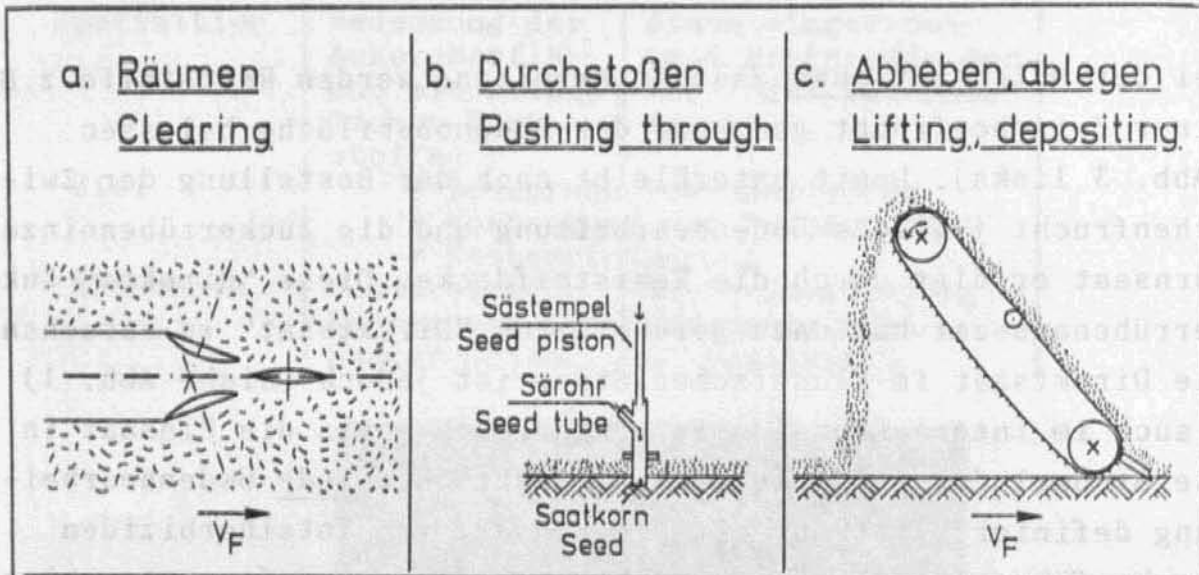


Abb. 4: Möglichkeiten der Einsaat in bzw. - für Getreide - unter eine Reststoffdecke

Für das Durchstoßen einer Reststoffdecke ist an der Universität Bonn das Sätstempelgerät in Form von Prototypen entwickelt worden (Abb. 4 b).

Das Prinzip des Räumens oder des Schneidens (Abb. 4 a) wird bei heute gängigen Maschinen benutzt, um vor jedem Säschar ein mehr oder weniger schmales Band von Reststoffen frei zu machen, damit es nicht zu Verstopfungen kommt. Abb. 5, 6 und 7 zeigen gängige Lösungen.

5. Empfehlungen zur Mulchsaat

Einstieg über den Zwischenfruchtanbau

Auch wenn das Gesamtkonzept der konservierenden Bodenbearbeitung und speziell die Mulchsaat nicht von einer vorangegangenen Zwischen-

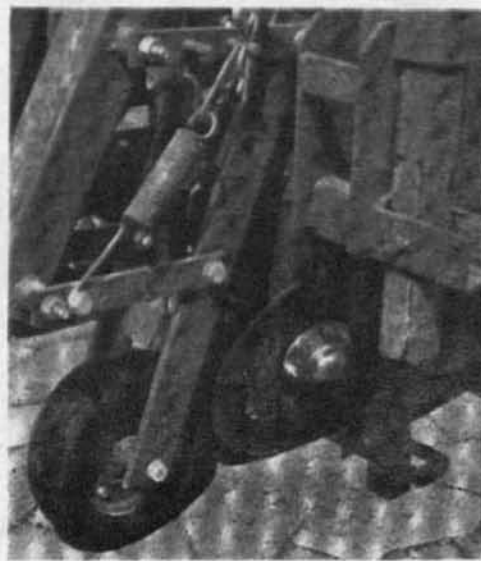
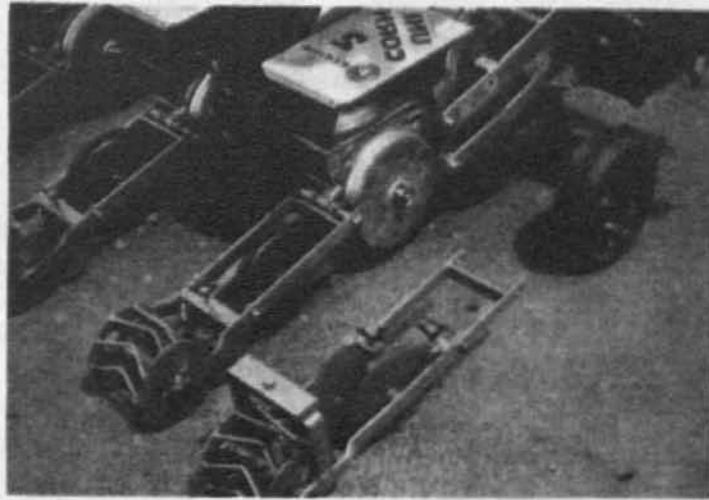


Abb. 5 (oben): Schneidrad (Fa. Kleine)

Abb. 6 (links): Schneidscheiben mit Farmflex-Druckrollen
(Fa. Kleine)

Abb. 7 (rechts): Räumscheiben im Parallelogramm mit Stützrad
(Fa. Becker)

frucht abhängt - manche Landwirte haben gute Erfahrungen mit dem Strohmulch gemacht -, so erleichtert doch der Zwischenfruchtanbau den Einstieg zur Mulchsaat im Zuckerrübenbau.

Für abfrierende und nichtabfrierende Arten gilt in gleicher Weise, daß sie nicht zu früh, jedoch auch nicht zu spät ausgesät werden sollen, damit sie schnell Unkraut und verbliebenes Ausfallgetreide unterdrücken, jedoch nicht zur Blüte kommen. Wie Phacelia (gute Bodenbedeckung, Ansprüche an den Wasserhaushalt) haben auch andere abfrierende Arten (z.B. Senf, Ölrettich) Vor- und Nachteile (späterer Aussattermin möglich, nematodenresistente Sorten, schlechtere Bodenbedeckung Ausgang Winter).

Aufbau einer stabilen Bodenstruktur

Sind in der angesprochenen Fruchtfolge nach Gerste die Stoppelbearbeitung und - wenn notwendig - eine tiefere Bodenlockerung (Schichtengrubber, Parapflug o.ä.) durchgeführt worden, so ist es auch die Aufgabe des modernen Zwischenfruchtanbaus, die mechanisch geschaffene Bodenstruktur zu stabilisieren, um die bessere Tragfähigkeit des abgesetzten Bodens bei späterem Befahren ausnutzen zu können.

6. Erfolge mit der Mulchsaat

Mehr Bodenschutz

Der "reine" Tisch eines konventionell bearbeiteten Zuckerrübenfeldes kann nach intensivem Niederschlag starken Bodenabtrag zur Folge haben (Abb. 8 links), dagegen verhindern die gut durchlässige Bodenstruktur und Pflanzenreststoffe an der Bodenoberfläche nach Mulchsaat unter gleichen Bedingungen jeglichen Bodenabtrag (Abb. 8 rechts).

Ertragssicherheit

Auch wenn der Landwirt für mehr Bodenschutz eintritt und sich deshalb für die Mulchsaat interessiert, fragt er letztlich, ob ein Weniger an Bodenbearbeitungsintensität unter seinen Bedingungen auch weniger Ertrag zur Folge hat.

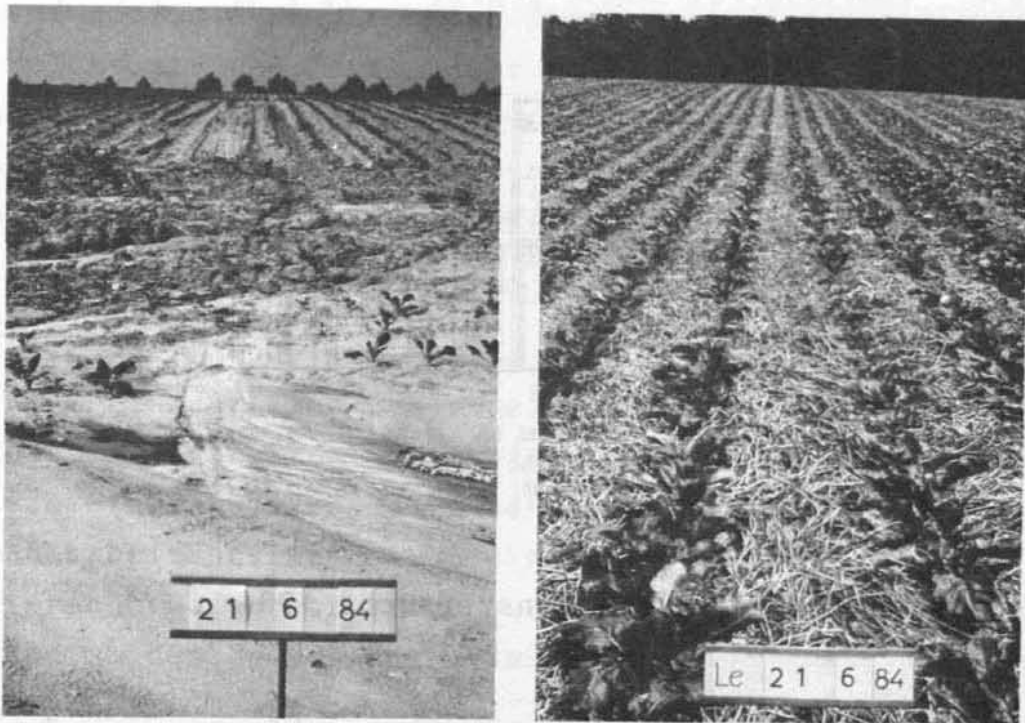


Abb. 8: Bodenabtrag nach intensivem Niederschlag auf einem herkömmlich bestellten Zuckerrübenfeld (links) und im gleichen Tal zum selben Zeitpunkt ein Zuckerrübenfeld nach Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (Zwischenfrucht: Phacelia)

Aus diesem Grund wurden vom Institut von 1983 bis 1985 Demonstrationsversuche in der Praxis durchgeführt, auf denen Parzellenernten erfolgten. In den drei Jahren wurden diese Ertragsfeststellungen auf insgesamt 39 Zuckerrübenfeldern durchgeführt. Die Flächen erstreckten sich auf den Bereich der Landwirtschaftskammer Hannover. Meist konnte die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung mit einer Kontrolle (eingepflügte Zwischenfrucht, die in der Regel konventionell bestellt wurde) verglichen werden. Chemische bzw. mechanische Unkrautbekämpfung wurde von dem Betriebsleiter für beide Parzellen - von Ausnahmen abgesehen - in gleicher Weise durchgeführt. Ergebnisse sind für das Jahr 1984 in Abb. 9 und für das Jahr 1985 in Abb. 10 dargestellt.

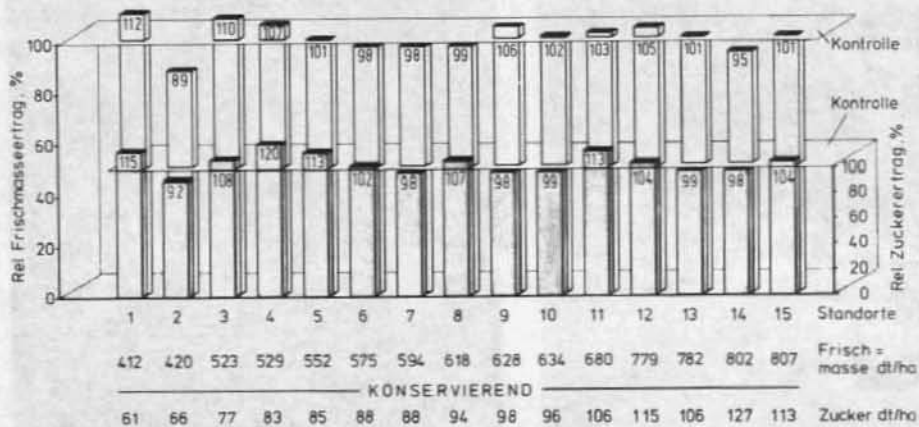


Abb. 9: Erträge der Demonstrationsversuche 1984

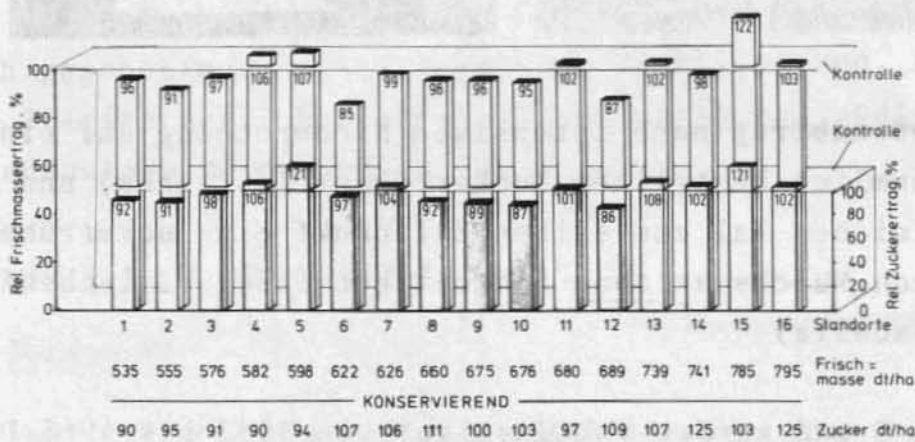


Abb. 10: Erträge der Demonstrationsversuche 1985

Die Säulen stellen die Rüben- bzw. Zuckererträge in % zur Kontrolle dar. Die Säulenpaare sind nach dem Niveau der konservierenden Parzellen geordnet, das im Jahr 1984 von 412 dt/ha bis 807 dt/ha, im Jahr 1985 von 535 dt/ha bis 795 dt/ha reichte.

Bis auf wenige Ausnahmen sind die Ertragsdifferenzen zwischen den Mulchsaat- und Kontrollparzellen statistisch nicht gesichert. Insgesamt waren etwa 10 % aller durchgeführten Demonstrationsversuche negativ verlaufen, was in der Regel auf Probleme mit der Unkrautbekämpfung zurückzuführen war.

7. Ausblick

Für ein zukünftiges Bodenbearbeitungskonzept spielt das ganzflächige Belassen von Reststoffen an/nahe der Bodenoberfläche und die Stabilisierung des Bodengefüges durch Verringerung der Bodenbearbeitungsintensität eine ausschlaggebende Rolle (konservierende Bodenbearbeitung). Vor dem Hintergrund der Diskussion um den Bodenschutz stehen drei wesentliche Aspekte im Vordergrund:

- Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
- Ertragssicherheit bei reduzierten Kosten
- Ansprüchen des Bodenschutzes gerecht zu werden.

Wo es der Landwirt mit Wind- oder Wassererosion zu tun hat, bieten Varianten der Mulchsaat Schutz, wie er bislang durch keine andere Maßnahme zu erzielen ist.

Sollen Reststoffe Schutzfunktionen gegen Bodenerosion übernehmen, so ist Voraussetzung dafür, daß diese nicht eingepflügt werden. Die in der Praxis erwiesene Funktionstüchtigkeit von Sätechniken, die von der Landmaschinenindustrie fortentwickelt werden, haben für Reihenfrüchte und auch Getreide Fortschritte gemacht, um Mulchsaaten zu realisieren.

Sind die Vorteile der konservierenden Bodenbearbeitung im Hinblick auf Aspekte des Bodenschutzes heute schon eindeutig erwiesen, so werden Antworten auf die noch offenen Fragen bezüglich der fruchtfolgespezifischen Bodenlockerung (Standortprobleme, Nährstoffdynamik, Wirkung von Herbiziden) und die notwen-

dige ökonomische Bewertung Hinweise dafür geben, welche Chancen ihr insgesamt einzuräumen sind. Jahrzehntelange Erfahrungen mit der konventionellen Bodenbearbeitung sollten neue Wege in der pflanzlichen Produktion nicht verschließen. Diese bedürfen der Unterstützung seitens der Forschung.

8. Fachbeiträge

- /1/ Sommer, C., M. Zach und M. Dambroth, 1981. Bodenerosion erfordert alternative Formen der Bodenbearbeitung. In: Berichte über Landwirtschaft 197, 71-77.
- /2/ Sommer, C., M. Zach und K. Korte, 1987. Mit konservierender Bodenbearbeitung mehr Bodenschutz im Zuckerrübenanbau. Die Zuckerrübe 1, 58 - 63.
- /3/ Sommer, C., 1985. Ursachen und Folgen von Bodenverdichtungen sowie Möglichkeiten zu ihrer Verminderung. - Landtechnik 9, 378 - 384.

Moderne Pflanzenschutztechnik und gesetzliche Rahmenbedingungen

von Franz Zauffall, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Abteilung Pflanzenschutz, München

1. Gesetzliche Grundlagen

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln müssen neben dem Pflanzenschutzgesetz weitere Gesetze und Verordnungen beachtet werden (Höchstmengen-VO, Anwendungsverbots-VO, Sachkunde-VO, Gefahrstoff-VO, Naturschutzgesetz, Abfallgesetz, Trinkwasser-VO u.a.m.).

Eine Gesetzeslücke wurde am 1. Juli 1988 geschlossen, da nunmehr auch die Pflanzenschutzgeräte bestimmte Anforderungen erfüllen müssen. So lautet der § 24 des Pflanzenschutzgesetzes:

"Pflanzenschutzgeräte dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie so beschaffen sind, daß ihre bestimmungsgemäße und sachgerechte Verwendung beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch, Tier und auf Grundwasser sowie keine sonstigen schädlichen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind".

Damit ist die Bundesrepublik weltweit vermutlich der erste Staat, in dem es lückenlose Rahmenbedingungen für eine wirtschaftliche, anwenderfreundliche und umweltschonende Pflanzenschutztechnik gibt.

2. Gesetzliche Mindestanforderungen an Feldspritzen

Nachfolgend in Kurzfassung die wichtigsten Anforderungen an die Feldspritzen, der bedeutendsten Gruppe unter den Pflanzenschutzgeräten.

Allgemeine Anforderung

- zuverlässige Funktion
- genaues Dosieren und Verteilen
- sicheres Befüllen
- kein unbeabsichtigtes Austreten von Flüssigkeit
- genaues und reproduzierbares Einstellen
- sicheres Bedienen, Kontrollieren vom Arbeitsplatz und gründliche Reinigungsmöglichkeit.

Spezielle Anforderungen an.....

Pumpe

Druckschwankungen dürfen höchstens 25 % betragen.

Saugfilter

Auch bei gefülltem Behälter muß eine Reinigungsmöglichkeit bestehen.

Leitungsfiler

Filterverstopfungen sollten durch Druckabfall am Druckanzeiger erkennbar sein.

Behälter

Es ist ein zusätzliches Fassungsvermögen von 5 % des Nenninhaltes erforderlich.

Fülleinrichtungen

Eine Rückflußsicherung muß gegeben sein.

Volumenmarkierung

Vom Arbeitsplatz leicht ablesbar. Die Fehlergrenze darf bis 20 % Volumen 7,5 % und darüber höchstens 5 % betragen.

Rührwerk

Während des Einsatzes dürfen die Konzentrationsschwankungen bei max. 15 % liegen.

Technische Restmenge

Sie darf bei Behältern bis 400 l = 4 % und bei größeren 3 % des Nenninhaltes nicht übersteigen. Die beim Spritzen am Hang verbleibenden Restmenge müssen in der Gebrauchsanleitung angegeben werden.

Behälterentleerung

In waagrechter Stellung muß ein Behälter völlig leerlaufen können. Es ist ein großer Bodenablaß mit Auffangmöglichkeit einzubauen.

Armaturen

Sie müssen leicht erreichbar sein. Schnellschlußeinrichtungen sind zwingend vorgeschrieben. Bei gleichbleibender Drehzahl darf sich der Druck nicht verändern. Beim Druckanzeiger wird eine Güteklasse von mind. 2,5 nach DIN sowie eine Skalenunterteilung von mind. 0,2 bar verlangt.

Dosieren

Zur Einstellung muß eine exakte Ausbringtable vorhanden sein. Zulässige Abweichungen 10 %.

Elektronische Dosiereinrichtungen

Anpassungszeit nach Schaltvorgängen, Drehzahländerungen oder dergleichen, max. 5 Sekunden. Anzeigegegenauigkeit bei Monitor 6 %.

Gestänge

Über 10 m muß ein Ausweichen nach vorn und hinten gewährleistet sein (mindestens für den äußersten Ausleger mit etwa 6 % der Gesamtspritzbreite).

Höhenverstellbarkeit (ohne Hydraulik) mindestens 1 m.

Schutzvorrichtung am Gestängeende ab 10 m.

Düsen

Es ist eine genaue Kennzeichnung erforderlich. Es gelten folgende Grenzwerte:

Volumenstrom 10 %, Einzeldüsenausstoß 5 %, Nachtropfmenge 2 ml, Querverteilung V_k 7 % (V_k = Variationskoeffizient).

Sonstiges

Gerätetypenschild mit Baujahr.

Zusatzforderungen

Ab 1. Juli 1992: Parallelführung des Gestänges bei über 10 m Breite. Je Teilbreitenventil max. 9 Düsen.

3. Mindestangaben in den Gebrauchsanleitungen

Es müssen Angaben enthalten sein für das Befüllen und über Vorsichtsmaßnahmen,
über Betriebs- und Einstellbereiche,
über die Restmenge, die das Gerät nicht mehr bestimmungsgemäß ausbringt,
für das Entleeren und Reinigen sowie
für die Überprüfung des Gerätes.

4. Kennzeichen einer modernen Feldspritzen-technik

Nicht jedes Pflanzenschutzgerät, das den gesetzlichen Mindestanforderungen entspricht, ist ein modernes Gerät nach heutigen Gesichtspunkten. Dazu zählen u.a. noch folgende Zusatzforderungen und -einrichtungen:

Behälter

Nur große seitliche Einfüllöffnungen mit tiefem Einfüllsieb sowie geeignete Plattformen bei Großgeräten ermöglichen ein sicheres Befüllen. Besser sind Einfüllsiebe mit Einspülvorrichtungen oder Füllschleusen mit Kanisterspüleinrichtungen. Vorteile bieten spezielle Anschlüsse für das Befüllen über das Wasserleitungsnetz, da hierbei ein Zurückfließen ausgeschlossen ist.

Zu bevorzugen sind Behälter mit günstiger Form für leichte Reinigung und günstige Schwerpunktverlagerung zur Schleppermitte. Bei großen Behältern sollten Schwallwände selbstverständlich sein.

Ebenso Zusatzbehälter für Spül- und Waschwasser zur umweltfreundlichen Entsorgung der Restmenge.

Für eine Füllstandskontrolle gibt es z.B. Sichtrohre mit Schwimmerkugeln und Sichtrohre, die keine Brüche mehr führen und nur mit einem Schwimmer im Faß verbunden sind.

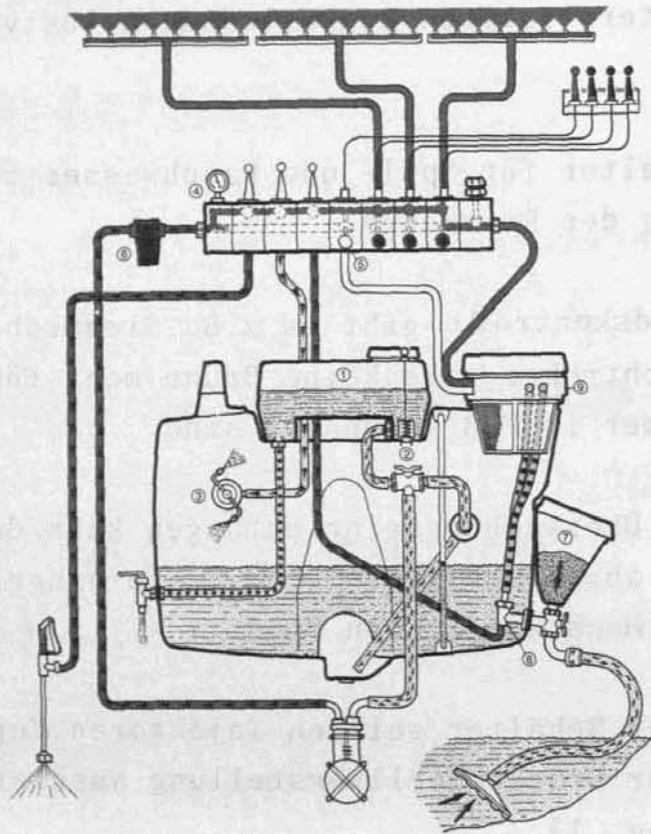
Bei elektrischen Überwachungseinrichtungen kann der Flüssigkeitsstand am Monitor abgelesen werden, wenn die eingefüllte Wassermenge vorher von Hand eingegeben wurde.

Zum Füllen großer Behälter sollten Injektoren Verwendung finden, die mit einer Druckschnellverstellung ausgestattet sind. (siehe Darstellung 1)

Armaturen

Druckfilter mit automatischer Selbstreinigung einschließlich regelbarer Spülmenge müßten schon Serie sein. Das gilt sinngemäß für Einstellhilfen zur exakten Dosierung. Selbst Querschnittsregelung bei den Druckeinstellventilen sollten zur Grundausstattung zählen. Nur sie gewährleisten bei veränderter Drehzahl im selben Gang einen gleichbleibenden Mittelaufwand je ha.

Auch Gleichdruckeinrichtungen für die Teilbreitenschaltung sollten selbstverständlich sein. Generell ist heute zu fordern, daß Rührwerke abschaltbar sind. Dann ist es möglich, die Behälter in kurzer Zeit restlos leerespritzen, weil nach der Rührwerksabschaltung die nicht benötigte Menge unmittelbar in die Saugleitung zurückfließt.



Darstellung 1: Schnittmodell einer modernen Anbauspritze mit Spülwasserbehälter (1), Ablaßvorrichtung (2), Behälterspühdüse (3), Kompaktarmatur mit Seilzugfernbedienung (4), Rücklauf über Einfüllsieb (5), Druckfilter (6), Füllschleuse (7), Füllinjektor (8) und großem Einfüllsieb (9). (Werkzeichnung Tecnoma)

Für Schlepperkabinen mit Filteranlage sind Fernbedienungen für alle Arbeitsvorgänge eine wichtige Forderung. Das gilt ebenso für elektrische Überwachungseinrichtungen zur Anzeige von l/ha, l/min, Druck usw.

Sogenannte Insellösungen mit Spritz-Computern werden allmählich abgelöst von mobilen Agrar-Computern, die für mehrere Arbeitsmaschinen verwendbar sind und teilweise bereits eine Datenübertragung in den Personal-Computer ermöglichen (Bild 1).

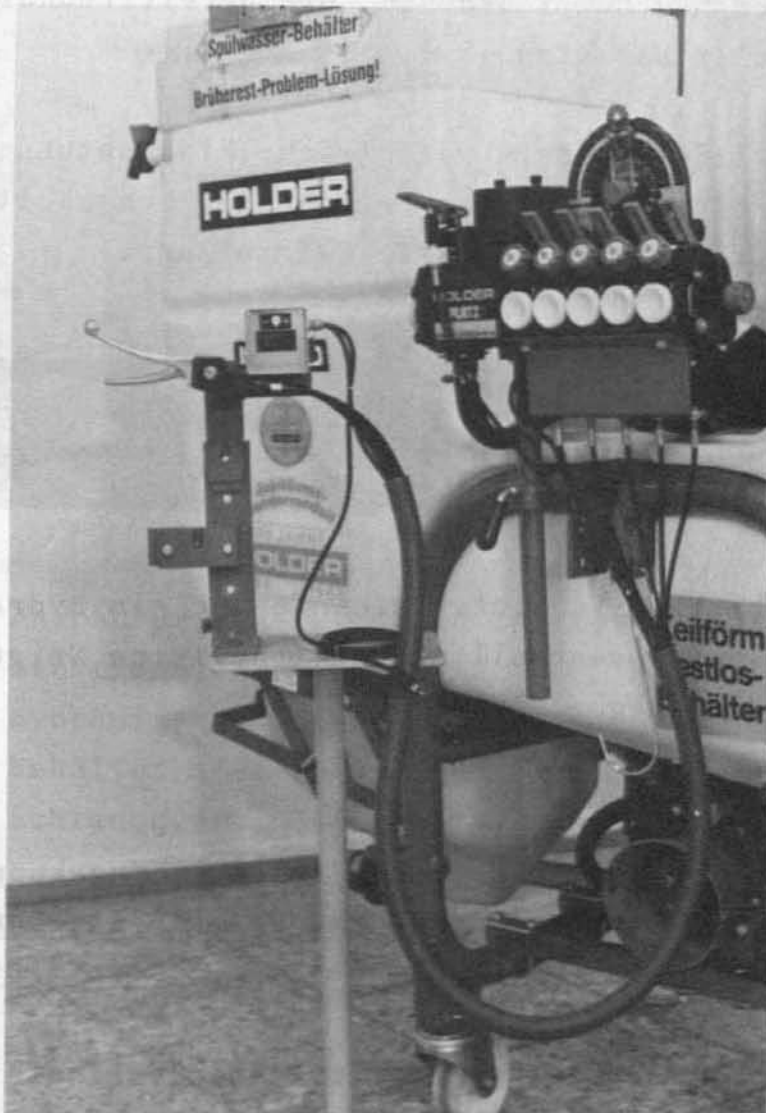


Bild 1: Kompaktarmatur mit Dosierkompaß, Fernbedienung des Hauptventils und der Teilbreitenventile mit Gleichdruckfunktion über Seilzüge, elektrische Druckfernverstellung und selbstreinigendem Druckfilter (Werkfoto Holder)

Gestänge

Die Ausrüstung mit Bajonettkappen und Membranrückschlagventilen zählt bei vielen Firmen schon zur Serienausstattung. Mehrfachdüsenkörper werden dagegen immer seltener, weil mit den Schnellwechselkappen ebenfalls ein rasches Wechseln der Düsenmundstücke machbar ist.

Wichtiger sind verschleißfeste Düsenwerkstoffe und Düsentypen aus dem Bereich der Mehrbereichsdüsen, die umweltfreundlich schon ab 1 bar einsetzbar sind.

Seilzughöhenverstellungen oder hydraulische Einrichtungen erleichtern das wichtige Anpassen an unterschiedliche Kulturhöhen zur Erzielung einer optimalen Wirkstoffverteilung.

Gut gefederte Pendeleinrichtungen und ein funktionierender mechanischer Hangausgleich gehören zusammen und sollten ab 15 m zur Grundausstattung zählen. Ebenso das hydraulische Ein- und Ausklappen der Gestänge.

Bei über 18 m Spritzbreite bietet sich ferner ein hydraulischer Hangausgleich an sowie eventuell eine hydraulische Neigungsverstellung der Einzelausleger (Bild 2).

Sonstiges

Bei den Aufbauspritzen sollte auf eine freie Anhängerkupplung geachtet werden, um bei Bedarf einen Anhänger mit einem Wasserfaß mitführen zu können.

Beim Hangeinsatz von Anhängespritzen ist eine geeignete Zusatzeinrichtung zum spurgetreuen Nachlauf erforderlich. Ebenso eine stufenlose Spurverstellung.



Bild 2: Aufbauspritze für Fendt-Geräteträger mit 1600 l Behälter, elektronischer Dosierregelung, elektrischer Fernbedienung, hydraulisch klappbarem 24 m Gestänge und 140 l Spülwasserbehälter. Für den Aufbau und den Abbau braucht keine Schlauchverbindung gelöst zu werden (Werkfoto Rau)

5. Die moderne Pflanzenschutztechnik im Rahmen der guten fachlichen Praxis

Gute fachliche Praxis

Das Pflanzenschutzgesetz schreibt in § 6 für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln die Anwendung nach guter fachlicher Praxis vor. Hierunter ist u.a. zu verstehen:

- die Beachtung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes;
- keine Anwendung bei möglichen Gefahren für Mensch, Tier und Umwelt;
- die Befolgung der Gebrauchsanleitungen, der Anwendungsverbote und -beschränkungen sowie
- das Ausbringen mit überprüfem Gerät und mit optimaler Anwendungstechnik.

Optimale Anwendungstechnik

Für Feldspritzen können folgende Empfehlungen gegeben werden:

Wasseraufwand

Herbizide	200-400 l/ha
Insektizide	300-400 l/ha
Fungizide (je nach Kulturhöhe)	200- 600 l/ha
Mittelkombinationen	300-600 l/ha
(je nach Firmenempfehlung)	

Düsenkaliber (Beispiele) und Spritzdruck

Standarddüsen	11004, 11005, (11006); 2 - 4 bar
oder LP-Düsen	11002, 11003, (11004); 1,5 - 3,5 bar
oder Mehrbereichsdüsen (z.B. LU, XR oder eine vergleichbare)	11004, 11005, (11006); 1,5 - 3,5 bar

Tropfengröße (mittlerer Volumendurchmesser) 0,2 - 0,4 mm

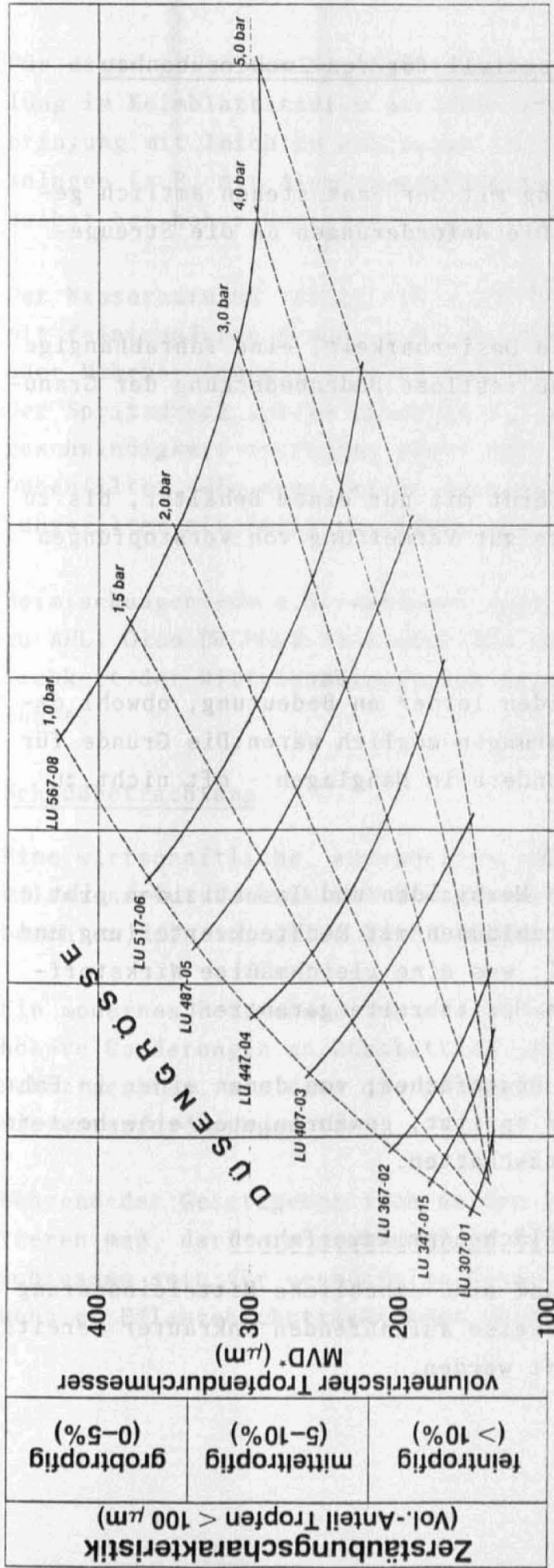
Fahrgeschwindigkeit max. 7 km/h

Anmerkung:

Die Ausbringung mit Rotationsdüsen oder Zweistoffdüsen kann nicht zur guten fachlichen Praxis gerechnet werden, weil die Wassermengen je ha zu niedrig liegen. Die elektrostatische Aufladung der Spritzflüssigkeit hat ihre Bewährungsprobe noch nicht bestanden (Darstellung 2).

Düsenkennlinien

von LU-Mehrbereichsflachstrahl Düsen, 120°



Düsenausstoß (l/min)	Düsenausstoß (l/min)												
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
4 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0
5 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0
6 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0
7 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0
8 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0
9 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0
10 km/h →	0	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1100	1200	4.0

Darstellung 2: Tabelle zur Auswahl der geeigneten Düsengröße in Abhängigkeit vom Aufwandvolumen, von Fahrgeschwindigkeit und vom Tropfendurchmesser (Werkz. Lechler) * gemessen mit Laser-Doppler-Verfahren

6. Anwendungsempfehlungen speziell für den Zuckerrübenbau

Insektizide Granulate

Für das Streuen in Verbindung mit der Saat stehen amtlich geprüfte Geräte zur Auswahl. Die Anforderungen an die Streuge nauigkeit liegen sehr hoch.

Wichtig sind eine stufenlose Dosierbarkeit, eine fahrabhängige Mengenregulierung sowie eine restlose Bodenbedeckung der Granulate.

Neu auf dem Markt ist ein Gerät mit nur einem Behälter, bis zu 6 Säorgane und einem Gebläse zur Vermeidung von Verstopfungen in den Leitungen.

Bandspritzverfahren

Dieses verliert bei Herbiziden leider an Bedeutung, obwohl damit erhebliche Mitteleinsparungen möglich wären. Die Gründe für den Rückgang sind - insbesondere in Hanglagen - oft nicht zu widerlegen.

Für die Bandapplikation von Herbiziden und Insektiziden gibt es nunmehr auch Doppelflachstrahldüsen mit Rechteckverteilung und einem schmalen Spritzwinkel, was eine gleichmäßige Wirkstoffverteilung auf der gesamten Spritzbreite garantiert.

Diese neuen Düsen mit zwei Düsenfächer, von denen einer in Fahrtrichtung und einer entgegen spritzt, gewährleisten eine bessere Benetzung und weniger Spritzschatten.

NA-Herbizidausbringung im Flächenspritzverfahren

Versuche haben bestätigt, daß eine erhebliche Mitteleinsparung möglich ist, wenn die schubweise auflaufenden Unkräuter bereits im Keimblattstadium bekämpft werden.

Für diese gezielten NA_K -Spritzungen (NA_K = Nachauflaufbehandlung im Keimblattstadium der Unkräuter) bietet sich die Ausbringung mit leichten Fahrzeugen und besonders leichten Spritzanlagen (z.B. mit Aluminium-Gestängen) an, wenn die Bestände selbst bei hoher Bodenfeuchtigkeit befahren werden müssen.

Der Wasseraufwand sollte 150 - 200 l/ha betragen. Ausgebracht mit feintropfigen Düsen, z.B. LP 110015, Standarddüsen 11002 oder Mehrbereichsdüsen 11002 vom Typ LU, XR oder dergleichen. Der Spritzdruck sollte zwischen 1,5 und 2,0 bar liegen. Fahrgeschwindigkeit möglichst nicht über 6 km/h. Anstelle feiner Düsenfilter, die sehr leicht verstopfen, sind feinmaschige LeitungsfILTER mit Selbstreinigung einzubauen.

Beimischungen von z.B. Aminosol oder Siapton haben im Gegensatz zu AHL, Oleo DU PONT 11-E oder SSA zu einer besseren Verträglichkeit der Mittelkombinationen gegenüber den Zuckerrüben geführt.

Schlußbetrachtung

Eine wirtschaftliche, anwenderfreundliche und umweltschonende Pflanzenschutztechnik muß die gesetzlichen Rahmenbedingungen beachten, die vor allem im Pflanzenschutzgesetz vorgegeben sind.

Ein moderner Betriebsleiter stellt aber heute vielfach schon höhere Forderungen an Ausstattung und Leistung eines Pflanzenschutzgerätes, als dies die gesetzlichen Bestimmungen mit den Mindestanforderungen tun.

Während der Gesetzgeber sich an dem Stand der Technik orientieren muß, darf ein sachkundiger Betriebsleiter auch aufgeschlossen sein für vernünftige Neuerungen. Insbesondere dann, wenn er Pflanzenschutzmaßnahmen auch überbetrieblich anbietet.

Generell gilt auch im Pflanzenschutz der Grundsatz, daß der Mensch die Hauptverantwortung trägt und nicht die Technik!

Literatur

Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen - Pflanzenschutzgesetz vom 15. September 1986. Bundesgesetzblatt I, S. 1505.

Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte vom 28. Juli 1987. Bundesgesetzblatt I, S. 1754.

Bekanntmachung über Merkmale für Pflanzenschutzgeräte vom 8. Juni 1988. Bundesanzeiger Nr. 127/1988.

Kostengünstige und ertragsorientierte Düngung von Zuckerrüben

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

Alle in der Landwirtschaft und für die Landwirtschaft arbeitenden Kräfte sind heute mehr denn je aufgefordert, die Landnutzung sowohl nach ökologischen als auch ökonomischen Belangen auszurichten. Ökonomie und Ökologie werden zwar häufig Spannungsfelder vorzeichnen, können aber auch gleichgerichtete Veränderungen der üblichen Wirtschaftsweise auslösen wie z.B. auf den Problemgebieten Erosion oder Nitratanreicherung des Grund- und Trinkwassers.

Die Düngung der Zuckerrüben hat sich innerhalb der letzten 15 Jahre grundlegend verändert; die Düngung auf Massenproduktion wurde durch eine verfeinerte, auf Qualität ausgerichtete Düngung abgelöst. Die Übergangszeit dauerte zwar unterschiedlich lange je nach Intensität und Erfolg der Beratung sowie der Aufgeschlossenheit der Landwirte. Entscheidend für diesen Umstellungsprozeß war aber letztlich eine angemessene individuelle Qualitätsbezahlung durch die Zuckerfabriken.

Aufgabe dieses Vortrages ist, die Auswirkungen wichtiger Düngungsmaßnahmen auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben aufzuzeigen und für den Praktiker Entscheidungshilfen für eine sachgemäße Düngung abzuleiten.

1. Optimaler Kalkzustand und pH-Wert der Böden für den Rübenbau

Von sämtlichen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen reagieren Zuckerrüben am deutlichsten auf eine Aufkalkung einer sauren Braunerde von pH 5.2 auf ca. 6.5 - 6.8 mit durchschnittlichen Mehrerträgen von 20 % (Tabelle 1).

Tab.1: Kalkversuche Weihenstephan (1972-1986)

Braunerden (Lößlehm) - uL, pH 5.2

Düngung: NPK optimal

Wirkung der Kalkung auf den Ertrag

o. Kalk = 100

Rüben	120
Gerste	106
Weizen	103
Hafer	102
Mais	100

Die Bedeutung eines ausreichenden Kalkzustandes des Bodens für Rüben kommt sehr eindrucksvoll im Jahr 1987 zum Ausdruck. Eine insbesondere auf den ungekalkten Parzellen festgestellte Verschlammung der Bodenoberfläche behinderte das Wachstum der Rüben (Auflauf, Gasaustausch, schlechte Wasserinfiltration und starker Oberflächenabfluß) erheblich und führte zu einem Ertragsrückgang auf 341 dt Rüben/ha. Auffallend war die Entkalkung der obersten Bodenschicht (0-4 cm) mit einem Abfall des pH-Wertes um 0.5 - 0.8 Einheiten gegenüber den tieferen Schichten der Krume, auch in der Kalkvariante mit Krumenkalkung vor der Saat (Tab. 2).

In mehrjährigen Versuchen des Amtes für Landwirtschaft und Bodenkultur Würzburg konnte besonders auf strukturinstabilen und damit zur Verschlammung neigenden Lößböden (15-20 % Ton, 70 % Schluff) die Bedeutung der Vorsaat-Kalkung für den Feldaufgang von Zuckerrüben belegt werden (Abb. 1).

Tab.2: Kalkversuch Weihenstephan (Dürnast)
Braunerde (Lößlehm) 20 % Ton, 70 % Schluff

Untersuchungszeitpunkt	pH (CaCl ₂)	pH (CaCl ₂)	
		- Kalk	+ Kalk
Herbst 1986 0-25 cm		5.3	6.6
April 1987 Krumenkalkung		-	5 dt CaO/ha
Juli 1987	0- 4 cm	4.6	5.7
	4- 10 cm	5.1	6.3
	10-20 cm	5.4	6.4
	20-30 cm	5.5	6.4

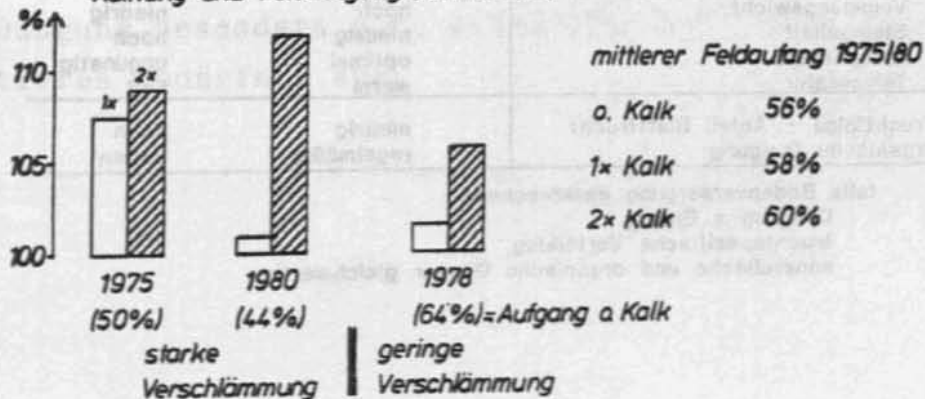
1987: Futterrüben mit Strukturproblemen	
Düngung	dt Rüben/ha
- Kalk	341
+ Kalk	749

Abb.1: Vorsaat-Kalkung zu Zuckerrüben (A/LuB Würzburg 1981)

Boden: Löß - Parabraunerde ("Weißlehm")

Kalkung: 1x Kalk = 10 dt Branntkalk/ha, 3-5 Wochen vor der Saat eingearbeitet

Kalkung und Feldaufgang (o. Kalk=100)



Diesen spezifischen Kalkansprüchen der Rüben sollte durch eine ausreichende Aufkalkung bzw. Erhaltungskalkung der Böden Rechnung getragen werden: Richtwerte für den anzustrebenden pH-Wert mittlerer Böden (z.B. Lößböden) liegen für Fruchtfolgen mit Zuckerrüben bei etwa 6.6 - 6.8, tonreichere Böden werden zweckmäßigerweise bis 7.0 aufgekalkt.

2. Düngung mit Phosphat und Kalium

Die anzustrebenden Gehalte der Böden an Phosphat und Kalium (früher DL-, heute CAL-Methode) wurden in den letzten 20 Jahren entsprechend den Erkenntnissen aus breitgestreuten Feldversuchen stufenweise zurückgenommen. Je nach den besonderen Standort- und Bewirtschaftungsgegebenheiten gehen wir von anzustrebenden Gehalten zwischen 10 und 20 mg CAL-löslichem Phosphat und Kalium/100 g Boden (Krume) aus (Abb. 2).

Abb.2: Düngerbemessung im landwirtschaftlichen Betrieb für Phosphat und Kalium

wichtige Einflußgrößen	anzustrebende Versorgung CAL: mg P O bzw. K O/100 g	
	10 2 5	bis 2 20
Böden:		
Durchwurzelungstiefe	tief	flach
Struktur	gut	schlecht
Nährstoffvorrat	hoch	niedrig
i. Unterboden	hoch	niedrig
Volumengewicht	hoch	niedrig
Steingehalt	niedrig	hoch
Kalkzustand	optimal	ungünstig
Temperatur	warm	kalt
Fruchtfolge - Anteil Blattfrucht	niedrig	hoch
organische Düngung	regelmäßig	selten

falls Bodenversorgung entsprechend:
 Düngung = Entzug
 fruchtspezifische Verteilung
 mineralische und organische Dünger gleichwertig

Die Düngung sollte sich dann am Entzug der Pflanzen orientieren, wobei die Nährstoffe in mineralischen und organischen Düngern gleichwertig sind. 600 dt Rüben entziehen ca. 100 kg P_2O_5 und 400 kg K_2O , über Rübenblätter werden allerdings 40 - 50 kg P_2O_5 und 200 - 300 kg K_2O wieder zurückgeführt, so daß der Nettoentzug bei etwa 60 kg P_2O_5 und 150 kg K_2O /ha liegt (Tab. 3).

Tab.3: Nährstoffentzug von Zuckerrüben (kg/ha)
600 dt Rüben, 480 (270) dt Blätter

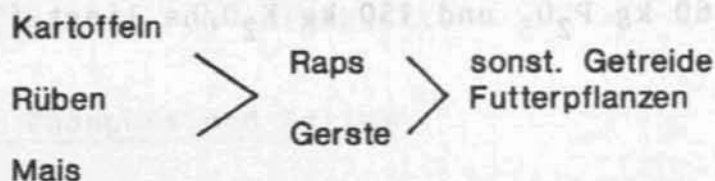
	N	P O 2 5	K O 2
Rüben	110 (100)	55 (60)	150 (170)
Blätter	160 (105)	50 (35)	330 (170)
Summe	270 (205)	105 (95)	480 (340)

Mittelwerte Beratungsschrift Bayern, 1985 bzw.
(LST Pflanzenernährung)

Die für eine Fruchtfolge notwendige Düngung sollte fruchtspezifisch aufgeteilt werden, d.h. je nach dem Nährstoffbedürfnis der Pflanzen (Abb. 3) erhalten die anspruchsvolleren Kulturen einen höheren, die anspruchsloseren Kulturen einen geringeren Anteil. Rüben reagieren demnach wie Mais und Kartoffeln auf eine P-Düngung besonders gut, weisen für Kalium allerdings nur ein mittleres Bedürfnis auf.

Abb.3: Abstufung des Nährstoffbedürfnisses verschiedener landw. Kulturpflanzen

Phosphat



Kalium

Ackerbohnen	Rüben	Getreide
Mais	Raps	
Kartoffeln		

3. Düngung mit Stickstoff

Von sämtlichen Düngungsmaßnahmen beeinflusst die Stickstoffdüngung am deutlichsten Ertrag sowie technologische Qualität der Zuckerrüben.

Der Rübenenertrag steigt häufig bis zu sehr hohen N-Gaben (z.T. bis 280 kg N/ha) an, der Zuckergehalt ist hingegen rückläufig, so daß sich für Rüben- und Zuckerertrag unterschiedlich hohe Düngungsoptima ergeben (ca. 220 - 260 gegenüber 170 kg N/ha) (Abb. 4 und 5).

Die technologische Qualität der Zuckerrüben ergibt sich aber nicht nur aus dem Zuckergehalt, sondern auch aus qualitätsmindernden Inhaltsstoffen wie α -Amino-N, Natrium und Kalium, d.h. Nichtsaccharosestoffen des Rohsaftes, die letztlich zu einer

Abb.4:

Wirkung steigender N-Düngung auf Ertrag und Zuckergehalt
Mittelwerte von 4 Versuchen 1968–1971

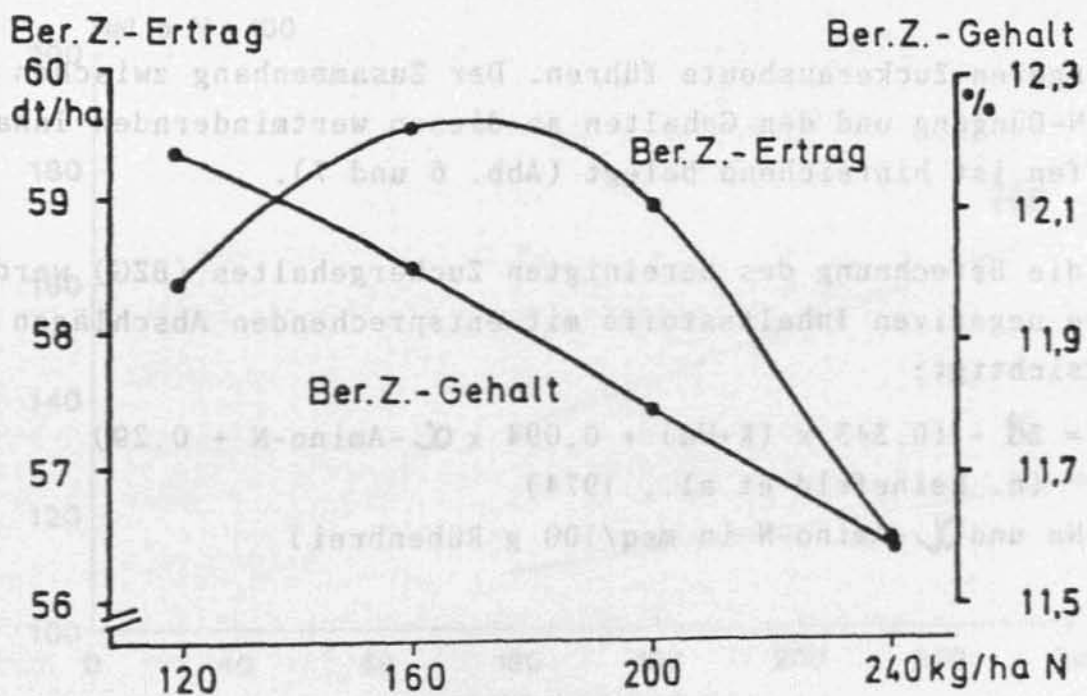
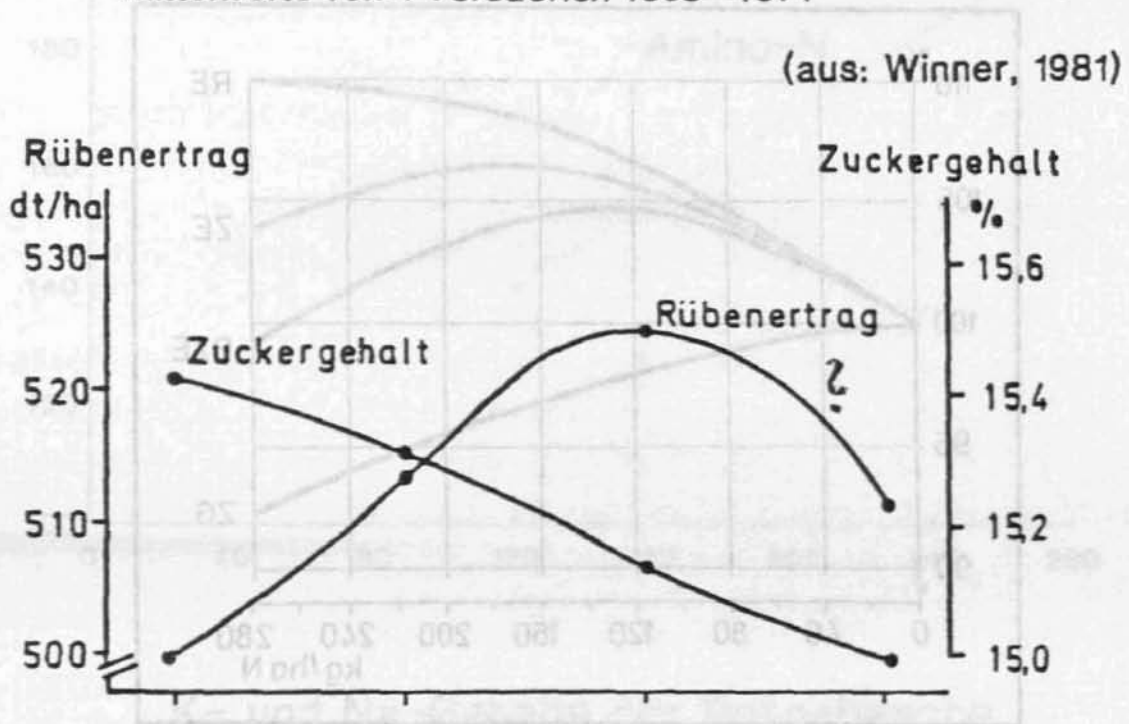
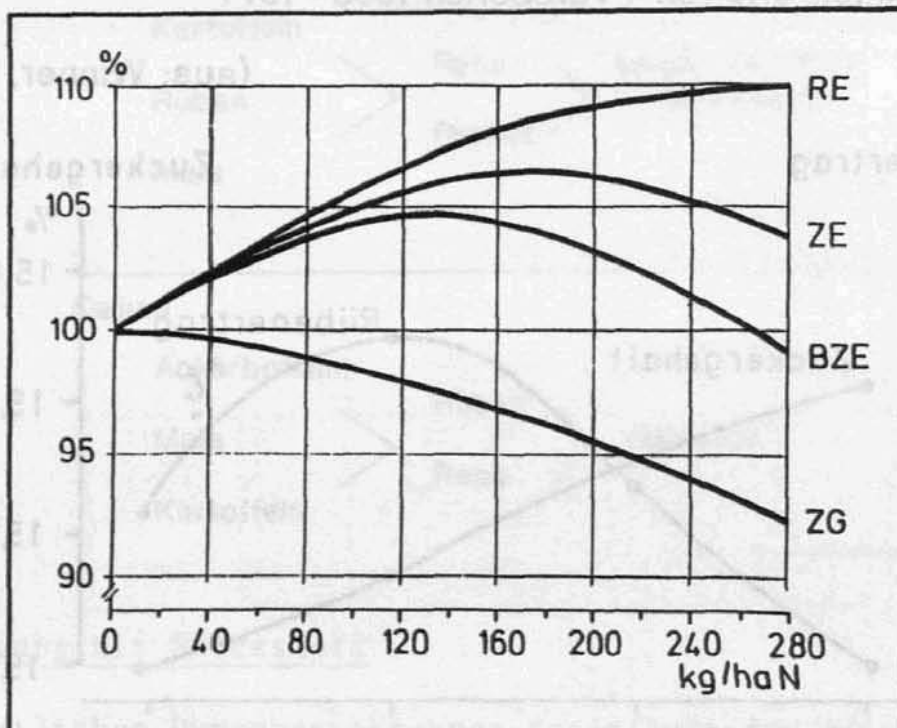


Abb.5:

Einfluß steigender mineralischer N-Düngung auf Ertrag und Qualität der
Rübe (relativ); 100 = ohne N-Düngung

(aus: Winner, 1981)



geringeren Zuckerausbeute führen. Der Zusammenhang zwischen Höhe der N-Düngung und den Gehalten an diesen wertmindernden Inhaltsstoffen ist hinreichend belegt (Abb. 6 und 7).

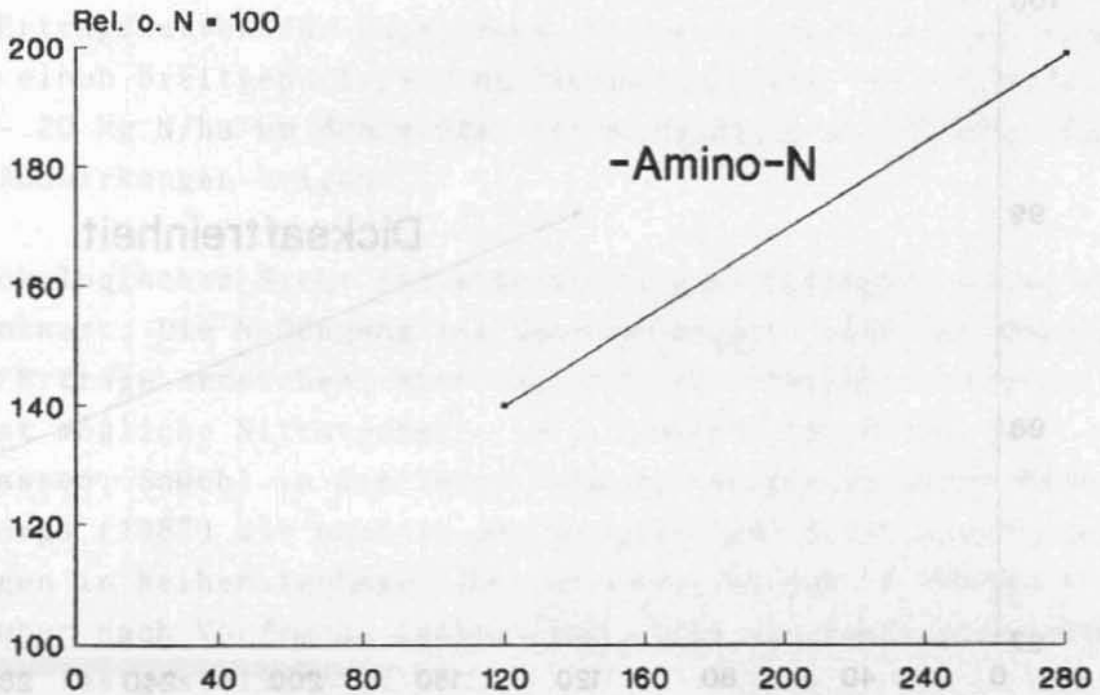
Für die Berechnung des bereinigten Zuckergehaltes (BZG) werden diese negativen Inhaltsstoffe mit entsprechenden Abschlägen berücksichtigt:

$$\text{BZG} = \text{ZG} - (0.343 \times (\text{K} + \text{Na}) + 0.094 \times \alpha\text{-Amino-N} + 0.29)$$

(n. Reinefeld et al., 1974)

(K, Na und α -Amino-N in meq/100 g Rübenbrei)

**Abb.6: Inhaltsstoffe im Zuckerrübensaft
N-Gehalte des Rohsaftes**



K- und Na-Gehalte der Rohsaftasche

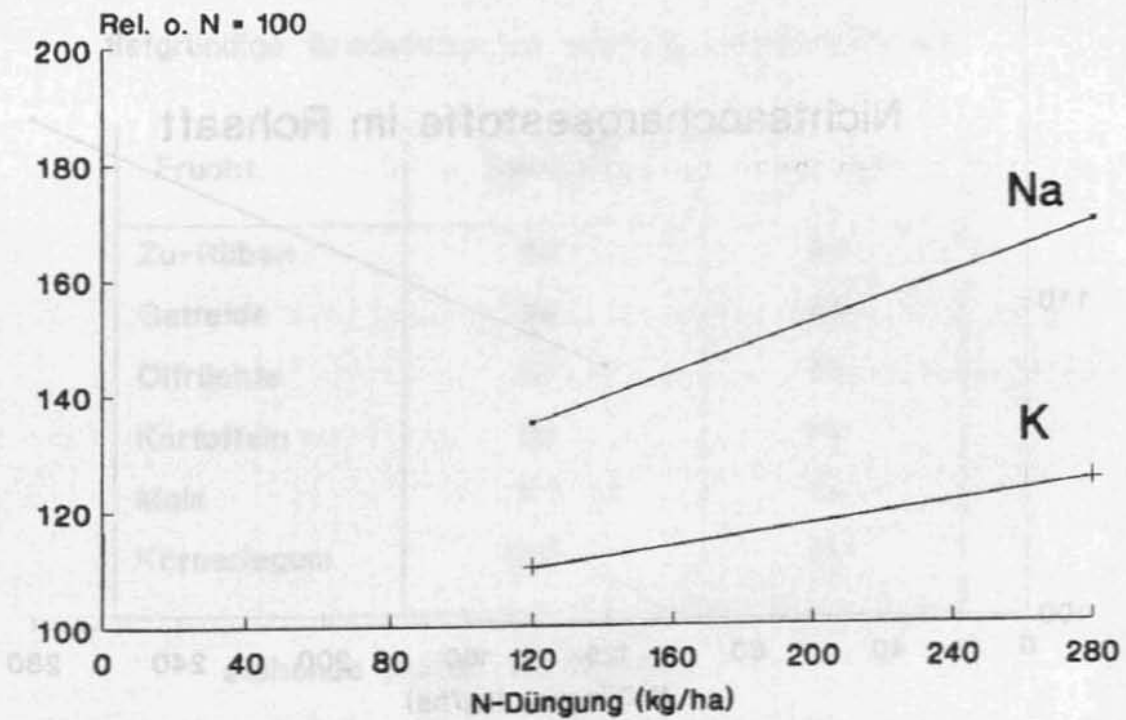
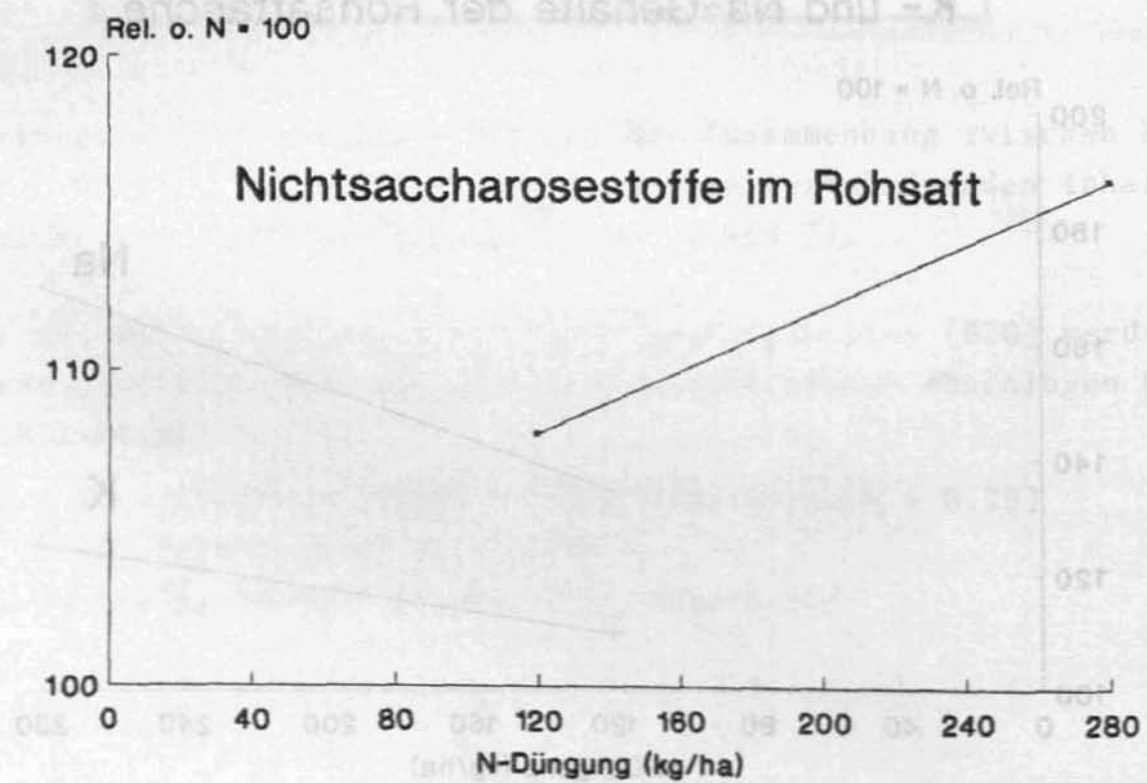
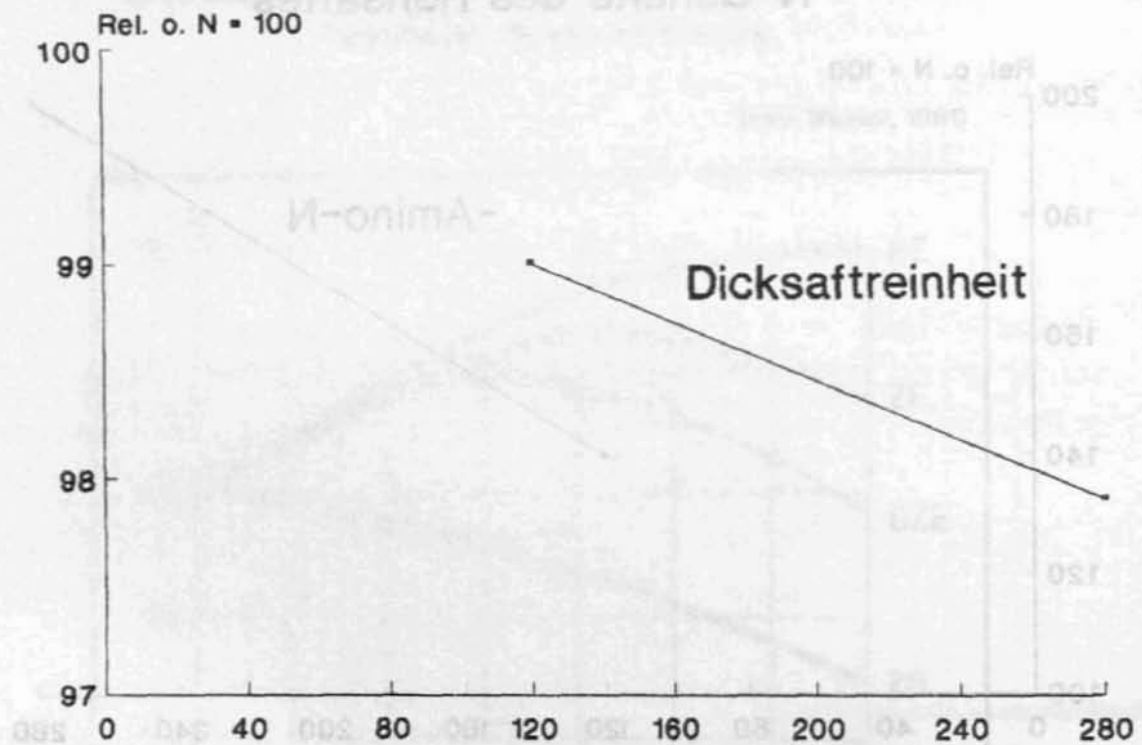


Abb.7: Inhaltsstoffe im Zuckerrübensaft



Folglich liegt auch das Düngungsoptimum für den bereinigten Zuckerertrag mit durchschnittlich 120 -1 60 kg N/ha nochmals um 10 bis 50 kg N/ha unter dem des Zuckerertrages (Abb. 4+5). Die Ertragskurven für Zuckerrüben (Rüben, Zucker) weisen allgemein einen breitgepufferten Maximalbereich auf, so daß N-Gaben um +/- 20 kg N/ha um den mittleren Maximumwert nur relativ schwache Auswirkungen zeigen.

Aus ökologischer Sicht ist eine überzogene N-Düngung nicht wünschenswert. Die N-Düngung ist dann optimiert, wenn die Pflanzen hohe Erträge erreichen, aber zugleich zum Erntezeitpunkt geringst mögliche Nitratgehalte im durchwurzelten Bodenprofil hinterlassen. Sowohl in den Vergleichsuntersuchungen Baden-Württembergs (1987) als auch in den langjährigen Erhebungsuntersuchungen in Weihenstephaner Testbetrieben werden im November/Dezember nach Vorfrucht Zuckerrüben stets die niedrigsten Nmin-Mengen festgestellt (Tab. 4).

Tab.4: N min-Mengen des Bodens nach verschiedenen Vorfrüchten 1975 - 1988 (Mittelwerte)

tiefgründige Braunerden um Freising (Weihenstephan)

Frucht	kg N/ha.90 cm	
	Dezember	Februar
Zu-Rüben	43	51
Getreide	50	46
Ölfrüchte	57	68
Kartoffeln	66	60
Mais	71	59
Körnerlegum.	127	95

stehende Kultur: Wi-Weizen

Wir führen dies neben einer optimierten N-Düngung auf das gute N-Aneignungsvermögen der Rüben aus dem gesamten Wurzelbereich - allerdings mit z.T. ungünstiger Auswirkung auf die Rübenqualität - sowie dem späten Erntetermin im Oktober/November zurück.

Durch N-Bilanzversuche konnte Rauhe (1987) aufzeigen, daß mit steigender N-Düngung die N-Aufnahme der Rüben ebenfalls ansteigt, aber der von der Pflanze aufgenommene Bodenstickstoff hingegen deutlich abnimmt (Abb. 8). Eine hohe N-Düngung führte zu einer Anreicherung des Boden-N (auswaschungsgefährdetes N-Potential), sowie zu einem deutlichen Anstieg der N-Verluste (Abb. 8 u. 9).

Abb.8: N-Düngung - Verluste
(Rauhe 1987)

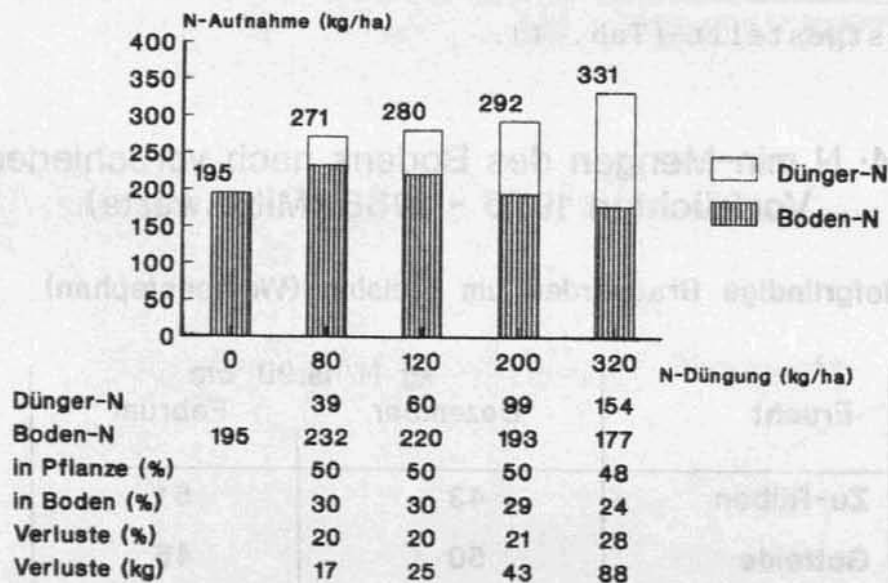
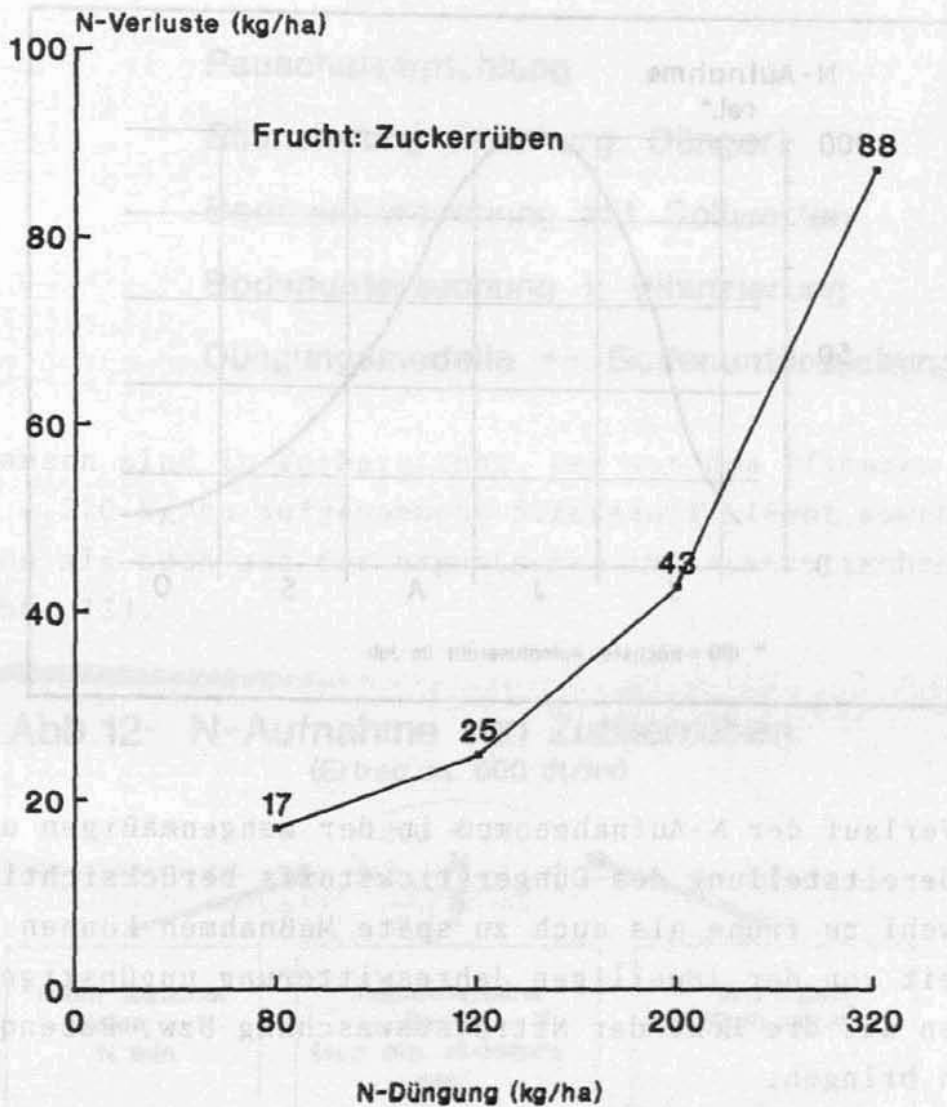


Abb.9: N-Düngung - Verluste
(Rauhe 1987)



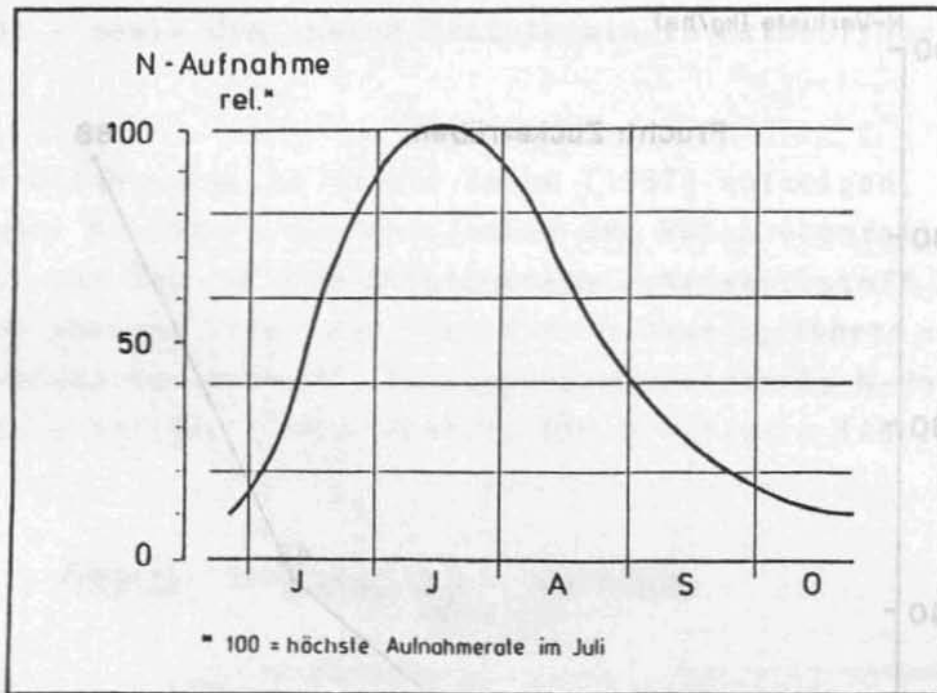
Stickstoffaufnahme und -entzug

Die zwischen Mitte März bis Anfang April ausgesäten Rüben nehmen erst ab Mitte Juni nennenswert Stickstoff auf und erreichen im Juli die höchste Aufnahme rate; im September und Oktober klingt die N-Aufnahme langsam aus (Abb. 10). Der N-Entzug einer guten Ernte (ca. 600 dt Rüben) schwankt um 250 kg n/ha je nach Sorte bzw. Blattertrag; in den Rüben sind etwa 110 kg N enthalten (s. Tab. 3).

Abb.10:

Zeitliche Veränderung der Intensität der Stickstoffaufnahme (Hauptwachstumszeit)

(aus: Winner, 1981)



Dieser Verlauf der N-Aufnahme muß in der mengenmäßigen und zeitlichen Bereitstellung des Düngerstickstoffs berücksichtigt werden; sowohl zu frühe als auch zu späte Maßnahmen können in Abhängigkeit von der jeweiligen Jahreswitterung ungünstige Auswirkungen auf die Höhe der Nitratauswaschung bzw. Rübenqualität mit sich bringen.

N-Düngungssysteme

Für die Ermittlung der notwendigen N-Düngung von Zuckerrüben werden dem Landwirt verschiedene Systeme angeboten (Abb. 11). Die früheren Pauschalempfehlungen können durch eine N-Bilanzierung wesentlich verfeinert werden, vor allem wenn letztere auch auf Bodenuntersuchungen gestützt ist. Auch Düngungsmodelle mit Simulation des N-Angebotes aus dem Boden und der N-Aufnahme

Abb.11: N-Düngungssysteme

Pauschalempfehlung

Bilanzierung (incl. org. Dünger)

Bodenuntersuchung mit Sollwerten

Bodenuntersuchung x Bilanzierung

Düngungsmodelle +- Bodenuntersuchung

der Pflanzen sind in Vorbereitung. Der von den Pflanzen in Höhe von 200 - 270 kg/ha aufgenommene Stickstoff stammt sowohl aus dem Boden als auch aus der organischen und mineralischen Düngung (Abb. 12).

Abb.12: N-Aufnahme von Zuckerrüben (Ertrag ca. 600 dt/ha)



Der aufgenommene Bodenstickstoff setzt sich aus bereits zu Vegetationsbeginn im durchwurzelbaren Profil enthaltenen leicht löslichen Nitrat- und Ammoniumstickstoff (Nmin) und dem während der

Vegetation vor allem aus der organischen Substanz (leicht abbaubare Verbindungen, mikrobielle Biomasse) freigesetzten Stickstoff (überwiegend aus der Krume) zusammen. Dieser nachlieferbare Stickstoff dürfte eine weitgehende Standortkonstante in Abhängigkeit vom Boden, Klima und Bewirtschaftung darstellen; seine Freisetzungsrates ist witterungsabhängig und deshalb auch durch eine Bodenuntersuchung schwer zu erfassen.

In den Abbildungen 13, 14 und 15 sind die zur Zeit wichtigsten N-Düngungssysteme - N-Bilanzierung, Nmin-System, EUF-System - vereinfacht wiedergegeben.

Abb.13: Bilanzierungssystem zu Zuckerrüben

Gesamtbedarf = 270 N (650 dt Rüben/ha)

- **Lieferung Boden (insgesamt) geschätzt (Ackerzahl, Tiefgründigkeit, Ertragerwartung)**
 - 90 - 110 N
- **Düngungsbedarf** ▪ 160 - 180 N
- **fixe Schätzgrößen für wirksamen N aus Gülle, Stallmist, Zwi-früchten**
- **Bedarf an Mineraldünger: bis 180 N (zur Saat bzw. Teilgabe zum 4.Blatt)**

Abb.14: N-min-System zu Zuckerrüben

Bodenuntersuchung: 0-90 cm Tiefe, Veget.Beginn

Gesamtbedarf = 270 N (650 dt Rüben/ha)

- Nachlieferung Boden für Betriebe

- I mit ausschließlich mineral. Düngung = 60 N
- II mit Gründüngung = 80 N
- III mit org. Düngung, Legum. Zwi-frucht = 100 N

▪ Sollwert (N min + N-Düngung)

- I 210
- II 190
- III 170

Düngungsbedarf = Sollwert - N min

(als Mineraldünger bzw. Gülle nach Untersuchungstermin;
auch Teilgabe zum 4.Blatt)

Abb.15: EUF-System zu Zuckerrüben

Bodenuntersuchung: 0-25 cm Tiefe, Juni/Juli in Vorfrucht

Gesamtbedarf = 250/270 N (650 dt Rüben/ha)

- Lieferung Boden = "EUF-N"
(Nitrat-N x 30, org. N x 50)

▪ Düngungsbedarf

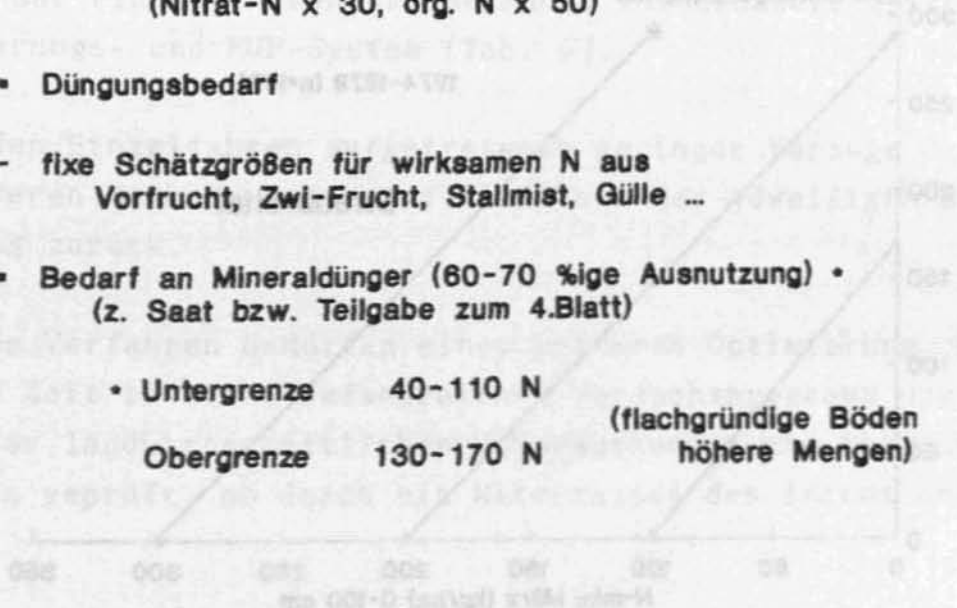
- fixe Schätzgrößen für wirksamen N aus
Vorfrucht, Zwi-Frucht, Stallmist, Gülle ...

▪ Bedarf an Mineraldünger (60-70 %ige Ausnutzung) •
(z. Saat bzw. Teilgabe zum 4.Blatt)

• Untergrenze 40-110 N

Obergrenze 130-170 N

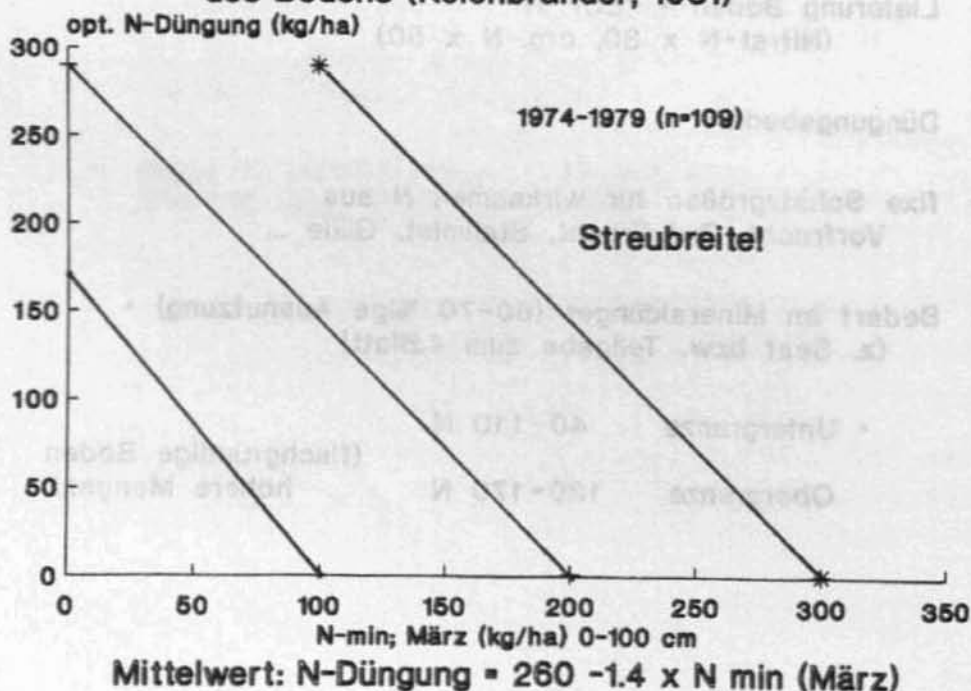
(flachgründige Böden
höhere Mengen)



Im ausschließlichen Bilanzierungssystem wird die N-Lieferung aus dem Boden entsprechend einiger Parameter geschätzt, im Nmin-System ergibt eine ebenfalls geschätzte N-Nachlieferung unterschiedliche Sollwerte, aus denen dann der Düngungsbedarf nach Abzug des durch die Bodenanalyse festgestellten Nmin-Stickstoffs errechnet werden kann. Im EUF-System wird die N-Lieferung des Bodens (eine Unterteilung in Nmin-Angebot zu Vegetationsbeginn und N-Nachlieferung ist nicht möglich) aus dem Analysenwert errechnet, eine zusätzliche N-Lieferung aus Vorfrucht, org. Düngung etc. abgeschätzt und beide Größen vom Gesamtbedarf abgezogen.

In den auf Bodenuntersuchungen aufbauenden Systemen ist eine zusätzliche Berücksichtigung von Standort- und Bewirtschaftungsgegebenheiten (= fixe Schätzgrößen) erforderlich. Eine nur auf der Nmin-Analyse basierende Düngerbemessung mit für sämtliche Flächen konstantem Sollwert führte zu unbefriedigenden Ergebnissen (Abb. 16); die Streubreite der Beziehung zwischen Nmin-Angebot des Bodens und der notwendigen mineralischen Düngung war zu groß, um die optimale N-Düngung ableiten zu können.

**Abb.16: Optimale N-Düngung (mineralisch)
in Abhängigkeit vom N-min-Stickstoff
des Bodens (Kolenbrander, 1981)**



Nach den Ergebnissen der Südzucker AG (Meier, 1987) wurde mit dem EUF-System in Bayern (1983 - 1985) gute Erfolge erzielt (Tab. 5). Dieses System ist mit festen Unter- und Obergrenzen für den Düngungsbedarf auf unterschiedlichen Böden zusätzlich abgepuffert.

Tab.5: Treffsicherheit verschiedener N-Düngungssysteme zu Zuckerrüben

Bayern 1983-1985
45 Versuche (Meier, 1987)

Methode	% der Versuche		
	zu niedrig > 20 N	richtig	zu hoch > 20 N
EUF **	4	31	10

** mit Unter- und Obergrenzen

Ein in den Jahren 1984 bis 1987 im Rheinland durchgeführter Vergleich über die Treffsicherheit dieser 3 verschiedenen Systeme (Werner und Kohl, 1988) ergab nur unwesentliche Unterschiede bezüglich der richtigen Düngerbemessung, insbesondere zwischen Bilanzierungs- und EUF-System (Tab. 6).

Die in den Einzeljahren aufgetretenen geringen Vorzüge der einen oder anderen Methode gehen auf Einflüsse der jeweiligen Jahreswitterung zurück.

Sämtliche Verfahren bedürfen einer weiteren Optimierung. Deshalb wird zur Zeit in einem umfangreichen Versuchsprogramm des Verbandes der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten geprüft, ob durch ein Miterfassen des leichtlöslichen

Tab.6: Treffsicherheit verschiedener N-Düngungssysteme zu Zuckerrüben

Rheinland 1984-1987
41 Versuche (Werner u. Kohl, 1988)

Methode	% der Versuche		
	zu niedrig > 20 N	richtig	zu hoch > 20 N
EUf *) **)	5	51	44
N min *	27	49	24
Bilanzierung (ohne Boden- analyse)	10	46	44

* mit betriebspezifischen Zu- und Abschlägen
** mit Unter- und Obergrenzen

organischen Stickstoffs neben den Nmin-Fraktionen Nitrat- und Ammoniumstickstoff eine zusätzliche Information über das Nachlieferungspotential eines Bodens erhalten werden kann, um die boden- und nutzungsspezifischen Sollwerte des Nmin-Systems auch analytisch absichern zu können.

Zeitpunkt der N-Düngung

In Abb. 17 sind die wichtigsten Informationen für den Einsatz von Gülle und Mineraldünger zu Zuckerrüben wiedergegeben.

Gülle wird sinnvollerweise entweder bereits im Juli/August zur Zwischenfrucht oder möglichst spät im November/Dezember, z.B. mit einem Zusatz des Nitrifikationshemmstoffes Didin ausgebracht. Die Gefahr der Nitratauswaschung nach Einsatz der Gülle im Februar/März besonders auf leichteren Böden kann ebenfalls durch Anwendung von Didin vermindert werden. Für die Ermittlung der un-

Abb.17: Einsatz von Gülle und Mineraldünger zu Zuckerrüben

Gülle: zur Zwischenfrucht 3
November/Dezember + Didin (z. B. 30 m
Februar/März +- Didin RI-Gülle/ha)

Mineraldünger: durchschnittl. 100-160 N
(je nach Betriebsgegebenheiten)

Trockengebiete: 100-120 N vor der Saat
bis 40 N zum 4. Blatt

normal feuchte Gebiete: 100 N vor dem Auflaufen oder
ab Keimblattstadium
(voll ausgebildete Keimblätter)
bis 60 N zum 4. Blatt

Aufteilung auch abhängig von N-Forml

N-Formen:

KAS, AHL: Gaben über 100/120 N aufteilen

Harnstoff: stets einarbeiten, N-Gabe bis 100

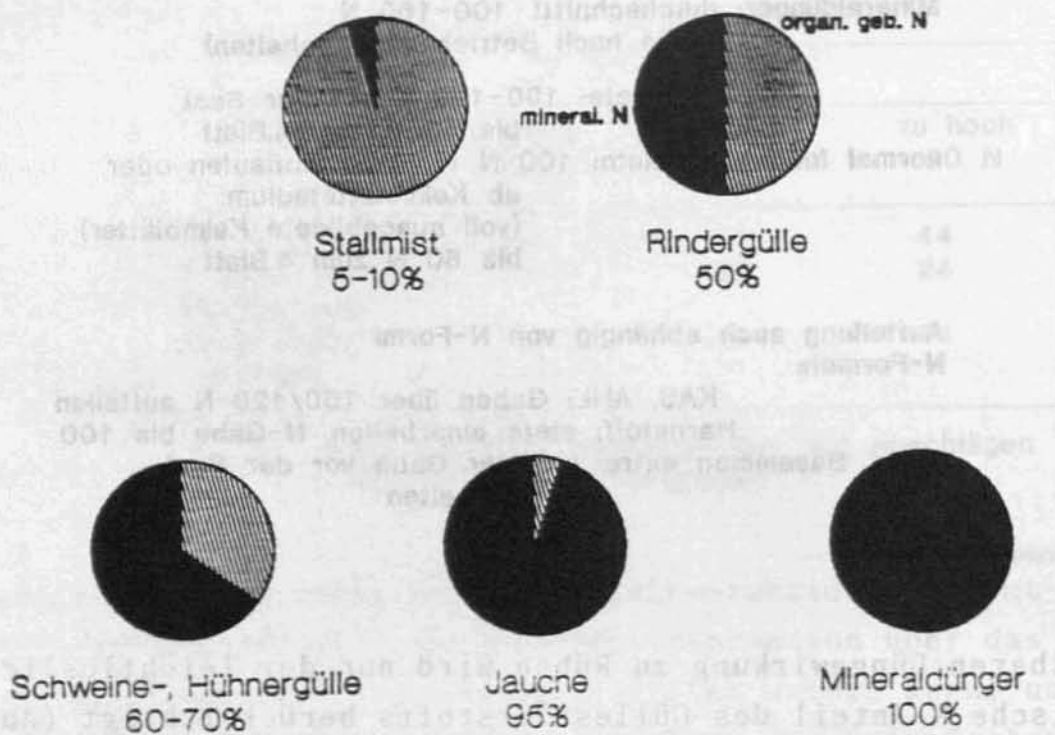
Alzon, Basammon extra: in einer Gabe vor der Saat
einarbeiten

mittelbaren Düngewirkung zu Rüben wird nur der leichtlösliche mineralische N-Anteil des Güllestickstoffs berücksichtigt (Abb. 18); der organische Anteil geht in den N-Vorrat des Bodens ein und wird in der Schätzgröße "N-Nachlieferung" miterfaßt.

In 30 m³ Rindergülle sind etwa 120 kg Gesamtstickstoff oder 60 kg NH₄-Stickstoff enthalten, so daß damit je nach Anwendungszeitpunkt der Gülle (Verluste) etwa 30 - 50 kg Mineraldüngerstickstoff eingespart werden können.

Je nach den Betriebsgegebenheiten (Bodengüte, organische Düngung) dürfte die durchschnittliche mineralische N-Düngung zwischen 100 und 160 kg N/ha liegen.

Abb.18: Schnellwirksamer N-Anteil (NH₄-N) am Gesamt-N versch. Wirtschaftsdünger



Um einer unerwünschten Verlagerung oder Auswaschung an Nitratstickstoff zwischen Düngungszeitpunkt und N-Aufnahme der Zuckerrüben vorzubeugen, sollte ein den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen im Frühjahr (März-Juni) und den verwendeten N-Formen (schnell bzw. langsam wirkende N-Dünger) angepaßtes Düngungssystem zum Einsatz kommen (s. Abb. 17). Maidl und Fischbeck (1985) konnten in mehrjährigen N-Versuchen nachweisen, daß vor allem der im April und Mai in der Bodenschicht von 0 - 60 cm vorliegende N_{min}-Stickstoff eng mit dem Rübenwachstum und den Zuckrerträgen korreliert (Optimum des N_{min}-Stickstoffs im April: 220 kg N/ha in 0 - 60 cm Tiefe).

So empfiehlt es sich für frühjahrstrockene Gebiete die N-Düngung bereits kurz vor der Saat (bis 120 kg N/ha) leicht eingearbeitet, in den übrigen Gebieten erst ca. 1 - 2 Wochen nach der Saat oder nach dem Auflaufen (leichte Böden) auszubringen. Gaben über 100 - 120 kg N/ha werden zweckmäßigerweise, auch aus Gründen der Verhinderung von für den Pflanzenaufbau schädlichen Salzkonzentrationen, aufgeteilt; die 2. Teilgabe sollte bis zum 4-Blattstadium verabreicht sein.

Wie KAS und AHL zeigt auch Harnstoff eine schnelle N-Wirkung. Um NH_3 -Verlusten vorzubeugen, sollte letzterer stets vor der Saat in Gaben bis 100 kg N/ha leicht eingearbeitet werden - höhere Mengen können besonders auf sorptionsschwächeren Böden zu Aufwischschäden führen. Spezifische Kombinationswirkungen zwischen AHL-Lösung und Herbiziden sind bekannt, sollten jedoch noch näher untersucht werden.

Neben Kalkstickstoff (bis 100 kg N/ha ca. 14 Tage vor der Saat einarbeiten - herbizide Wirkung) werden zur Zeit zwei weitere langsamwirkende N-Dünger auf Basis Ammonsulfatsalpeter mit Zusatz des Nitrifikationshemmstoffes Dicyandiamid (Alzon 25, Basammon extra 25) angeboten, mit denen die notwendige N-Düngung in einer Gabe vor der Saat (leichte Einarbeitung) verabreicht werden kann. Der in diesen Düngern enthaltene NH_4 -Stickstoff (ca. 73% des Gesamt-N liegen als NH_4 -N vor) wird durch den Hemmstoff etwa für 4 - 6 Wochen vor Nitrifikation und damit vor Einwaschung in tiefere Bodenschichten geschützt, steht aber den Pflanzen als N-Quelle sofort zur Verfügung.

In dreijährigen Versuchen konnten wir zeigen, daß Alzon (120 kg N/ha) zu einem besseren Jugendwachstum der Zuckerrübe führte als Kalkammonsalpeter (Abb. 19), was wohl in erster Linie auf ein höheres N-Angebot in der oberen Bodenschicht (N_{min}) zurückzuführen ist (Abb. 20).

Abb.19:

Entwicklung von Zuckerrüben in Abhängigkeit von der N-Form

(Amberger u. Gutser, 1987)

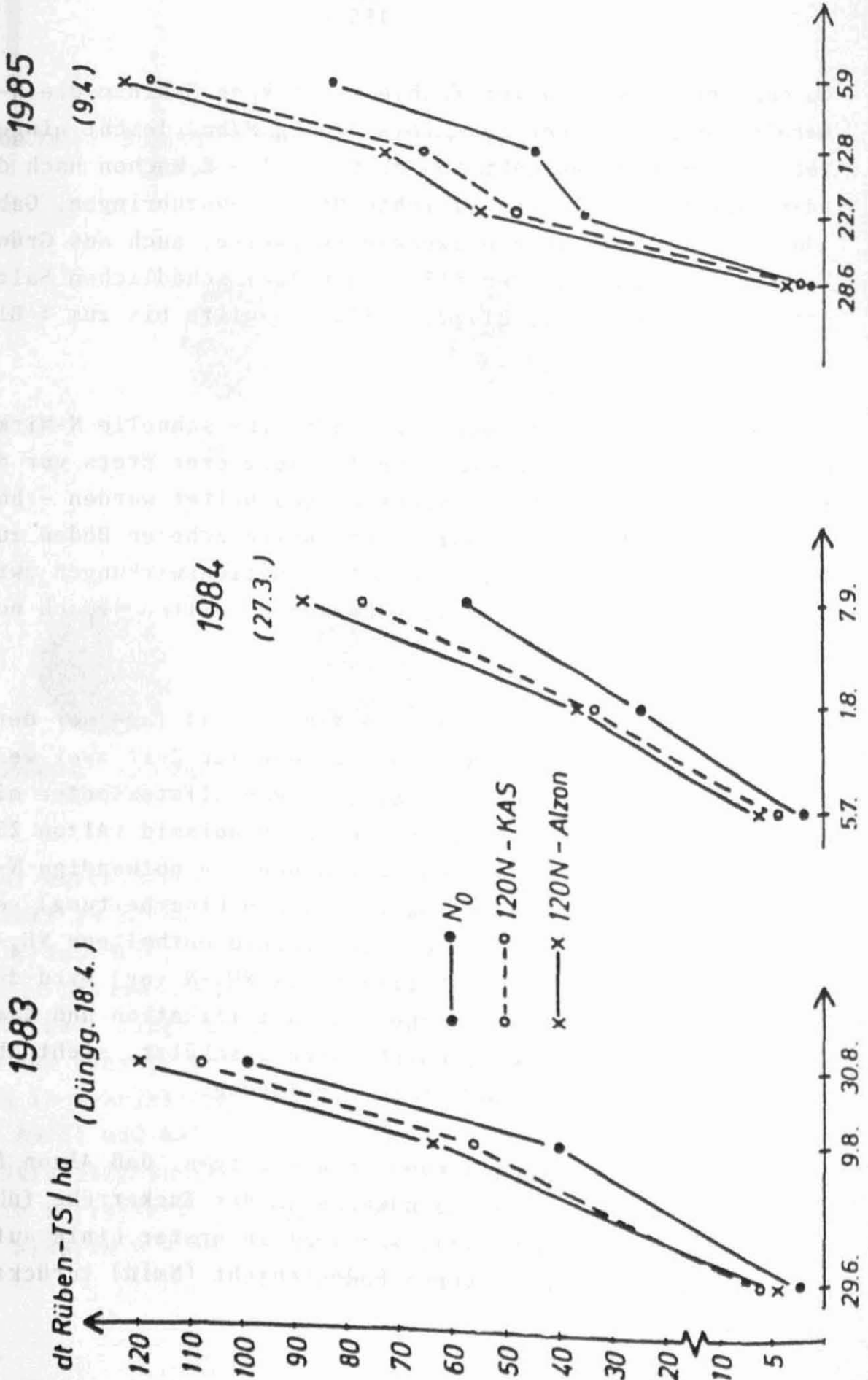
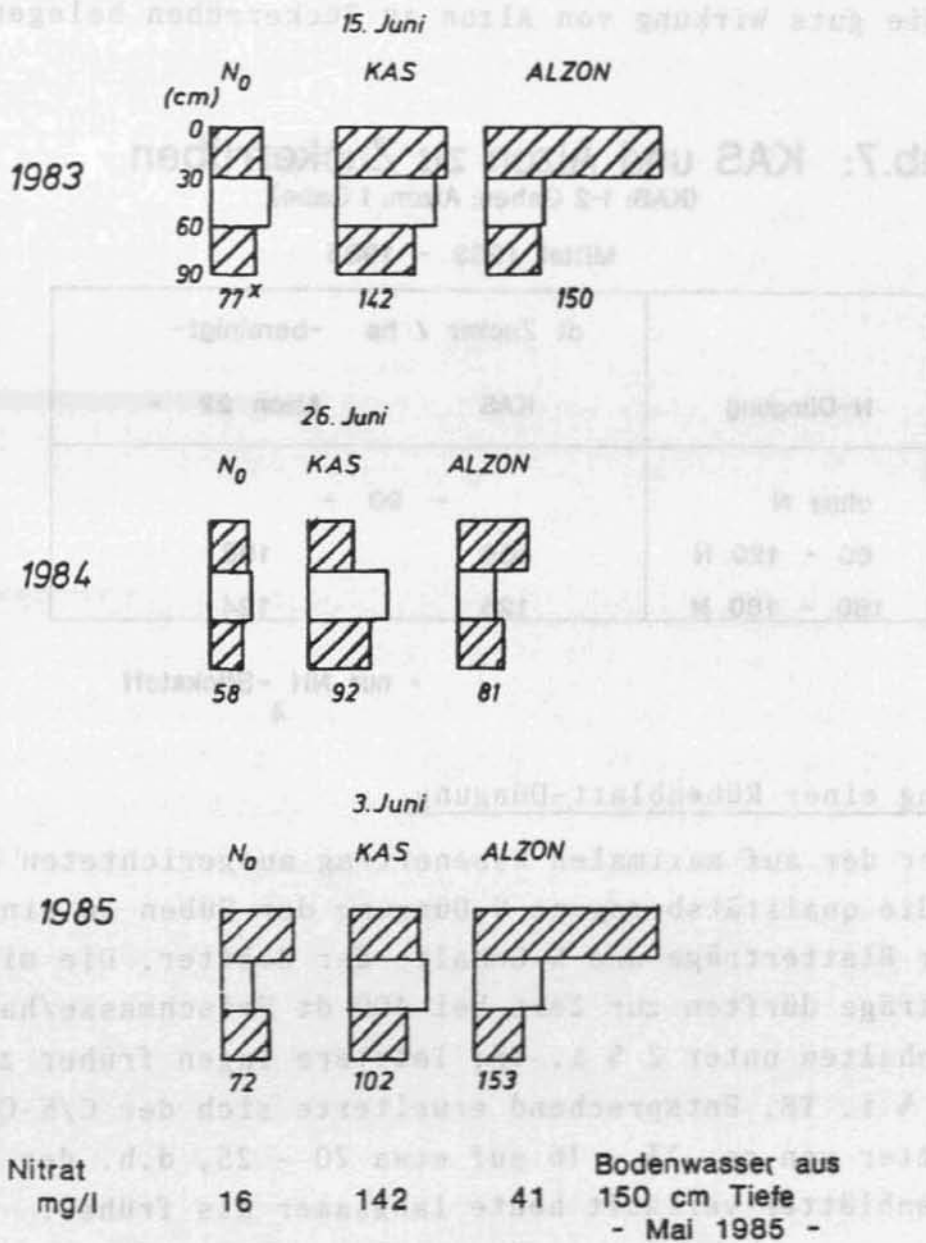


Abb.20:

N_{min} (kgN/ha) in Abhängigkeit von der N-Form

(Amberger u. Gutser, 1987)



Die geringere Einwaschung von Nitratstickstoff nach Düngung mit Alzon im Vergleich zu KAS kann auch durch Nitratanalysen im Bodenwasser aus 150 cm Tiefe (41 mg NO₃ gegenüber 142 mg NO₃/l) belegt werden (Abb. 20).

In unseren dreijährigen Versuchen erzielten einmalige Alzon- und aufgeteilte KAS-Düngungen praktisch gleiche Zuckererträge (Tab. 7). Mittlerweile gibt es eine Reihe weiterer Versuche, welche die gute Wirkung von Alzon zu Zuckerrüben belegen.

Tab.7: KAS und Alzon zu Zuckerrüben

(KAS: 1-2 Gaben; Alzon: 1 Gabe)

Mittel 1983 - 1985

N-Düngung	dt Zucker / ha -bereinigt-	
	KAS	Alzon 22 •
ohne N	- 90 -	
80 - 120 N	109	108
160 - 180 N	125	124

• nur NH -Stickstoff

4

N-Wirkung einer Rübenblatt-Düngung

Gegenüber der auf maximalen Rübenenertrag ausgerichteten N-Düngung führte die qualitätsbezogene N-Düngung der Rüben zu einem Rückgang der Blatterträge und N-Gehalte der Blätter. Die mittleren Blatterträge dürften zur Zeit bei 400 dt Frischmasse/ha liegen mit N-Gehalten unter 2 % i. TS; letztere lagen früher zwischen 2.5 - 3 % i. TS. Entsprechend erweiterte sich der C/N-Quotient der Blätter von ca. 13 - 16 auf etwa 20 - 25, d.h. der Abbau der Rübenblätter verläuft heute langsamer als früher.

Geht man von einer durchschnittlichen in den Rübenblättern enthaltenen N-Menge von 130 kg/ha aus, so ist für die Folgefrucht mit einer N-Wirkung in Höhe von 20 - 30 kg N/ha zu rechnen (das entspricht einer N-Freisetzung bis 25 %); gegenüber auf Massenproduktion gedüngten Rüben dürfte diese N-Nachwirkung damit nur noch etwa halb so hoch sein.

Aktueller Stand und Weiterentwicklung bei der Zuckerrübenernte

von Prof. Dr. Wolfgang Brinkmann, Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

Dieser Beitrag soll in Ausschnitten für die mechanisierte Zuckerrübenernte die Entwicklung der Ernteverfahren bis heute, den derzeitigen Stand der technischen Entwicklung an Hand von Messungen der Arbeitsqualität und für die Zukunft Gedanken und Möglichkeiten zu einer weiteren Verringerung der Erdanteile aufzeigen.

In diesem Beitrag werden außer den Ergebnissen aus den Arbeiten mit meinen früheren Mitarbeitern auch diejenigen aus den Arbeiten meines Amtsnachfolgers Herrn Prof. Kromers und seiner Mitarbeiter mit verwendet.

Die zurückliegende Entwicklung bezüglich des Eindringens der verschiedenen Ernteverfahren in den Zuckerrübenbau zeigt das Bild 1. Hier können wir feststellen, daß bis 1970 die technische Entwicklung der Ernteverfahren sich fast ausschließlich auf einphasige Ernteverfahren beschränkte. Mit der bekannten Köpfrödebundermaschine wurde 1970 fast 100 % der damaligen Zuckerrübenfläche beerntet. Es folgte dann von Frankreich kommend ein gewisses Eindringen der sechsreihigen dreiphasigen Verfahren mit getrennten Köpf-, Rode- und Längsschwadlademaschinen. Diese dreiphasigen Verfahren konnten sich nicht lange halten, brachten jedoch das Beispiel der Sechсреihigkeit in die Diskussion um die weitere Entwicklung der Ernteverfahren. Bereits 1976 begannen einphasig zweireihige und einphasig sechsreihige, wie auch zweiphasig sechsreihige Maschinen aus dem Entwicklungsstand des Prototyps heraus, sich in unserer Zuckerrübenernte in zunehmendem Maße zu behaupten.

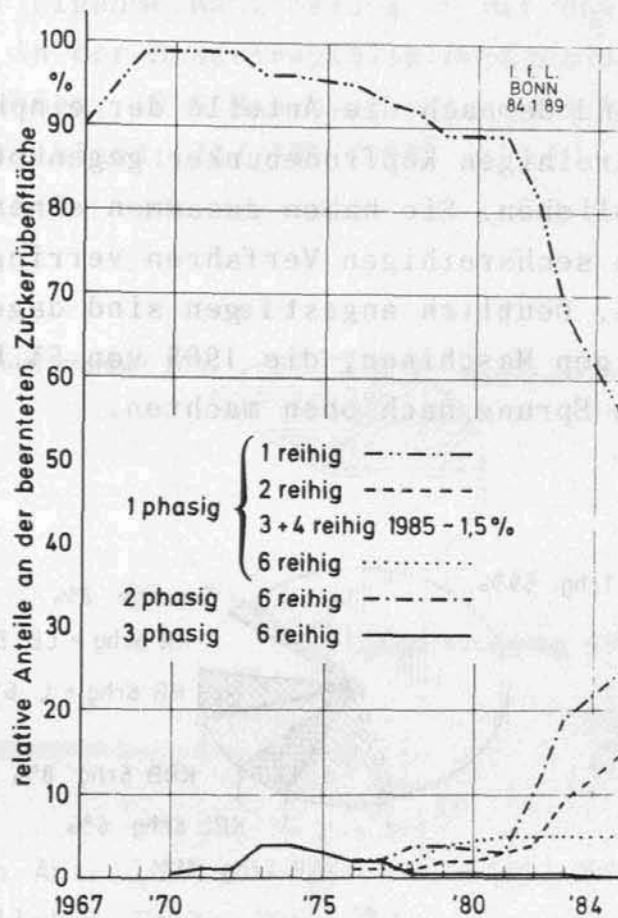
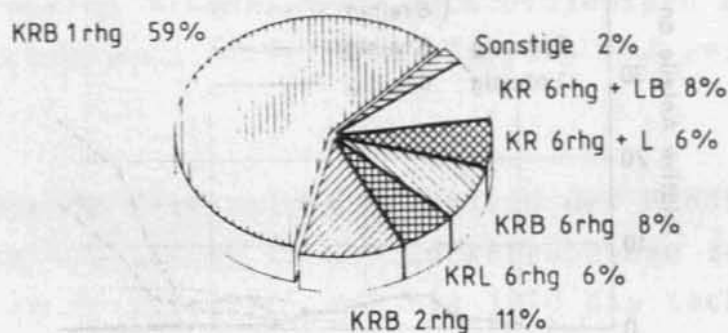


Bild 1: Vordringen verschiedener mechanischer Zuckerrübenernteverfahren in der Bundesrepublik Deutschland 1967 bis 1984

Während die dreiphasigen Verfahren bis 1984/85 praktisch zu Null zurückgingen, nahmen die zweiphasigen sechsreihigen Verfahren mit Köpfröder und nachfolgendem Lader oder Ladebunker relativ steil zu, erreichten bis 1984 über 20 %, gefolgt von den einphasigen zweireihigen und auch von den einphasigen sechsreihigen Maschinen. Letztere erreichten bis 1984 einen Anteil an der beernteten Zuckerrübenfläche von etwa 5 %. Der Anteil der einphasigen einreihigen Köpfrödebunker sank in dieser Zeit auf unter 60 %.

1986 wurde keine Erhebung durchgeführt, erst für das Jahr 1987 wieder (8).

1987 (Bild 2) sind demnach die Anteile der einphasigen einreihigen und der zweireihigen Köpfrdebunker gegenüber 1984/85 relativ konstant geblieben. Sie haben zusammen einen Anteil von 70%. Die zweiphasigen sechsreihigen Verfahren verringerten sich von etwa 22% auf 15%. Deutlich angestiegen sind dagegen die einphasigen sechsreihigen Maschinen, die 1985 von 5% bis 1987 auf 11% einen deutlichen Sprung nach oben machten.



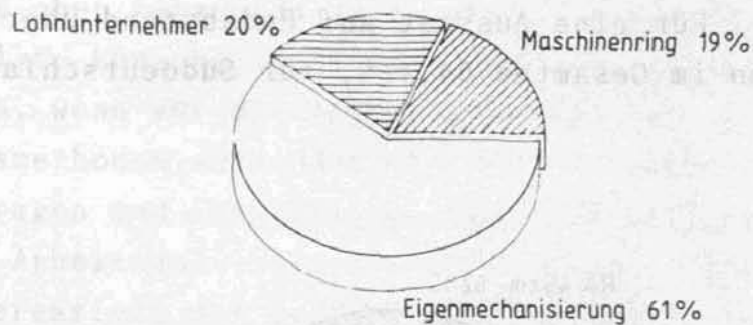
INSTITUT FÜR
LANDETECHNIK
BONN
89 1 11

Bild 2: Relative Anteile der mechanischen Ernteverfahren in Zuckerrübenanbau der Bundesrepublik Deutschland 1987 (8)

Weniger Maschineneinheiten und weniger Arbeitskräfte sind dabei wohl ein gewichtiger Grund. Insgesamt haben die sechsreihigen Maschinen nun einen Anteil von 28%. Es bleibt ein nicht erfaßter Rest von 2 %.

Entsprechende Werte für die süddeutsche Zuckerrübenfläche lauten: 1-rhg. KRB 71%, 2-rhg. KRB 3%, 6-rhg. KR + L 10%, 6-rhg.KRB 15%, Sonstige 2 %.

Bild 3 zeigt die relativen Anteile der Lohnunternehmer, Maschinenringe und der Eigenmechanisierung an der Beerntung der Gesamtzuckerrübenfläche in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1987; 20 % Lohnunternehmer, 19 % Maschinenringe und 61 % Eigenmechanisierung (Süddeutschland: 2% / 38% / 60%).



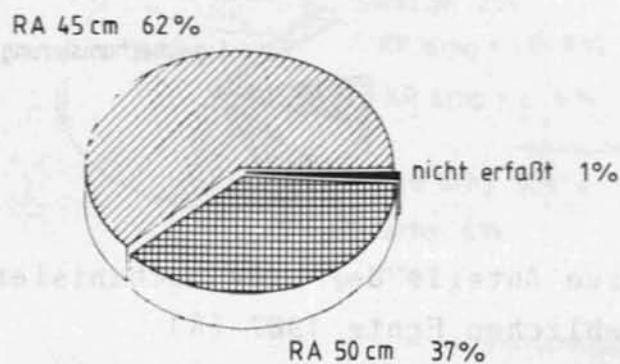
INSTITUT FÜR
LANDETECHNIK
BONN
89 1 19

Bild 3: Relative Anteile der eigenmechanisierten und der überbetrieblichen Ernte 1987 (8)

Bei einer durchschnittlichen Zuckerrübenfläche von etwa 6 ha je Betrieb kann man die einphasigen ein- und zweireihigen Verfahren mehr oder weniger der Eigenmechanisierung der landwirtschaftlichen Betriebe zurechnen. Demgegenüber dürften die sechsreihigen ein- und zweiphasigen Maschinen überwiegend dem überbetrieblichen Einsatz durch Lohnunternehmen und Maschinenringe zugeordnet werden müssen. Es ist aber auch bekannt, daß viele Betriebe ihre ein- oder zweireihigen Maschinen zur Nachbarschaftshilfe oder in Kooperation und damit auf größeren Gesamteinsatzflächen einsetzen. Diese Maschinen werden im Rheinland vielfach auch im überbetrieblichen Einsatz verwendet. Bei der Direktlieferung in relativ naheliegende Fabriken lassen sich Ernte und Abfuhr mit diesen Erntemaschinen leichter organisieren (1).

Ergänzend sei erwähnt, daß 1987 nur noch auf etwa 35 % der Rübenfläche die Köpfe mit Blatt zur Silagebereitung und nur in geringem Umfang zur Frischverfütterung verwendet wurden.

Auch eine Betrachtung der Verteilung der Reihenabstände sei hier angeschlossen (Bild 4). Es werden 62 % der Fläche mit 45 cm Reihenabstand, die seinerzeit als Kompromiss für den vereinzelungslosen Anbau eingeführt wurden, und 37 % mit 50 cm Reihenabstand gesät. Für eine Aussaat auf Endabstand über 15 cm Kornabstand wurden im Gesamten 64,4 %, für Süddeutschland 11 % genannt (8).



INSTITUT FÜR
LANDTECHNIK
BONN
89 1 10

Bild 4: Relative Anteile der Reihenabstände 1987 (8)

Die Entwicklung der Zuckerrübenerntetechnik mit ihren Verfahren ist geprägt von verschiedenen Zielen und Vorrangigkeiten. Anfangs galt es, die unangenehme Handarbeit zu erleichtern und die Arbeitsproduktivität zu steigern. Die Kosten für diese neue Mechanisierung sollten durch das Einsparen von Arbeitskräften mit deren Löhnen und durch Verringerung der Verluste gedeckt werden. Dies hat uns zu der weitgespreizten Palette der heutigen Ernteverfahren und Maschinen geführt. Damit ist es heute

möglich, mit geringster Zahl von Arbeitskräften und hoher Arbeitsproduktivität die Zuckerrübenernte zu bewältigen. Es ist heute darauf zu achten, daß die Arbeitskapazitäten der Maschinen möglichst ausgenutzt werden (1, 4).

Neben Detailverbesserungen der Maschinen für die verschiedenen Verfahren begann man ab etwa 1975 sich der Frage der Arbeitsqualität der Zuckerrübenerntemaschinen in verstärktem Maße zuzuwenden. Die oben genannten Ziele wurden selbstverständlich weiter verfolgt. Wünsche zu höherer Arbeitsqualität fruchten aber nur dann, wenn für die Arbeitsqualität auch Kriterien und Untersuchungsmethoden vorhanden sind. Wir befaßten uns in Bonn mit diesen Fragen und entwickelten ein Prüfverfahren für die Merkmale der Arbeitsqualität, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind. So interessiert der Verlust an Rübenmasse, die sich aus Verlusten von steckengebliebenen und verlorenen Rüben sowie aus Wurzelbrüchen errechnet. Als weitere Qualitätsmerkmale sind die Köpfqualität, der Erdanteil und die Oberflächenbeschädigungen der Rüben ausgewählt worden.

Die hierzu von uns entwickelte Versuchsmethodik wurde in der Arbeitsgruppe Mechanisierung des IIRB mit den anderen europäischen am Zuckerrübenbau interessierten Fachleuten diskutiert, ergänzt und abgesprochen, als sog. IIRB-Testmethode auf der Wintertagung des IIRB 1985 verabschiedet und auch bei uns in der Fachpresse veröffentlicht (2).

Wir sind heute in der Lage, Ihnen beginnend vom Jahre 1975 bis 1988 die Ergebnisse von solchen Arbeitsqualitätsprüfungen, anlässlich der in diesem Zeitraum durchgeführten sechs großen internationalen Rübenerntevorführungen, zu zeigen (Bild 5) (3, 10). Da die Einzelergebnisse der verschiedenen Maschinen zu umfangreich sind, um sie hier zu zeigen und zudem immer veröffentlicht wurden, möchte ich mich auf die über alle Maschinen zu den ge-

Verlust an Rübenmasse

auf dem Boden

im Boden

Wurzelbruch

Köpffqualität

zu hoch

richtig

zu tief

schräg

Erdanteil

Beschädigung der

Rübenoberfläche

I I L
BONN
85 1 3

Tab. 1: Merkmale zur Arbeitsqualität der Zuckerrübenerntemaschinen



Bild 5: Durchführung von Köpffqualitäts-, Wurzelbruch- und Oberflächenbeschädigungsmessungen an den Rüben einer Testmiete

nannten Merkmale gemittelten Ergebniswerte der jeweiligen Testjahre in Übersichten beschränken.

Hieraus kann man, wie ich meine, Tendenzen steigender Arbeitsqualitäten der Maschinen mit einer gewissen Vorsicht selbst dann herauslesen, wenn die jeweiligen Erntebedingungen von Jahr zu Jahr recht unterschiedlich waren.

Fangen wir mit den Verlusten auf und im Boden einmal an: So sehen wir in Tabelle 2, daß bei immer denselben Untersuchungsmethoden die mittleren Verluste der auf und im Boden verlorenen und stecken gebliebenen Rüben sich im Mittel wohl gering verhalten, uns trotzdem doch eine abnehmende Tendenz von 1975 zu 1984 hin zeigen. Durch die starke Beinigkeit der Rüben und den harten Unterboden in Seligenstadt ist 1988 ein leichter Anstieg zu verzeichnen.

Jahr	Arbeitsbreite (Reihenzahl)					Ø
	1	2	3	4	6	
1975	1,9	2,7	1,9	-	1,7	2,0
1976	2,7	2,8	1,9	-	1,3	2,3
1978	1,7	2,4	1,8	-	1,9	1,9
1979	1,3	2,0	1,3	-	1,4	1,5
1984	0,9	1,3	0,8	3,3	0,9	1,1
1988	2,0	1,6	0,9	-	1,5	1,6

Tab. 2: Mittlere Verluste auf und im Boden bezogen auf den Ertrag an reinen Rüben

Nicht ganz so deutlich drücken sich die Verringerungen der Wurzelbruchverluste in Tabelle 3 aus.

Jahr	Arbeitsbreite (Reihenzahl)					φ
	1	2	3	4	6	
1975	4,3	5,1	4,8	-	4,8	4,6
1976	4,8	5,7	4,8	-	5,2	5,2
1978	2,5	2,9	2,3	-	5,2	2,6
1979	3,5	4,9	3,5	-	3,9	3,9
1984	3,1	4,3	3,2	6,2	3,5	3,5
1988	2,5	2,6	2,8	-	2,5	2,6

Tab. 3: Mittlere Wurzelbruchverluste in % des Rübenenertrages

Deutlich ist bei der Darstellung der mittleren Masseverluste (Tabelle 4) beginnend mit dem Jahr 1975 in den ersten Jahren eine deutliche Tendenz der Verringerung der Verluste erkennbar.

Jahr	Arbeitsbreite (Reihenzahl)					φ
	1	2	3	4	6	
1975	6,2	7,8	6,7	-	6,5	6,6
1976	7,5	8,5	6,7	-	6,5	7,5
1978	4,2	5,3	4,1	-	7,1	4,5
1979	4,8	6,9	4,8	-	5,3	5,4
1984	3,7	5,4	4,0	9,1	4,1	4,2
1988	3,8	3,5	2,8	-	3,7	3,6

Tab. 4: Mittlere Masseverluste in % des Rübenenertrages

Verbesserte Technik der Maschinen und größere Einsatzerfahrung der Maschinenbenutzer haben in den ersten Jahren diesen Vorteil erbracht.

Betreffs der mittleren Köpfqualität ist zu sagen, daß bereits 1984 (Tabelle 5) diese sich bei den richtig geköpften Stückanteilen im Vergleich der Radtaster zu der Kombination der schlegelnden Köpfsysteme mit Kufentaster nur unwesentlich im Ergebnis unterscheiden. Wohl zeigen die Kufentastköpfer eine Tendenz zu höheren Anteilen zu hoch geköpfter Rüben. 1988 nun mußte man feststellen, daß mit Ausnahme von nur noch wenigen einreihigen Maschinen, alle anderen Maschinen mit der Kombination von Blattschleglern und Kufentastköpfen ausgerüstet sind. Diese Kufentastköpfer sind mit automatischer Köpfdickenregelung ausgerüstet, die so arbeitet, daß bei höher stehenden Rüben die Köpfdicke geringer wird. Man nimmt dabei an, daß hoch stehende Rüben bereits durch den Schlegler angeköpft sind.

Taster	Stückanteile in %			
	zu hoch	richtig	zu tief	schräg
Rad-	39	36	11	14
max-min	69-15	49-21	28-2,4	38-7
Kufen-	55	30	6	9
max-min	77-34	48-17	16-0,8	14-4

Tab. 5: Mittlere Köpfqualität in Stückanteilen (Ergebnisse von 1984)

Ein Vergleich nun zwischen den Ergebnissen der Jahre 1984 und 1988 (Tabelle 6) zeigt keinen wesentlichen Unterschied in den Köpfqualitäten der Kufentastköpfer. Die Tendenz zu höheren Anteilen zu hoch geköpfter Rüben ist geblieben.

Kufen-Taster	Stückanteile in %			
	zu hoch	richtig	zu tief	schräg
1984	55	30	6	9
min - max	34 - 77	17 - 48	0,8 - 16	4 - 14
1988	54	31	6	9
min - max	35 - 80	10 - 44	1 - 17	6 - 16

INSTITUT FÜR
LANDTECHNIK
BONN
89 1 4

Tab. 6: Mittlere Köpfqualität in Stückanteilen
(Ergebnisse von 1988)

Die Oberflächenbeschädigungen der Rüben hängen neben der durch die Ernteverhältnisse bedingten schärferen oder schwächeren Einstellung an den Reinigungsorganen außerordentlich stark von der Einzlrübenmasse ab (Tabelle 7). Je stärker die Masse einer Rübe, umso stärker ihre Gewichtskraft, die beim Aufprall auf die Siebsterne oder auf andere harte Organe der Maschine Oberflächenbeschädigungen hervorruft. Bei hohen Erdanteilen ist die Rübe durch das Erdpolster gut geschützt, bei geringen Erdanteilen weniger. Geringe Oberflächenverletzungen bei hoher Erdabscheidung sollte jedoch das Ziel sein. Bei Maschinen mit hohem Durchsatz kommt nicht jede Rübe mit den Reinigungsorganen in Berührung. Infolgedessen nehmen mit größerem Durchsatz die Oberflächenbeschädigungen ab.

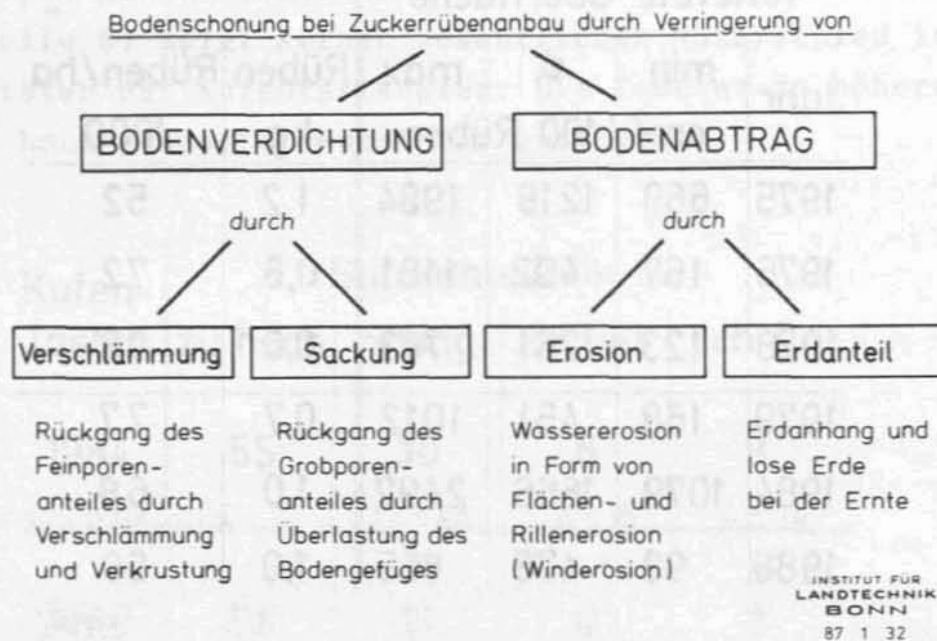
Verletzte Oberfläche

Jahr	min	φ	max	Rüben kg	Rüben/ha 1000
	cm ² / 100 Rüben				
1975	669	1219	1984	1,2	52
1976	167	402	1181	0,6	72
1978	123	261	763	0,6	98
1979	168	451	1012	0,7	77
1984	1079	1666	2497	1,0	68
1988	98	476	865	1,0	69

Tab. 7: Die Verletzungen an der Rübenoberfläche und ihre Abhängigkeit von der Einzelrübenmasse

1988 wurden aus Gründen der Arbeitszeiterparnis bei den Untersuchungen nur noch Verletzungen über 3 cm gemessen. Somit sind die Werte von 1988 nicht unbedingt mit denen der vorherigen Jahre zu vergleichen. Der große Unterschied läßt wohl den Schluß zu, daß bei den günstigen Erntebedingungen 1988 die Maschinen auf schonende Behandlung der Rüben eingestellt waren.

Mit der Betrachtung des Erdanteils als dem letzten der hier behandelten Merkmale der Arbeitsqualität von Zuckerrübenernte, ist eine relativ neue Zielsetzung für Konstruktion und Einsatz verbunden: Die Bodenschonung ganz allgemein und im besonderen beim Zuckerrübenanbau. In Tabelle 8 sieht man, daß allgemein zur Bodenschonung auf eine Verringerung der Bodenverdichtung und des Bodenabtrages geachtet werden muß.



Tab. 8: Schema zur Bodenschonung beim Zuckerrübenanbau

Erosion durch Wind und Wasser wie auch die vom Feld abtransportierte Erde bewirken den Erdabtrag.

Bodenverdichtung durch Verschlämmung und Verkrustung bedeutet einen Rückgang des Feinporenanteils, während eine mechanische Überlastung des Bodengefüges durch Radlasten oder Reifendruck einen Rückgang des Grobporenanteils verursacht. Auch hierzu wurden von Prof. Kromer in Seligenstadt 1988 mit einer im Boden eingelassenen genauen Waage Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse demnächst veröffentlicht werden. Erfreulicher Weise hatten alle Maschinen mit mehr als 5 t Radlast breite Reifen mit nur 1,5 bis 2 bar Reifeninnendruck.

Der Erdanteil setzt sich zusammen aus loser und anhängender Erde; letztere auch Erdanhang genannt.

Wie sich die durchschnittlichen Erdanteile in der BRD und in einigen ausgewählten Bundesländern über die Jahre darstellen, zeigt das Bild 6. Demnach pendelt der durchschnittliche Erdanteil in der BRD etwa um die Marke 15 %, während in einzelnen anderen Bundesländern höhere aber auch niedrigere Durchschnittswerte aufgetreten sind wie in Bayern. Aber immerhin sind es günstigstenfalls durchschnittliche Erdanteile von 9 bis 10 %. Der hiermit verbundene Erdadtrag wandert in die Fabriken und muß dort unter heute erschwerten, wohl auch berechtigten Umweltauflagen, mit hohen Kosten entsorgt werden. Dies bereitet zunehmend Probleme, über die an anderer Stelle berichtet wird. Es kommt also für die Zukunft darauf an, den Erdanteil bei der Ernte bereits auf dem Feld in der Maschine oder am Feldrand beim Aufladen wesentlich zu verringern.

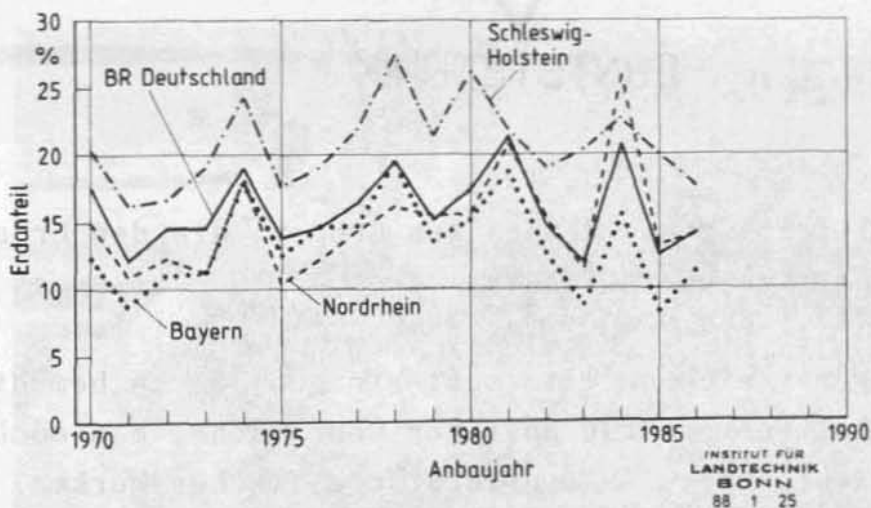
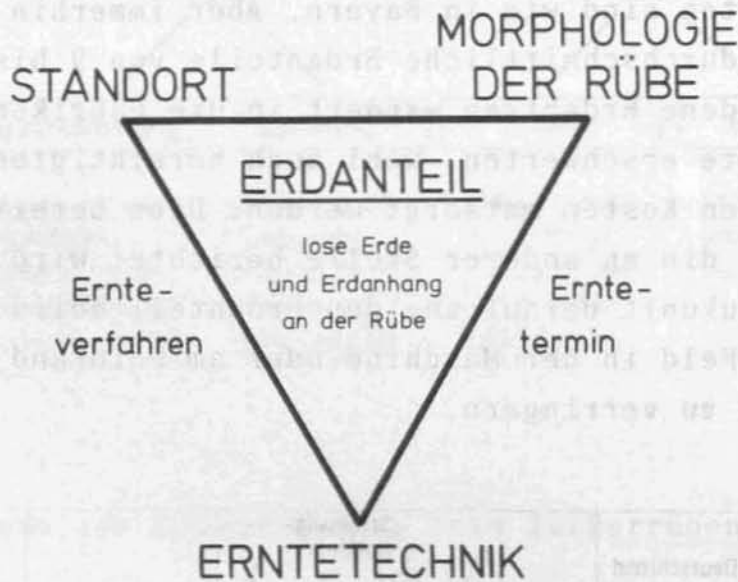


Bild 6: Durchschnittliche Erdanteile bei der Zuckerrübenernte in den Jahren 1970 bis 1987

In Bild 7 sehen wir Einflußgrößen, die den Erdanteil mit beeinflussen. Einmal die Standortverhältnisse, wobei hier die Boden- und die Erntebedingungen, wie z.B. feucht, trocken, zu nennen

sind. Das gewählte Ernteverfahren, der Erntetermin, die eingesetzte Erntetechnik und die Morphologie der Zuckerrübe sind weitere wesentliche Einflußgrößen.



86 1 98

Bild 7: Übersichtsschema derjenigen Größen, die den Erdanteil wesentlich beeinflussen

Die Züchtung hat sich bereits seit einigen Jahren bemüht, der Rübe das Anhaften von Erde an ihrer Oberfläche, man möchte fast sagen "abzugewöhnen". Als ein zuchtspezifisches Merkmal ist damit geringer Erdanteil hinzugekommen. Anfang Februar ist die erste solcher erdanteilsärmeren Sorten "Kolibri" vom Bundessortenamt nach der Bundessortenprüfung anerkannt worden. Damit ist auch das Merkmal Erdanteil als neuer landeskultureller Wert anerkannt und in die Prüfung mit aufgenommen. Diese Sorte Kolibri von Strube Dickmann hat einen etwas anderen Stand im Boden und flachere Rübenrinnen. So wie die bisherigen Ergebnisse zeigen, bringt die Sorte Kolibri um 20 % geringeren Erdanteil als die zum Vergleich herangezogenen Z-Sorten, die immer schon erdanteilsärmer waren.

Die Seligenstätter Erntemaschinentests zeigten 1984, in Tab. 9 oben, folgendes: In dieser Tabelle sind die Durchschnittswerte der Erdanteile neben denjenigen der Masseverluste und der Oberflächenbeschädigungen über drei verschiedene Gruppen von Ernteverfahren oder Maschinen zusammengezogen. Einmal für diejenigen, wie die Köpfrodelader, die während der Arbeit auf dem Feld die Rüben mit einem langen Stabförderband überladen, dann die bunkernden Maschinen - Köpfrodebunker - oder auch die Ladebunkermaschinen und schließlich Maschinen, die in irgend einer Form Einrichtungen zusätzlich zum Siebsterne oder vom Siebsterne abweichende Einrichtungen zur Reinigung der Rüben aufweisen. Sei es, daß sie den Rotalift besitzen, der gleich hinter dem Rodeschar einen Teil der Erde absondert und die Rüben höher hebt, wodurch die wirksame Siebsternefläche vergrößert wird (Bild 8).

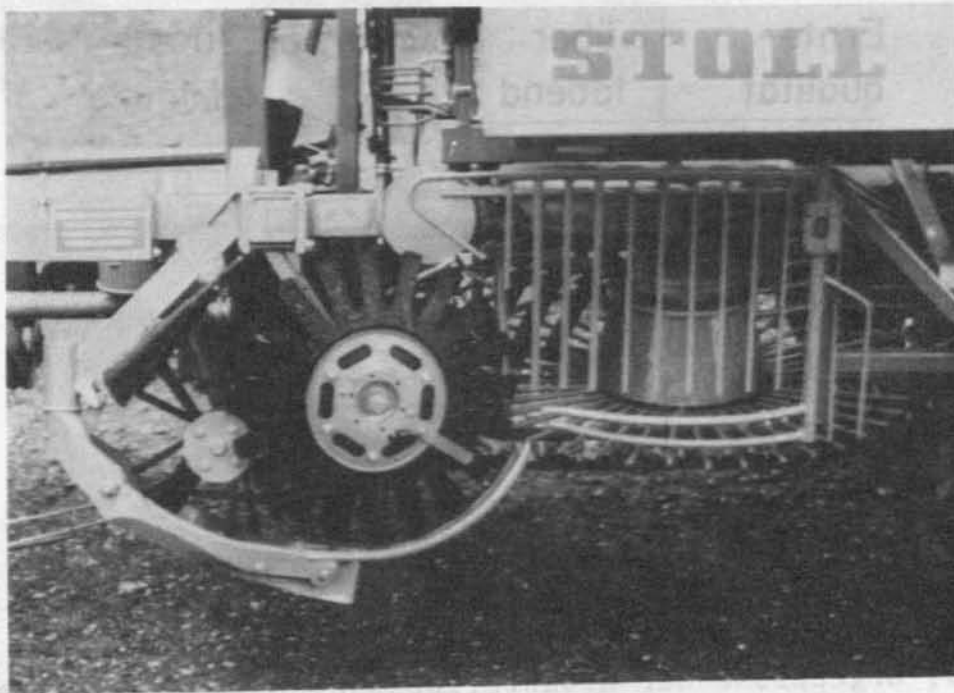


Bild 8: Firma Stoll: Rotalift

	über- ladend	bunkernd	Zusatz- reinigung
Erdanteil %	12	22	9
Masse- verlust %	4,9	4,1	4,3
Oberfl.- beschäd. cm ² /100 R.	1726	1660	1650

Ernteverfahren

Ernte- qualität	über- ladend	bunkernd	Zusatz- reinigung
Erdanteil %	9,7	15,2	9,6
Masse- verlust %	5,4	3,3	3,4
Oberfl.- beschäd. cm ² /100 R.	528	394	487

INSTITUT FÜR
LANDTECHNIK
BONN
S. 1.2

Tab. 9: Ergebnisse der Erdanteilmessungen in Seligenstadt
oben 1984, unten 1988

In den weiteren Bildern 9a, 9b und 10 sind Beispiele von Gummivalzen, die mit dreieckigen Scheiben oder mit Gummifingern besetzt, zusätzlich reinigen.

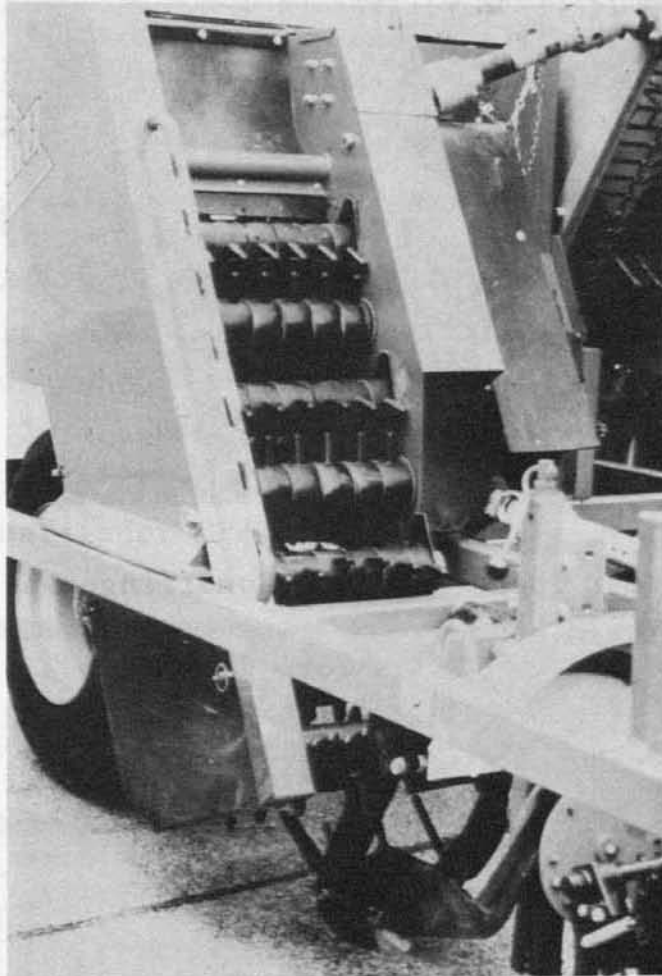


Bild 9: Firma Yuko: 9a: Rodegruppe mit Förderung der Rüben und Abscheidung der losen Erde ohne Siebsterne

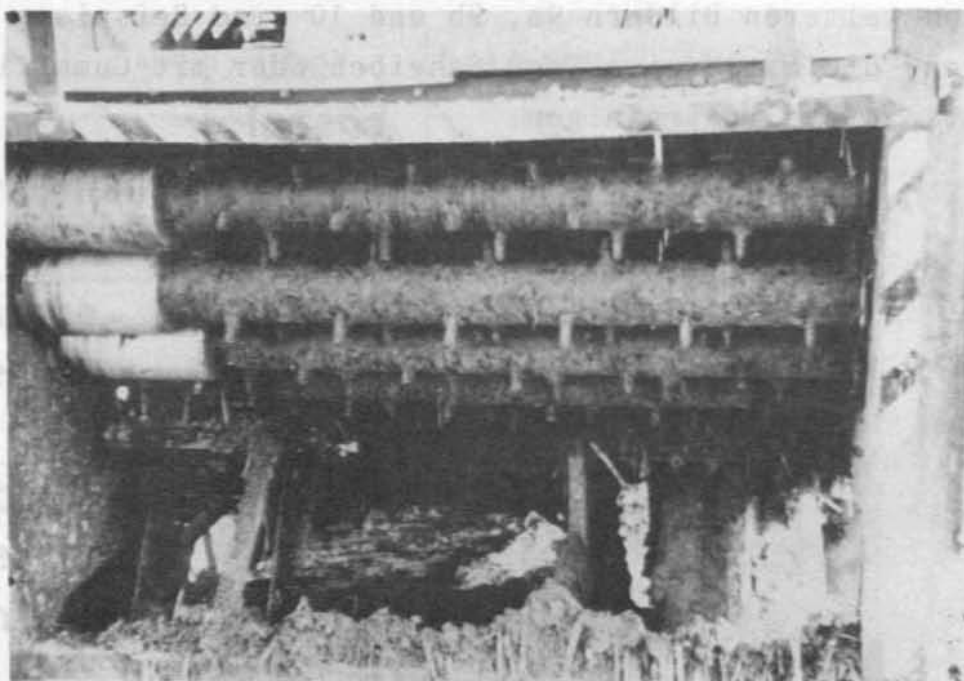


Bild 9 b: Abreinigung der losen Erde mit Gummifingerwalzen,
Blick von hinten außen

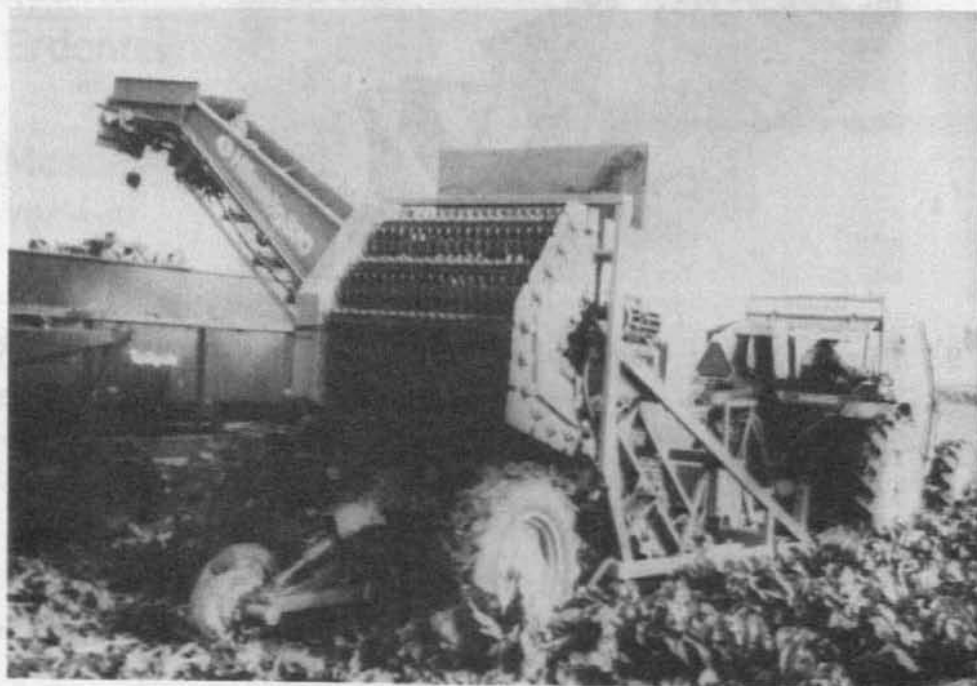


Bild 10: Firma Hillehäg: Reinigungsgruppe des Typ "Trident"

Aus der Zusammenstellung für das Jahr 1984 (Tab. 9 oben) ist zu ersehen, daß bunkernde Maschinen weniger abreinigen, als überladene Maschinen und solche, die eine Zusatzreinigung besitzen.

In Tab. 9 unten das Ergebnis von 1988 zeigt ähnliche Werte trotz günstiger Erntebedingungen und neu hinzugekommener Reinigungseinrichtungen (Bilder 11 bis 17). Nur knapp unter 10 % Erdanteil lagen die Mindestwerte bei den Maschinen mit Zusatzeinrichtungen. In den Masseverlustwerten und in den Oberflächenbeschädigungen sind 1984 kaum, 1988 nur geringe Unterschiede zu verzeichnen. In allen diesen Fällen handelte es sich um Maschinen, die die Erde gleich während der Rodearbeit abscheiden und auf dem Feld verteilen. Zwischen 1984 und 1988 ist also trotz richtiger Einstellung und vieler Neuerungen keine wesentliche Verbesserung der Abscheidung anhaftender Erde in den Erntemaschinen zu verzeichnen.

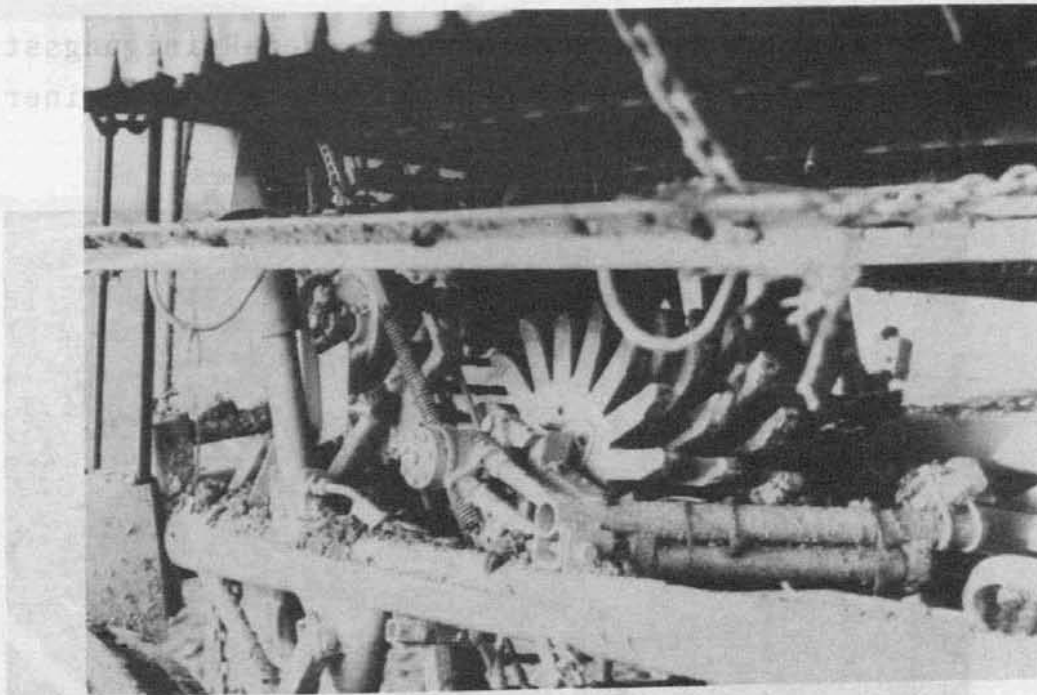


Bild 11: Firma Stoll: Gummihubräder im Elevator zur zusätzlichen mechanischen Reinigung vor dem Einfüllen in den Bunker

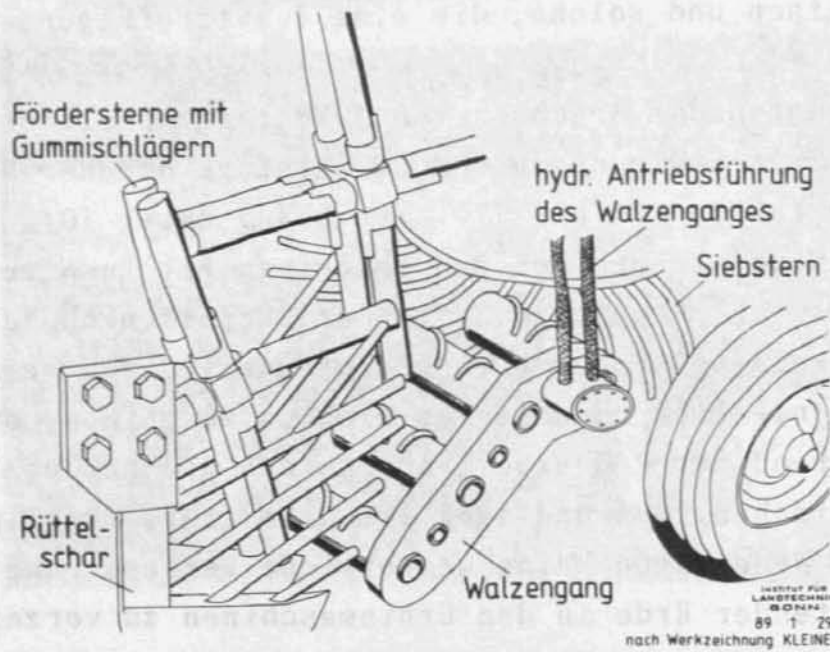


Bild 12: Firma Kleine: Integrierte Förder- und Reinigungsstrecke, hoch liegender Siebsterne (nach einer Werkzeichnung)

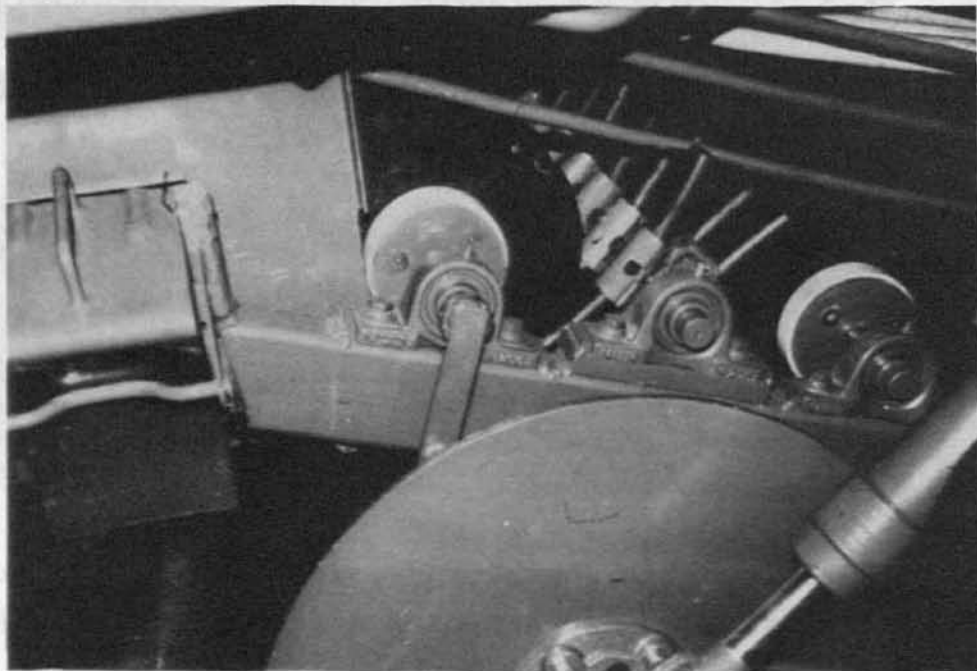


Bild 13: Firma Kuhl: Nach dem Siebsterne folgt eine Strecke mit Gumminoppenwalzen und Gummischlägern

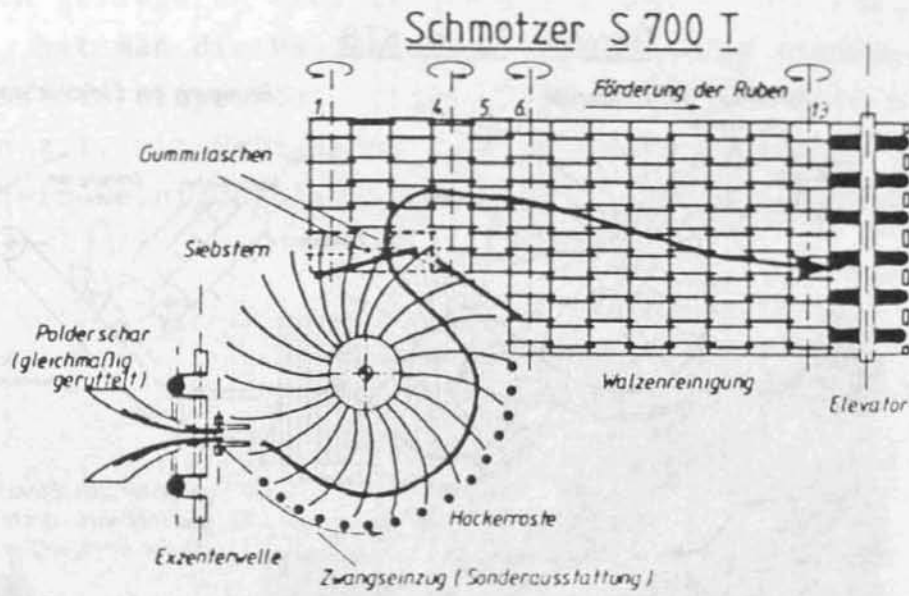


Bild 14: Firma Schmotzer: Nach dem Siebsterne folgen Reinigungs-
walzen mit dreieckförmigen Gummischeiden

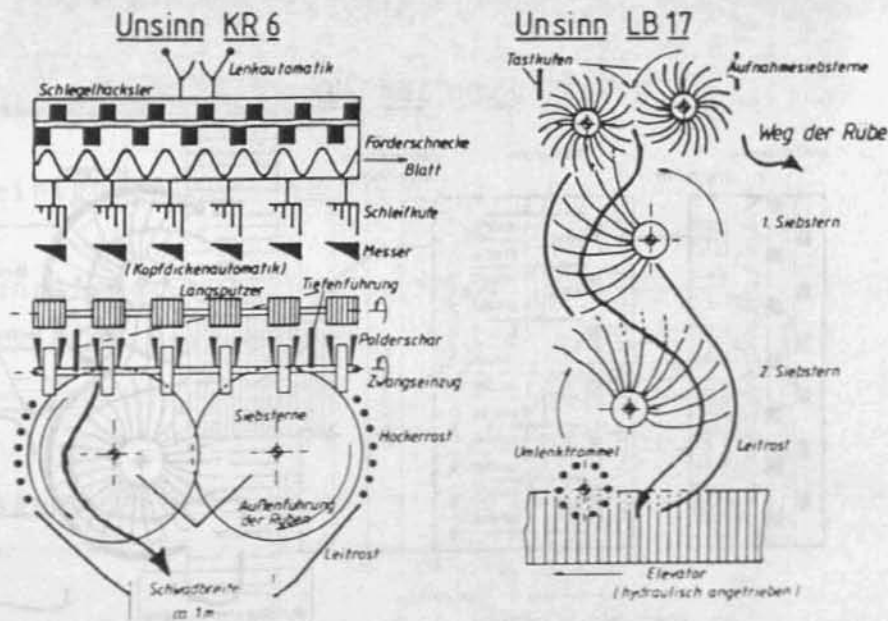


Bild 15: Firma Unsinn: Typ "LB 17", zwei Siebsterne zur Schwad-
aufnahme, zwei weitere Siebsterne für
die Reinigung

Thyregod T5 und KT8

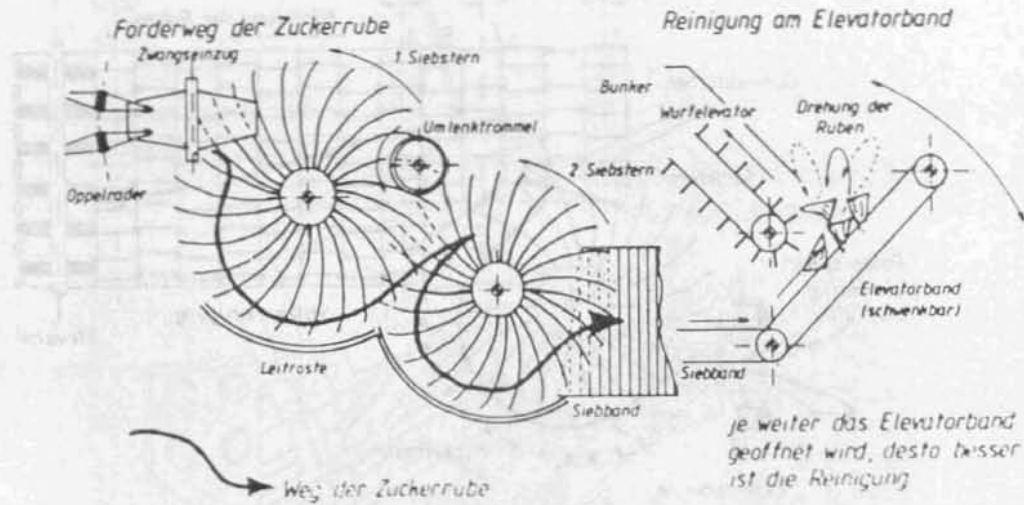


Bild 16: Firma Thyregod: Zwei Siebsterne und ein "Rübensumpf" mit veränderbarem Volumen am Elevatorband als weitere Reinigung

Ropa SRV 1200

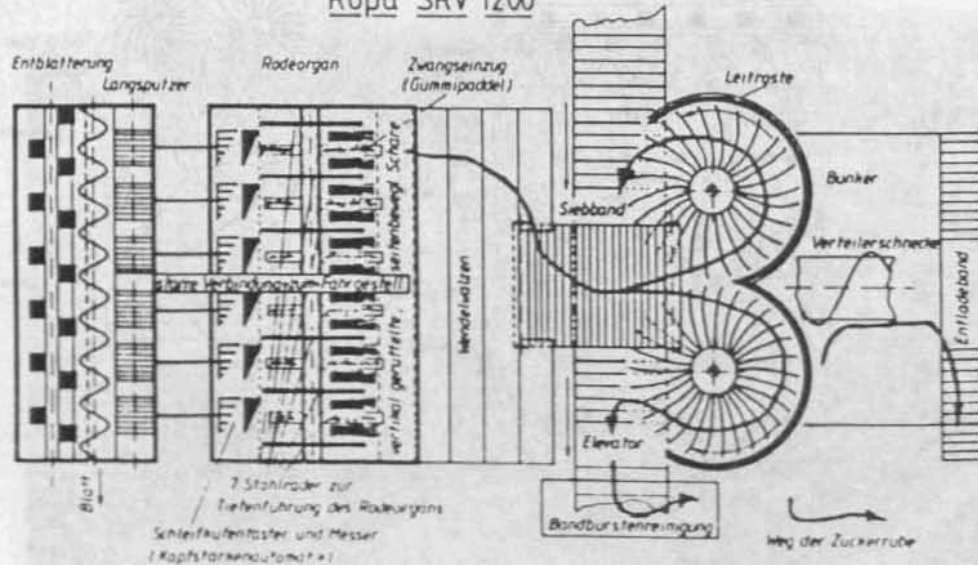


Bild 17: Firma Ropa: Typ "SRV 1200" Rotierende Gummistangenbürsten über den Siebsterne (in der Zeichnung nicht eingezeichnet) und ein Gummifingerbürstenband über dem Ende des Elevators

Um mit noch geringeren Erdanteilen die Rüben in der Fabrik abzuliefern, hat man die Feldrandreiniger als eine zusätzliche Reinigungsstufe eingesetzt (Bilder 18 und 19). Auch deckt man die Mieten z.T. mit Folien ab, läßt die Erde darunter trocknen, die dann beim Reinigungsladen leichter abgetrennt werden kann.

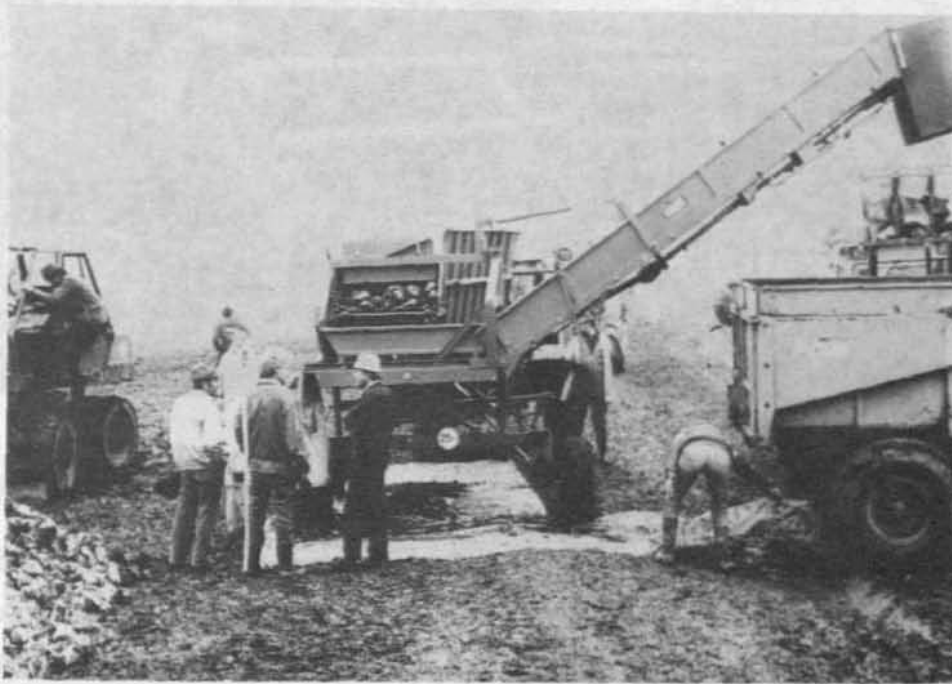


Bild 18: Reinigungslander im Test

Auch Reinigungslander wurden untersucht und dazu ein Abreinigungsgrad zum Vergleich herangezogen (10).

$$\text{Abreinigungsgrad in \%} = \frac{\text{abgereinigte Erdmasse}}{\text{aufgegebene Erdmasse}} \times 100$$

Es zeigt sich, daß die Erdanteile der Rüben aus 6 Tage lang zugedeckten Mieten von anfänglich 9,1 % je nach Maschine beim Laden auf 2,6 bis 4,9 % reduziert wurden. Das entspricht Abreinigungsgraden zwischen 50 bis 70 %. Die dadurch verursachten neuen



Bild 19: Firma Ropa: System "Fischer"

Masseverluste bewegen sich zwischen 0,5 und 2,5 % (10). Dieses in den Reinigungsstufen (Feld/Miete/Reinigungslader) getrennte Verfahren bedeutet zweifelsohne eine wesentliche Verringerung des Erdanteils. Auch ZÄNGERLE berichtet über entsprechende Ergebnisse (13).

Daß man die Lagerzeit der Mieten nicht zu lange ausdehnen soll, läßt sich aus Ergebnissen früherer Jahre herleiten (Bilde 20). Demnach ist bei einer Lagerung in einer nicht abgedeckten Miete nach 6 Tagen mit einem Verlust des Zuckerertrages von 1 % zu rechnen (7). Münch (12) erwähnt ebenfalls Fermentationswärme, Veratmungs- und Verdunstungsverluste in einer abgedeckten Miete. Auch sollten relativ saubere und unbeschädigte Rüben in eine Miete kommen, gleichbedeutend mit weniger Verlusten während der Mietenlagerung. Ein Grund mehr, bereits auf dem Feld besser aber schonend zu reinigen. Durch die Schwadlader, Bunkermaschinen und Rodelader sind die Verluste während einer Schwadlagerung bei sofortigem Laden fortgefallen.

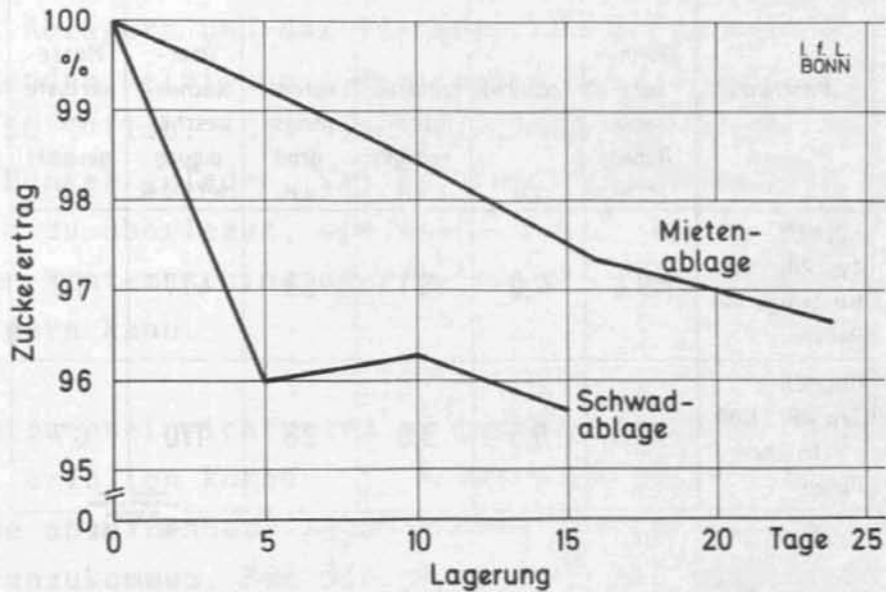


Bild 20: Verlust des Zuckerertrages in der offenen Miete

Ein Vergleich der Abreinigungsgrade eines bekannten Reinigungsladers, der einmal mit Rüben, die 6 Tage in einer abgedeckten Miete gelagert waren und zum anderen mit frisch gerodeten Rüben aus einem Bunker beschickt wurde, sei angeschlossen (Tab. 10). Die 6 Tage gelagerten Rüben zeigten einen Erdanteil von etwa 9,2 %, die frischen Rüben - vom selben Feld, am selben Tag und mit derselben Maschine gerodet - einen Erdanteil von 13,3 %, 28 % geringere Durchsatzleistung ist u.A. die Folge. Der Abreinigungsgrad mit Rüben aus der 6 Tage zugedeckten Miete liegt bei 55 %, bei den frischen Rüben bei nur 28 %. Die Masseverluste und die Oberflächenbeschädigungen sind aus der 6 Tage-Miete höher, da das Erdpolster fehlt.

Auch die Reinigungslader sind wie die Erntemaschinen mit einem oder mit mehreren Siebsternen unterschiedlicher Drehfrequenz und Durchmesser ausgerüstet. Einzig die Maschine der Firma Ropa,

Maschine	Durchsatz (reine Rüben) t/h	Erdanteil v.H.	Erdanteil (abgereinigt) v.H.	Abreinigungsgrad v.H.	Oberflächenbeschädigung cm ² /100 R.	Masseverluste (insgesamt) v.H.
HOLMER Typ RRL 1200 mit gelagerten Rüben	109,4	4,0	5,1	55	477	1,2
HOLMER Typ RRL 1200 mit frischen Rüben	78,6	9,5	3,8	28	170	0,7

INSTITUT FÜR
LANDTECHNIK
BOFFEN
89 1 34

Tab. 10: Vergleich der Abreinigungsgrade eines Reinigungsaders beim Laden von in der Miete abgetrockneten Rüben und von frisch gerodeten Rüben aus der Miete in Seligenstadt 1988

System "Fischer" arbeitet mit Stabsiebbändern und hat damit einen mittleren Abreinigungsgrad von 54 %, dafür aber auch nur wenige Oberflächenbeschädigungen und die geringsten Masseverluste bei höchster Durchsatzleistung.

Die Zielsetzung Bodenschonung und damit geringste Erdanteile zu erzielen, ist von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung bei der Produktion des Zuckers aus der Rübe. MEYER (11) fordert bei Anerkennung der bisher gezeigten konstruktiven Neuerungen eine noch effizientere Reinigung von der anhaftenden Erde.

An die Ergebnisse der Erntemaschinen auf dem Feld, den Untersuchungen an den Reinigungsadern und den institutseigenen Versuchen, lassen sich nun einige Gedanken für eine zukünftige effektivere Reinigung anschließen. Wie wir gesehen haben, liegt

die untere Grenze des durchschnittlichen Erdanteiles - meist Erdanhanges - bei 10 %, im Bundesdurchschnitt bei 15 % (Bild 6). Erst das Ablagern und das Trocknen in abgedeckten Mieten mit nachfolgendem Reinigungs- und Ladervorgang bringt eine Verringerung um etwa 50 % (Tab. 10). Sind die Rüben frisch aus der Miete oder aus dem Bunker geladen, ist der restliche Erdanhang höher. Es gilt also zu überlegen, wie man die Reinigungsintensität, sei es in der Erntemaschine oder in den Reinigungsladern, noch weiter steigern kann.

Die Reinigungseinrichtungen müssen grundverschiedene spezifische Aufgaben erfüllen können. Es kommt wohl zuerst darauf an, die lose Erde abzutrennen, um überhaupt gezielt an die anhaftende Erde heranzukommen. Für die Abtrennung der losen Erde zeigen die Siebsterne, auch kombiniert mit zusätzlichen Hilfseinrichtungen, eine hervorragende Eignung. Des Weiteren kommt es dann darauf an, die jetzt noch anhaftende Erde von den Rüben abzutrennen und in lose Erde umzuwandeln, ohne die nunmehr ungeschützte Rübe übermäßig zu beschädigen. Gleichzeitig mit diesen Vorgängen sind aber auch Transportvorgänge in der Maschine notwendig. Die Siebsterne verbinden die Trennung von der losen Erde recht gut mit einem Transportvorgang. Die Abtrennung der an die Rübe angepreßten anhaftenden Erde (Bild 21) ist aber auf demselben Weg nicht zufriedenstellend. Sonst blieben ja nicht die Erdanhangsanteile, die wir heute bemängeln müssen.

Es ist naheliegend zu fragen, ob nicht die verschiedenen Rodeschare unterschiedliche Erdanteile aus loser und anhaftender Erde in die Erntemaschine bei guten und bei weniger guten Rodeverhältnissen bringen. Diese Fragestellung wurde bei niedrigem und bei hohem Wassergehalt im Boden an sechs verschiedenen Rodeschartypen untersucht (Bild 22) (6). Aus den Ergebnissen in Bild 23 sind bei geringem Wassergehalt im Boden für den Erdanhang recht deutliche Unterschiede abzulesen, die mit zunehmendem

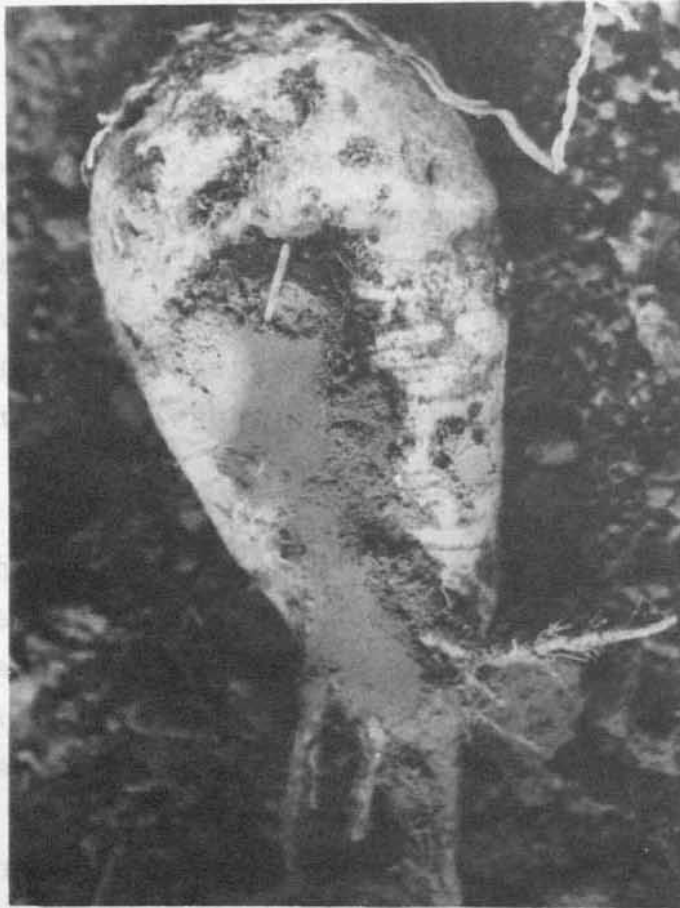


Bild 21: Zuckerrübe mit angepreßter Erde

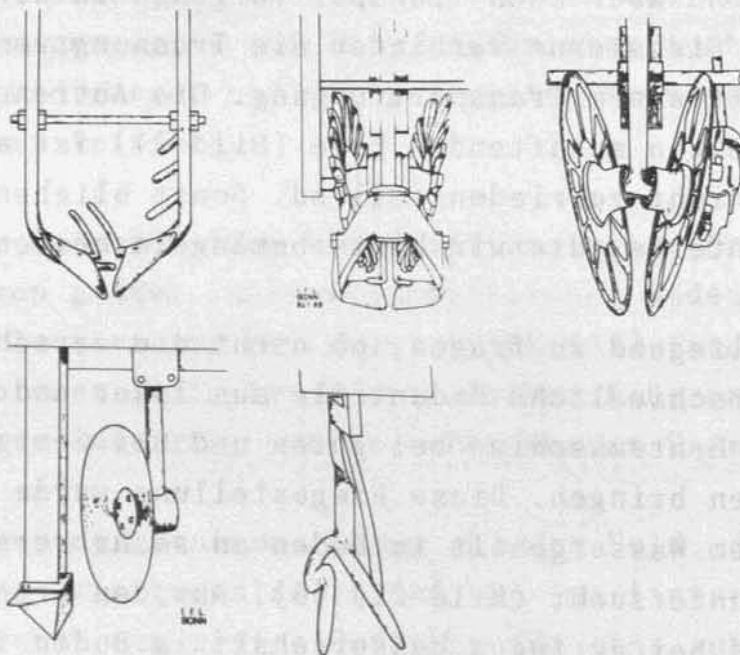


Bild 22: Die untersuchten Rodeschartypen

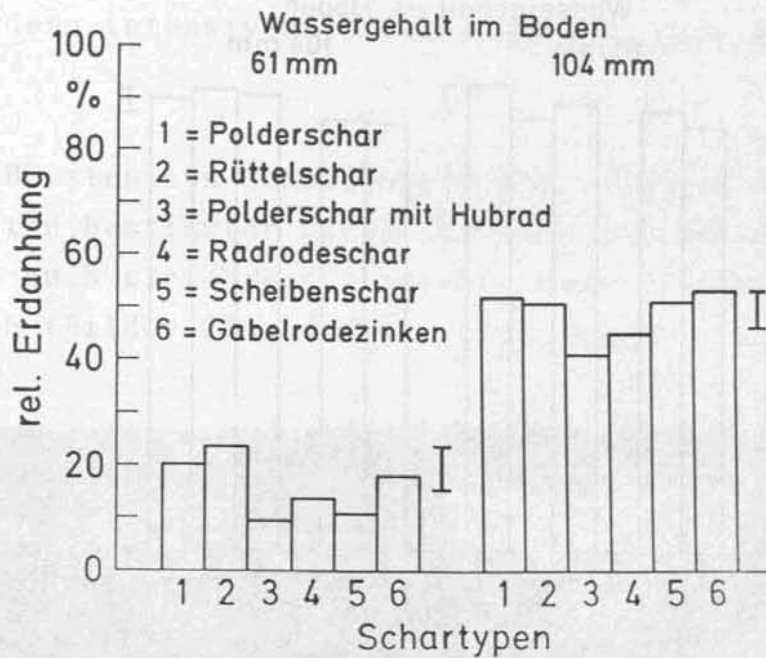


Bild 23: Ergebnisse der Erdanhangmessungen bei verschiedenen Rodeschartypen

Wassergehalt im Boden und bei höher werdendem Erdanhang geringer werden. Vorteilhaft erscheint hier das Polderschar mit Hubrad, aber auch das Radrodeschar. Letzteres nimmt die Rüben zusammen mit einem großen Erdvolumen heraus, das wohl den Seitendruck auf die Rübe abmildert.

Hinsichtlich der losen Erde sind mit Ausnahme der Kombination des Polderschares mit dem Hubrad keine großen Unterschiede, weder bei trockenen noch bei feuchten Verhältnissen, festzustellen (Bild 24). Bei der Schar/Hubrad-Kombination (in Bild 8) ist im Grunde bereits eine spezielle Reinigungsstufe vorhanden, die sich günstig auswirkt. Trotzdem ist zu sagen, daß bei allen Schartypen so viel lose und anhaftende Erde in die Erntemaschine gebracht wird, daß man auf eine effektivere Reinigung nicht verzichten kann.

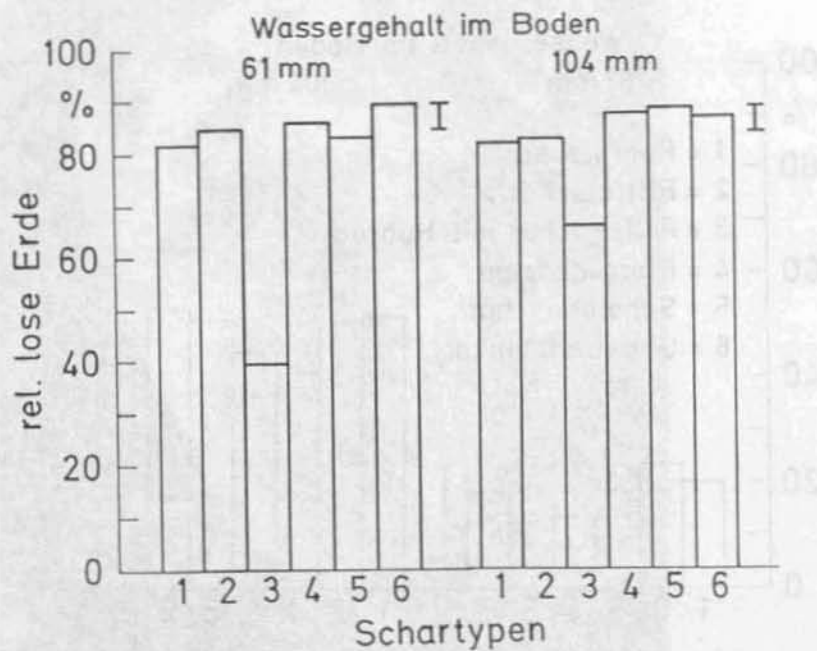


Bild 24: Ergebnisse der Anteile an loser Erde

Es scheint, daß man noch von alters her dem Gedanken nachhängt, wie bei der Handrodung mit dem Rübenheber die Rüben am Schopfe zu packen und gegeneinander zu schlagen, um die Erde abzuklopfen. Das ging recht gut, da die Erde an den Rüben einen garen Zustand hatte. Heute ist die Erde durch die gebräuchlichsten Rodeschare u.U. auch von den Schlepperreifen so an die Rüben gepreßt, daß sie als Erdanhang ihre Gare verloren hat (Bild 21).

Die an die Rübe angepreßte Erde fällt nicht von selbst ab, da sie zum großen Teil von den feinen Seitenwurzeln mit gehalten wird. Selbst ein Stoßen und Fallenlassen führt nur zu einem Teilerfolg. Wie wir dies ja auch bei einer Hintereinanderschaltung mehrerer Siebsterne beobachten können. Würden wir von Hand versuchen, diese angepreßte Erde abzunehmen, so würde man sich eines kleinen Holzstabes bedienen und die Erde abreiben. Dieser

Gedanke des Abreibens, oder auch des Abbürstens ist in verschiedenen Ländern intensiv untersucht worden, auch bei uns in Bonn (6).

Es haben Bürsten aus Gummifingern oder -Lappen, oder aus Kunststoffdrähten bestimmter Dicke nur dann Erfolg, wenn sie die Rüben nicht auch gleichzeitig sowohl tragen wie auch transportieren müssen (Bilder 25 und 26).

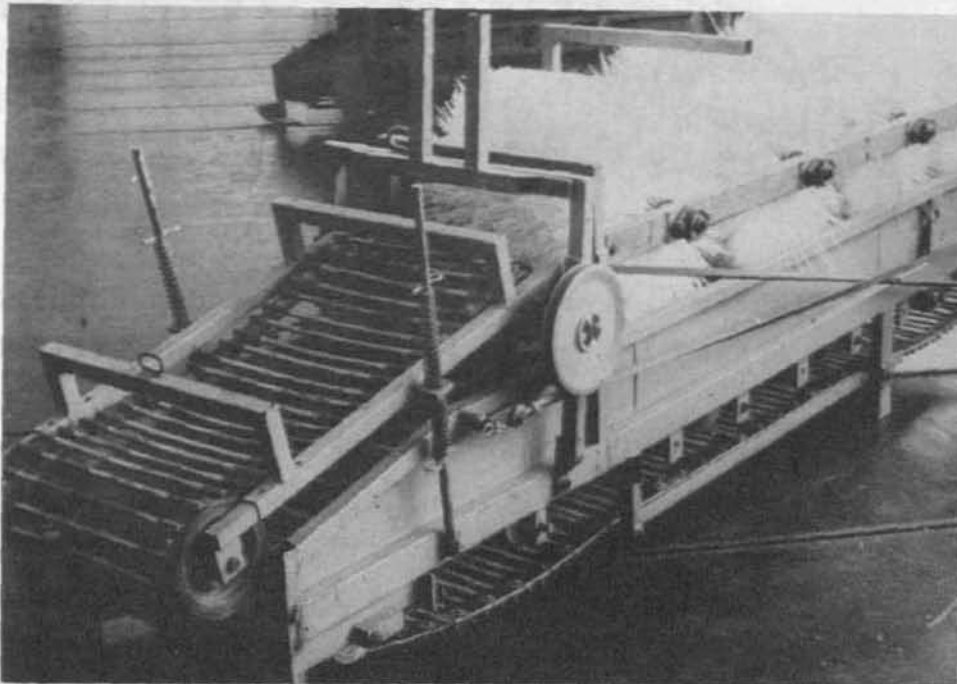


Bild 25: Versuchseinrichtung mit gegenläufig rotierenden Bürsten über einem Stabförderband

Außer der belgischen Maschine hat auch die Firma Ropa in ihrem Bunkerköpfröder ein solches Prinzip verfolgt, indem sie, wie bereits gezeigt (Bild 17), außer den rotierenden Gummistangenbürsten über den Siebsternen, mittels eines Gummifingerbürstenbandes eine zusätzliche spezielle Reinigungsstufe über das Ende der Förderstrecke eingebaut hat. Es kommt darauf an, daß eine

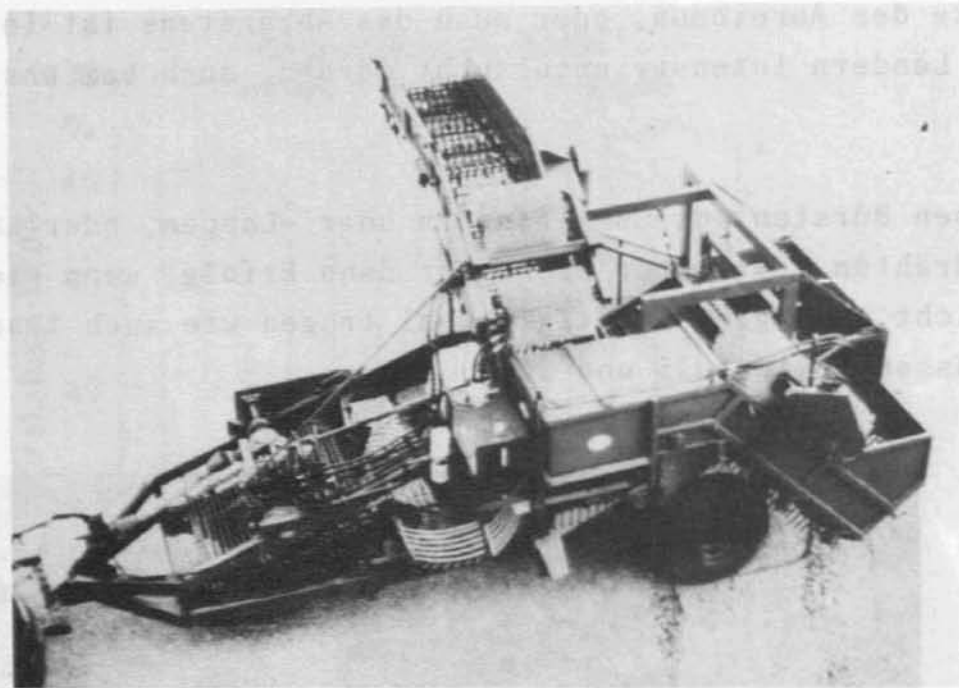


Bild 26: Gegenläufig rotierende Bürsten über den Förderbändern eines Schwadladers. Versuchseinrichtung Tirlemont

Relativbewegung jeder einzelnen Rübe mit ständigem Kontakt zu den Reinigungsorganen auftritt, nur dann wird ein Reibeffekt erreicht. Eine ähnliche Wirkung soll auch ein Sumpf erreichen, der am Ende der vorhergehenden Siebsterne und Förderbänder die Rüben aneinander reiben läßt (Bild 16). Durch einstellbare Schrägstellung der Seitenwand läßt sich die Verweildauer der Rüben in dem Sumpf beeinflussen.

Damit ist ein weiteres Argument angesprochen, die Reinigungs- oder Verweildauer der Rüben im speziellen Reinigungsorgan für die Abtrennung der anhaftenden Erde. Mit einer einstellbaren Verweildauer in einem solchen Organ ist aber auch eine gezielte Anpassung an die Ernteverhältnisse möglich. Eine höhere Verweildauer ist auch durch eine geringere Fahrgeschwindigkeit zu erreichen. Höhere Verletzungen oder Verluste sollen dabei nicht

auftreten dürfen. Damit müssen in dem Moment, da die Rüben das schützende Erdpolster der losen Erde verloren haben, weichere Organe folgen.

In einer Versuchseinrichtung in Bonn haben wir als zweite Reinigungsstufe versucht, über einer Wendelwalzenstrecke mit weichen Wendeln ein Gummilappenband (Bild 27) so zu bewegen, daß die von den Wendeln und der Drehfrequenz der Walzen vorgegebene Fördergeschwindigkeit sich nicht voll auf die Rüben übertrug. Damit wurden die geforderten Reib-Reinigungseffekte sowohl durch die Wendel, als auch durch das Lappenband erreicht. Auch einstellbare Zeiten für die Verweildauer ließen sich einstellen. Es ist entscheidend, daß auch bei einer solchen Einrichtung die Rüben einzeln in ständigem Kontakt mit den Reinigungsorganen bleiben und nicht nur springend gefördert werden.

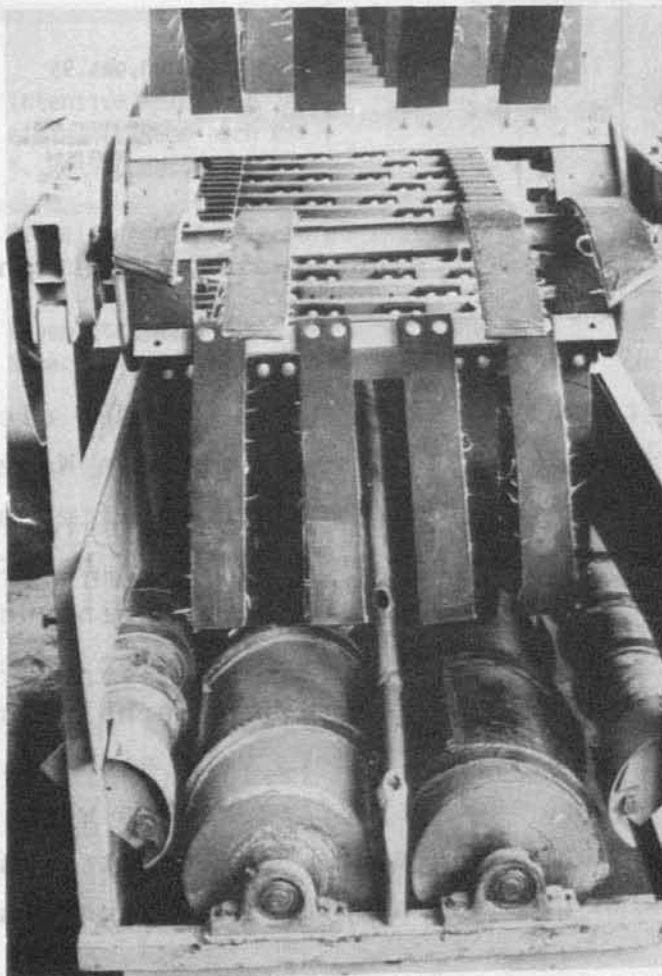


Bild 27: Zwei Wendelwalzenpaare mit Gummilappenband. Versuchseinrichtung IFL Bonn

Walzen mit Gumminoppen oder Dreieckscheiben sind im Grunde solange im wesentlichen Transporteinrichtungen, wie man die Rüben nicht zu einer Relativgeschwindigkeit und zum ständigen Kontakt mit den Reinigungsorganen zwingt.

Von der Institutseinrichtung mit Wendelwalzenpaaren sei ein Ergebnis gezeigt (Tab. 11).

Rode- beding- ungen	Massefluß		1.Reinigungsstufe Siebsterne		2.Reinigungsstufe Wendelwalzenpaare mit Gummlappen- band	
	reine Rüben	Erde	Erdanteil lose+anhg.	Abreini- gungsgrad	Erdanteil nur anhg.	Abreini- gungsgrad.
	kg/s	kg/s	%	%	%	%
naß	4,4	32,5	90 → 27	70 →	27 → 12	56, ges. 87
trocken	2,9	28,5	91 → 10	89 →	10 → 5	50, ges. 95

INSTITUT FÜR
LANDTECHNIK
BONN
89 1 36

Tab. 11: Versuchsergebnisse mit einer zweistufigen, angepaßten Reinigung im Roder

Ein Siebsterne zur Abtrennung der losen Erde bildet die erste Reinigungsstufe. Der zweiten Reinigungsstufe mit den Walzenpaaren bleibt als Aufgabe, die Abtrennung der noch anhaftenden Erde. In der Tabelle 11 sind einmal bei nassen und einmal bei trockenen Verhältnissen die Erdanteile vor und nach den Reinigungsstufen mit den entsprechenden Abreinigungsgraden gezeigt. Auch hier hätte die Abtrennung des Erdanteils bei trockenen Verhältnissen bei 10% nach der ersten Reinigungsstufe geendet, wenn nicht diese zweite spezielle Reinigungsstufe nachgeschaltet worden wäre. Die frisch gerodeten Rüben wurden dadurch bis auf 5 % Erdanteil herunter gereinigt, bei einem Abreinigungsgrad in der zweiten Stufe von 50%.

Bei nassen Verhältnissen hinterließ der Siebster in der Erntemaschine einen Erdanteil von 27%, der in der nachfolgenden zweiten Stufe auf 12 % heruntergereinigt werden konnte; Abreinigungsgrad in dieser Endstufe 56%.

Eine mögliche zukünftige Steigerung der Effizienz der Erabscheidung in der Erntemaschine oder in den Reinigungsladern läßt sich bei weiterer Fortentwicklung der gezeigten Neuentwicklungen erhoffen. Die aus unseren Versuchserfahrungen heraus gewonnenen konstruktiven Leitgedanken mögen dazu eine Hilfestellung geben (Tab. 12) (5).

Reinigung in mehreren Stufen mit angepaßten Reinigungsorganen	z.B. 1. Stufe: Abtrennen der losen Erde, harte Organe. 2. Stufe: Trennen der noch anhaftenden Erde von der Rübe, weiche Organe.
Intensive Reinigung jeder einzelnen Rübe nach der 1. Reinigungsstufe	durch ständiges Drehen der Rüben und durch ständigem zwangsweisem Kontakt mit den Reinigungsorganen
Gezielte Anpassung an die Erntebedingungen	durch einstellbare Reinigungsintensität und Reinigungsdauer
Schoneste Behandlung der Rüben	wenig Epidermisverletzungen und Wurzelbrüche

Tab. 12: Empfehlungen zur Steigerung der Reinigungsgrade in der Erntemaschine oder im Reinigungslander

Zusätzliche Einrichtungen zur besseren Erdabscheidung in den Maschinen erhöhen die Anschaffungspreise. Auf der anderen Seite verursachen die Erdanteile nach Beendigung des Erntevorganges Kosten für das Laden, den Transport und auch für die Entsorgung in der Fabrik. Im Rahmen dieses Beitrages kann darauf nur hin-

gewiesen werden. Doch haben dazu BULIG und KROMER für eine kostenneutrale Erdabscheidung in der Erntemaschine Modellrechnungen veröffentlicht (4). Für eine zusätzliche Reinigungseinrichtung in der Erntemaschine wurde dabei eine Mehrinvestition von 5000 DM/Reihe unterstellt.

Literaturverzeichnis

- (1) Bertram, H., : Kapazitäten auslasten, Betriebserfolg
Thoer, K. steigern. Zuckerrüben-Journal 1/89,
S. 12 - 14. Beilage in Landwirtschaft-
liche Zeitschrift Rheinland Nr. 6 vom
11. Februar 1989.
- (2) Brinkmann, W. : Die Testung der Arbeitsqualität von
Zuckerrübenerntemaschinen. Die inter-
nationale Methode des I.I.R.B. Die
Zuckerrübe, 35. Jahrgang 1988. Heft 3,
S. 144 - 148.
- (3) Brinkmann, W. : Zusammengefaßte Ergebnisse von fünf Ver-
gleichseinsätzen mit Zuckerrübenernte-
maschinen in zehn Jahren. Deutsche Zucker-
rübenzeitung, 21. Jahrgang 1985, Nr. 3,
S. 12 - 13.
- (4) Bulich, C., : Verfahrenstechnische Möglichkeiten der
Kromer, K.-H. Kostensenkung bei der Zuckerrübenernte.
Zuckerrübe, 37. Jahrgang 1988, Heft 5,
S. 243 - 246.
- (5) Ditges, K.O., : Versuche zur Verringerung des Erdanteils
Brinkmann, W. bei der Ernte. Deutsche Zuckerrübenzeitung
Jahrgang 19, Nr. 5, Sept. 1983, S. 6.
- (6) Ditges, K.O. : Untersuchungen zur Reduzierung des Erd-
anteils bei der Zuckerrübenernte.
Diss. Bonn, in Vorbereitung.

- (7) Heller, C. : Untersuchungen über die Verluste in der Zuckerrübenernte. Zucker, 9. Jahrgang 1956, Nr. 13, S. 315 - 319, Nr. 15, S. 366 - 364.
- (8) Institut für Landtechnik, Bonn : Unveröffentlichter Versuchsbericht 1988.
- (9) v. Kessel, W.-Ch.: Die Parade der Zuckerrübentechnik. Seligenstadt hat internationale Bedeutung. Zuckerrübe, 37. Jahrgang 1988, Heft 6, S. 280 - 287.
- (10) Kromer, K.H., Strätz, J. : Erdabscheidungen bei der Rübenernte. Testergebnisse von der Maschinenvorführung in Seligenstadt 1988. Zuckerrüben-Journal 1/89, S. 14 - 16. Beilage in Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland, Nr. 6 vom 11. Februar 1989. Die Zuckerrübe, Heft 3/89 in Vorbereitung.
- (11) Meyer, H. : Abreinigung der Rüben im Vollernter. Was hat die Landmaschinenindustrie getan? Deutsche Zuckerrüben Zeitung, 24. Jahrgang, 1988, Nr. 5, S. 9.
- (12) Münch, A. : Überlegungen zum Abdecken von Rübenmieten. Deutsche Zuckerrübenzeitung, Nr. 5, 24. Jahrgang, 1988, S. 9.
- (13) Zängerle, P. : Effizienz verschiedener Reinigungssysteme. Deutsche Zuckerrübenzeitung, 24. Jahrgang 1988, Nr. 6, S. 9.

Wünsche der Zucker-Industrie an die Praxis

von Dr. Rudolf Müller, Mitglied des Vorstandes und Leiter der landwirtschaftlichen Abteilung der Südzucker AG, Mannheim/Ochsenfurt

Als Vertreter der verarbeitenden Industrie landwirtschaftlicher Rohstoffe erhält man nicht häufig ein Angebot, vor einem Kreis zahlreicher meinungsbildender Experten der landwirtschaftlichen Praxis die Wünsche der zu vertretenden Industrie vorzutragen. Für diese Gelegenheit bin ich sehr dankbar und möchte in meinem Vortrag unter dem Begriff Praxis nur die Landwirtschaft verstehen.

Bei dem vorgegebenen Thema ging es mir wie dem Kind zur Weihnachtszeit, das bei der großen Zahl seiner Wünsche im Anblick des Wunschzettels sehr rasch eine Konzentration auf das Wesentliche vornehmen muß. Die Formulierung unserer Wünsche fiel mir um so leichter, da sie sowohl dem Fortschritt der Zuckerindustrie als auch dem der Rübenanbauer dienen. Zentrale Themen sind die Rübenqualität, die Umweltprobleme, der Bodenschutz und Wasserschutz sowie die Fragen der Kostensenkung bei der Rübenproduktion.

Die Steigerung der Rübenqualität ist aus verarbeitungstechnischen Gründen ein zentrales Anliegen der Zuckerindustrie.

Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre stand die Anhebung der Saftreinheit im Mittelpunkt der Beratung, da eine gesunde Rübe mit möglichst höher Saftreinheit eine wesentliche Voraussetzung für die Verarbeitungsfähigkeit ist. Je mehr verarbeitungstechnisch schädliche Nichtzuckeranteile (K, Na, Am-N) in den Rüben sind,

- desto mehr gelangen auch bei der Saftgewinnung mit dem Zucker in den Saft und
- desto niedriger wird dadurch die Dicksaftreinheit und damit der als Weißzucker gewinnbare Anteil des Zuckers aus der Rübe.

Neben diesen auch heute noch zentralen chemisch-technologischen Wünschen, sind in Zusammenhang mit der sensibilisierten Umweltbetrachtung auch die mechanisch-technologischen Qualitätsmerkmale in den Mittelpunkt unserer Betrachtung getreten.

Rübenqualität ist auch eine gut gewachsene, sauber geköpfte und gut zu schneidende Rübe mit möglichst wenig Erdanhang, geringem Anteil an Kraut und Steinen oder anderem Fremdbesatz.

Ertragshöhe und Qualität sind das Ergebnis des Zusammenwirkens einer Vielzahl von beeinflussbaren Anbaumaßnahmen mit den Wachstumsfaktoren Klima, Boden und den genetischen Voraussetzungen der Pflanze.

Neben den von Natur aus vorgegebenen Faktoren Klima und Boden bietet die Pflanze selbst heute gute Voraussetzungen, denn die züchterische Verbesserung der Zuckerrübe in Ertrag und Zuckergehalt ist beispiellos. Bei den süddeutschen Bezahlungsverhältnissen mit fest vorgegebenen Mengengrößen innerhalb einer sogenannten Garantiemenge hat sich für die Praxis der Wunsch der Zuckerindustrie zum Anbau zuckerbetonter Sorten mit hoher Saftreinheit auch finanziell positiv umgesetzt. Unsere Empfehlung lautet daher nach wie vor: Zuckerbetonte Sorten mit guter Saftreinheit zum Anbau, ein wirtschaftlicher Erfolg sowohl für den Landwirt als auch für die Zuckerindustrie.

Zuckergehalt, bereinigter Zuckergehalt und Ausbeute hängen im wesentlichen von der Düngung ab. Nach anfänglich allgemein gültigen Düngeempfehlungen sind wir zu der Erkenntnis gelangt, daß

bei den unterschiedlichen Standortvoraussetzungen und Betriebssystemen - ich denke dabei vor allem an die Intensität der Veredelung - eine Düngeberatung ohne vorherige Bodenuntersuchung - dabei gilt unser Augenmerk besonders der N-Fraktionen - nahezu unmöglich ist. Wir empfehlen und wünschen uns daher heute, vor dem Anbau von Zuckerrüben unbedingt eine Bodenuntersuchung vorzunehmen und die daraus abgeleitete Düngeempfehlung einzuhalten.

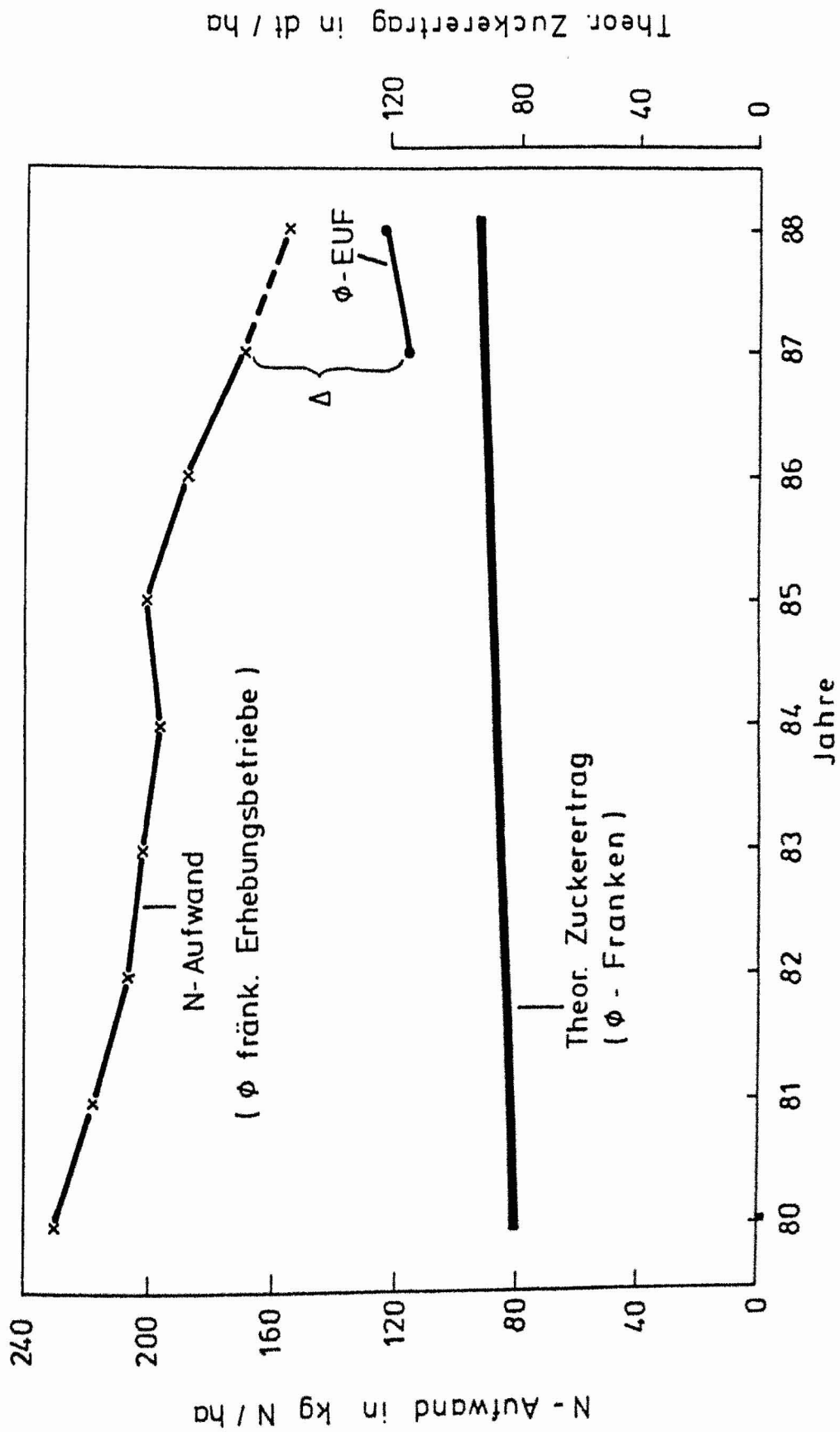
Nach den sehr guten Erfahrungen mit einer schlagbezogenen Düngeempfehlung in Österreich haben wir uns in Süddeutschland für das dort erfolgreich erprobte EUF-System entschieden. EUF steht für Elektro-Ultra-Filtration.

Mit dieser Methode lassen sich die in der Bodenlösung frei verfügbaren und damit leicht pflanzenaufnehmbaren Nährstoffe in einer ersten Fraktion sowie die Nährstoffreserven in einer 2. Fraktion ermitteln. Die Nährstoffe werden bei unterschiedlichen Temperaturen und verschiedenen elektrischen Spannungen mit Hilfe von Wasser aus dem Boden gelöst.

Mit diesem Untersuchungsverfahren wird die Nährstoffanlieferung an die Pflanzenwurzeln weitgehend nachgeahmt. Den entscheidenden Vorteil dieser Methode sehen wir neben der Quantifizierung des Nitrat-N v.a. in der Erfassung einer organischen N-Fraktion und deren zeitlichen Verfügbarkeit für die Zuckerrübe. Das bisher in der Praxis eingeführte Nmin-Verfahren berücksichtigt diesen wichtigen Teil des organischen Stickstoffs (d.h. die N-Nachlieferung) nicht. Die Aktivitäten der LUFA zeigen jedoch, daß die Bedeutung des organischen N bisher nicht ausreichend gewürdigt wurde.

Die Abbildung 1 zeigt die Zunahme des Zuckerertrages bei der dem Bedarf angepaßten N-Düngung. Durch die Intensivierung der

Abb. 1: Verlauf des Stickstoffaufwands (mineralisch) und der Zuckererträge (theoret.) im Fränkischen Zuckerrübenanbau 1980-1988



Bodenuntersuchung - heute werden in Süddeutschland im Einzugsbereich der Südzucker 43.000 Proben vor Rüben und 12.500 Proben vor anderen Feldfrüchten nach der EUF-Methode untersucht - wurde von den Landwirten der Nachweis erbracht, daß man auch mit erheblich weniger Düngeraufwand sichere und gute Ernten mit einem hohen Zuckergehalt erzeugen kann (Abb. 2). Die Einsparungen bei den Düngemitteln werden in unserem Anbaugesbiet gegenüber Ende der 70er Jahre auf ca. 25,0 bis 30,0 Mio DM jährlich beziffert.

Düngung nach Bedarf auf der Grundlage von Bodenuntersuchungen hilft uns aber auch bei der Diskussion zum Thema Nitratbelastung im Grundwasser. Zur Sicherung des Rübenanbaues in den traditionellen Anbaugesbieten richten wir daher den dringenden Wunsch an die Praxis, von den Möglichkeiten zur Bodenuntersuchung Gebrauch zu machen. Nur so kann der Rübenanbau durch eine vorbildliche Produktionstechnik aus der belastenden Diskussion gebracht und damit eventuell harten administrativen Auflagen vorgebeugt werden.

In Baden-Württemberg trat z.B. am 1.1.1988 eine Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung - kurz SCHALVO - in Kraft, die hauptsächlich die Stickstoffdüngung in Wasserschutzgebieten einschränkt, um dadurch die Belastung des Grundwassers zu senken. Mit Hilfe einer gegenüber der entzugsorientierten, sogenannten ordnungsgemäßen Bewirtschaftung verminderten N-Düngung wird versucht, den vor der Vegetationsruhe im Boden verbleibenden Rest-Nitrat-Stickstoff so gering wie möglich zu halten.

Abbildung 3 zeigt den Rest -Nitrat-Gehalt nach EUF-Düngung in einem fränkischen Rübenanbaubetrieb ohne Viehhaltung. Mit der Düngeempfehlung nach der EUF-Methode wurde bei 120 kg N pro Hektar der optimale bereinigte Zuckerertrag erreicht. Mit steigendem Düngeraufwand ist ein abnehmender Zuckerertrag und damit auch geringerer Hektarerlös verbunden. Auffällig ist der relativ

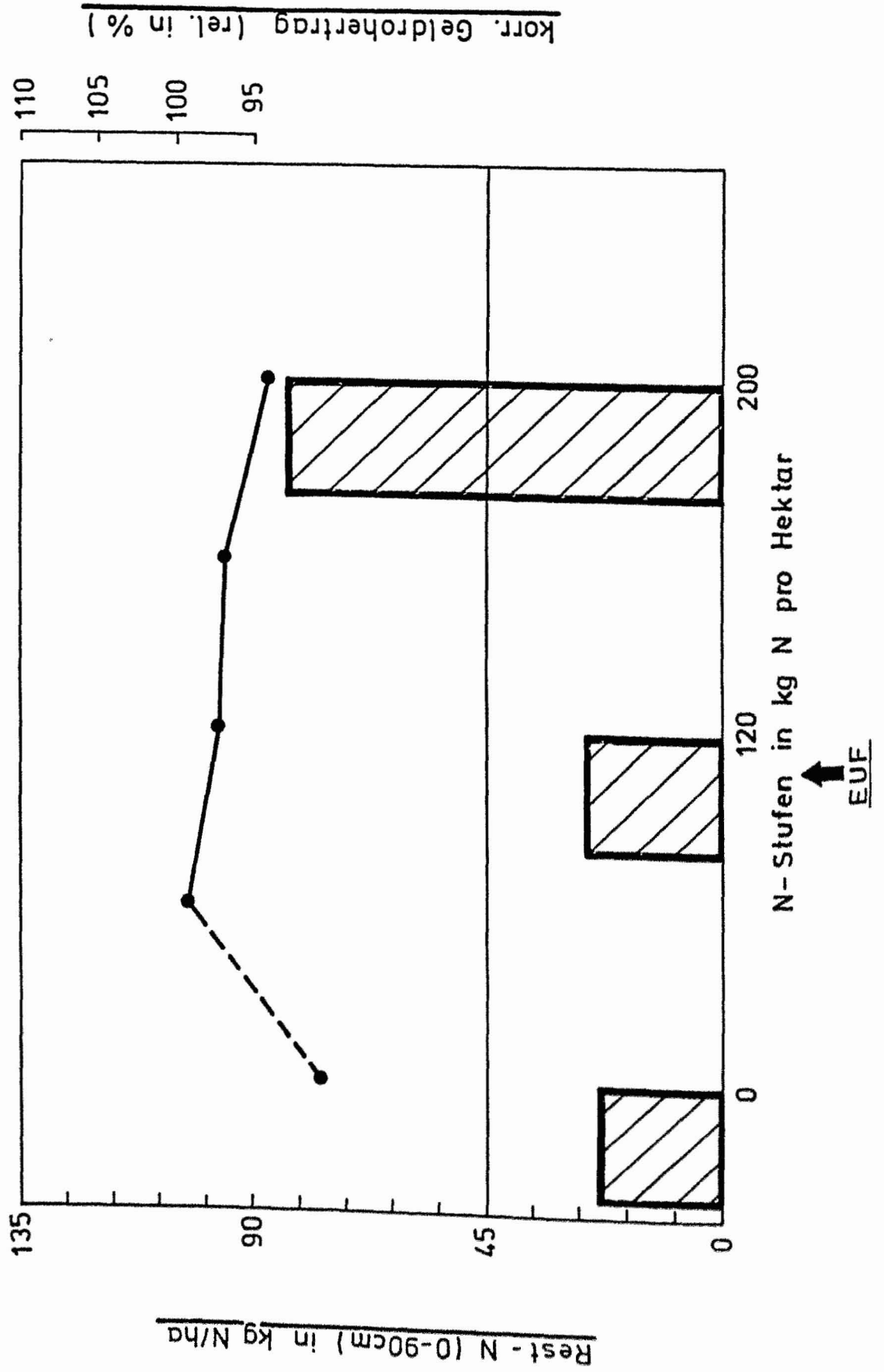
Abb. 2

EUF-Anbauer, -Proben und -Flächen
Süddeutschland

	1982	1984	1986	1988
Anbauer (Anzahl)	1.900	3.100	6.700	17.000
Proben (Anzahl)	8.000	17.000	30.000	55.000
Flächen (ha)	11.000	25.000	48.000	90.000

BGD
1.89

Abb. 3: Rest-Nitrat-Gehalt (Okt./Nov.) nach EUF-Düngung zu Zuckerrüben
(Viehloser Betrieb)



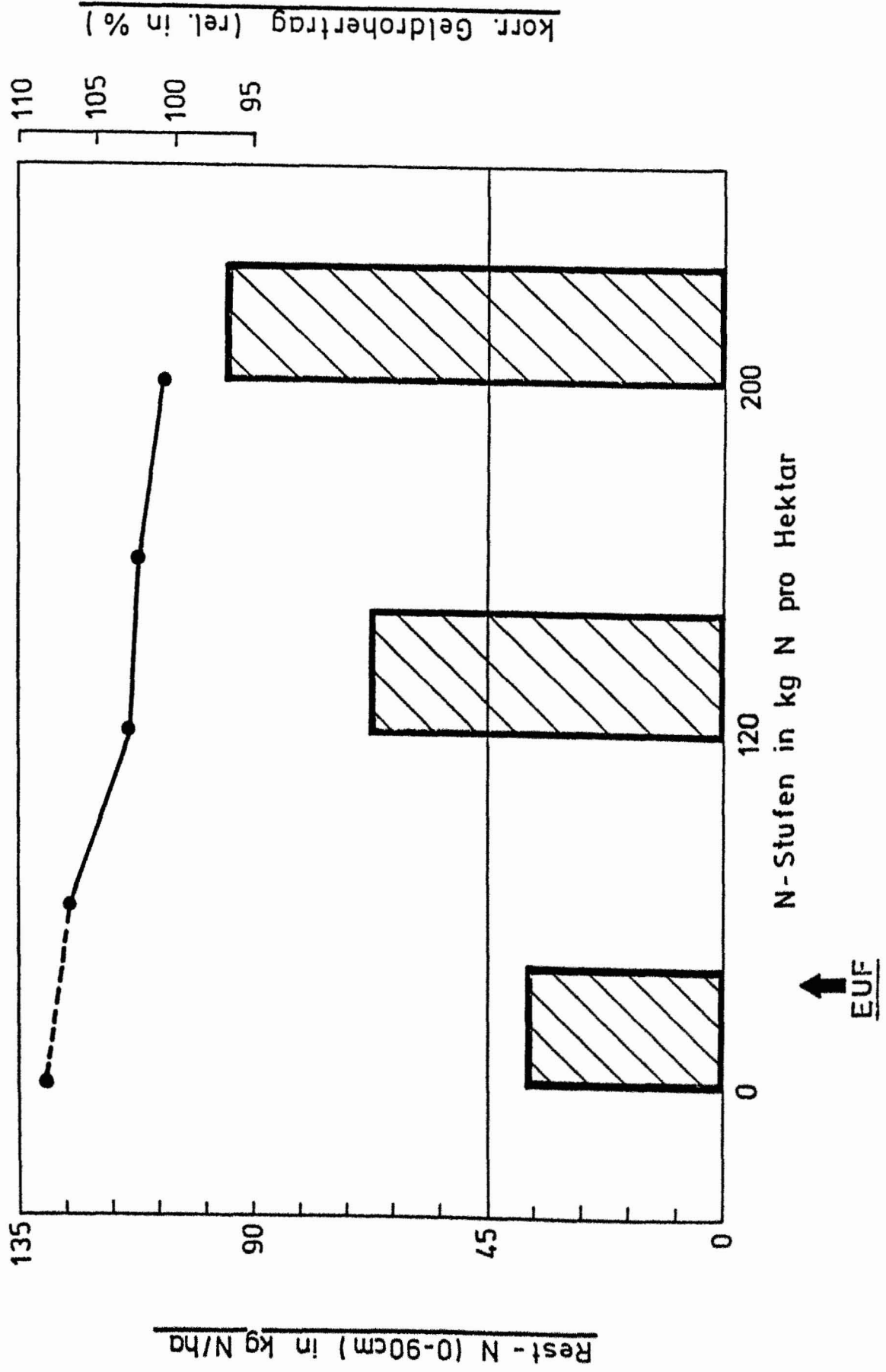
hohe Rest-Nitrat-Gehalt ohne N-Düngung, der nur knapp unter der Düngeempfehlung nach EUF liegt. Bei der bis vor Jahren üblichen Düngung um 200 kg N/Hektar wird der für Baden-Württemberg zulässige Grenzwert von 45 kg N/ha im Profil weit überschritten.

In viehhaltenden Betrieben (Abb. 4) wird das Ertragsoptimum bereits bei einer deutlich niedrigeren N-Düngung erzielt. In der Regel werden höhere Düngergaben nicht mehr ertragswirksam, sie belasten vielmehr in viehhaltenden Betrieben die Umwelt. Aber auch in diesen Betrieben kann diese 45 kg NO_3 -Grenze erreicht werden.

Düngeempfehlungen nach der EUF-Methode werden heute auch für andere Fruchtarten wie Getreide, Kartoffeln und Mais erstellt. Mit Hilfe zahlreicher Versuche ermitteln wir gegenwärtig die ökologischen Grenzwerte bei einer Betrachtung im Rahmen der Fruchtfolge. Es zeigt sich, daß bei einigen Fruchtarten wie z.B. der Zuckerrübe und der Kartoffel bei reduzierten Aufwandmengen Qualitätsverbesserungen zu erzielen sind. Bei der Erzeugung von Qualitätsgetreide liegen jedoch die Verhältnisse hinsichtlich Proteingehalt und Backeigenschaften anders, eine alleinige Reduzierung der Aufwandmenge ist nicht ausreichend; aufgrund der verschiedenen Ertragsparameter (Ähren/m², Körner/Ähre, TKG) spielt eine stadienabhängige Düngung auf einem oft höheren Niveau eine entscheidende Rolle.

Um den Konflikt unserer Landwirte hinsichtlich der Stickstoffauswaschung und der ökonomischen Notwendigkeit, optimale Erträge und Qualitäten zu erzeugen, einzugrenzen, ist eine vorbeugende Bodenuntersuchung und die daraus abgeleitete bedarfsgerechte Düngeempfehlung - wir sind der Meinung unbedingt nach EUF - eine verpflichtende Maßnahme und langfristig besser als staatliche Restriktionen und Kontrollen im nachhinein.

Abb. 4: Rest-Nitrat-Gehalt (Okt./Nov.) nach EUF-Düngung zu Zuckerrüben
(Viehhaltender Betrieb)



Ein weiterer Aspekt einer überhöhten N-Düngung ist die Produktion von überdurchschnittlichen Mengen an Aminosäure- und Aminostickstoff. Von dem in der Rübe vorkommenden Aminosäurespektren ist vor allen Dingen das Glutamin, das Halbamid der Glutaminsäure, bei der Rübenverarbeitung in der Zuckerfabrik ein wichtiger qualitätsbestimmender Faktor. Nicht nur die Zuckerausbeute wird davon ungünstig beeinflusst, sie führen darüber hinaus durch Reaktionen mit reduziertem Zucker unter Bildung gefärbter Substanzen zu einer unerwünschten Verfärbung der Säfte.

Das Glutamin spaltet außerdem im Bereich der Saftedickung bei Temperaturen über 100° C Ammoniak ab und wird zur Glutaminsäure umgelagert. Dies bedeutet eine pH-Wert-Absenkung der Säfte. Die notwendige Gegensteuerung erfolgt durch Beimischung von Soda, was wiederum auf Kosten der Zuckerausbeute durch die hinzugefügten Natriumionen geht. Das bei der Glutaminverseifung entweichende Ammoniak stellt ein weiteres zunehmendes Problem bei der Zuckerisolierung dar. Es gelangt über den Dampf in das Kondensat und damit in das Abwasser der Zuckerfabrik. Da für die Ammonium- bzw. Ammoniakkonzentration im Abwasser in Zukunft strengere Grenzwerte auferlegt werden, ist eine Entfernung des Ammoniaks aus dem Abwasser bzw. dem Kondensat unerlässlich. Dies bringt erhebliche zusätzliche Kosten und Investitionen mit sich.

Dem Einfluß einer ausgeglichenen Bestandesdichte auf die Rübenqualität brauche ich in diesem Expertenkreis nicht zu betonen. Die Saatbettvorbereitung, der Aussaatzeitpunkt, die Aussaattechnik, der Schutz des Saatgutes und der Pflanzenschutz sind dabei von großer Bedeutung.

Beim Pflanzenschutz sollte aus ökologischer und ökonomischer Sicht ein Umdenken stattfinden. Vor wenigen Jahren lag der Aufwand für Pflanzenschutzmittel mancherorts noch bei 700.-- bis 800.-- DM pro Hektar. Mit diesen "Spritzcocktails" konnte man

seinen Ehrgeiz, die Rübenbestände absolut sauber zu halten, befriedigen. Entsprechend unseren Versuchen mit reduzierten Aufwandmengen und dem Einsatz von Additiven besteht im Nachauflauf die Möglichkeit, das Unkraut mit einem deutlich geringeren Mittelaufwand um 200.-- DM/ha zu beherrschen. Hinsichtlich der Applikationstechnik müssen aber unbedingt Fortschritte erzielt werden. Viele Fragen und Probleme, vor allem mit der Belastung der Luft durch Abdrift, sind heute noch nicht geklärt. Zur Sicherung des Rübenanbaus haben wir daher den Wunsch an die Praxis, den Bereich Pflanzenschutz hinsichtlich Technik und Aufwandmenge kontrolliert vorzunehmen. Administrative, einengende Auflagen würden uns aus arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten um Jahre zurückwerfen.

Lassen Sie mich aber auch zu bedenken geben, daß der verminderte, der Situation nicht angepaßte Pflanzenschutz bei ungünstigen Verhältnissen und unbefriedigender Wirkung je nach Witterungslage erhebliche Probleme mit einer unerwünschten Spätverunkrautung hervorrufen kann. Bei der Ernte kann diese zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Verarbeitungsleistung in der Fabrik führen, da dieser Fremdbesatz im Reinigungsprozeß der Rüben nicht vollständig zu entfernen ist. Stengelteile und Fasern umhüllen die Messer in der Schneidmaschine, zahlreiche Unterbrechungen für Reinigungsarbeiten haben eine Reduzierung der Verarbeitungsleistung zur Folge. Mit dem Wunsch, möglichst wenig Fremdanteile in die Fabrik zu bringen, komme ich nun zur mechanisch-technologischen Qualität der Rübe.

Im Bereich der mechanisch technologischen Qualität der Rüben spielen das richtige Köpfen, der unerwünschte Erdanhang und Fremdbesatz sowie die Rübenlagerung eine entscheidende Rolle. Diese Punkte sind in den letzten Jahren etwas in den Hintergrund getreten, da die Zunahme des vereinzeltlosen Anbaus, die Mechanisierung der Rübenernte und arbeitswirtschaftliche Aspekte eine Änderung in der Produktionstechnik mit sich brachten.

Als zentrales Thema kristallisiert sich die Erdverbringung bei der sensibilisierten Umweltdiskussion heraus; Rübenerde ist in der Zuckerfabrik ein Verbringungsproblem und unterliegt erheblichen Entsorgungsaufgaben über das Abfallbeseitigungsgesetz. Rübenerde stellt aber auch einen bedeutenden Kostenfaktor bei der Zuckergewinnung dar.

Die Rübenreinigung in der Erntemaschine und bei der Verladung ist schon lange bekannt. Bewußt gereinigt wurde aber nicht, da die Erde nach der Entladung eine Angelegenheit der Fabrik ist. Zudem war die Meinung verbreitet, daß vorgereinigte Rüben bei der Feststellung des Erdanteils keine entsprechende Honorierung erfahren.

Lassen Sie mich bei dieser Gelegenheit einen wichtigen Wunsch hinsichtlich des Sprachgebrauchs anbringen. Für die mitgeführte Erde sollten wir unbedingt die Begriffe "Schmutz", "Schmutzschätzung", "Schmutzprozente" nicht mehr verwenden, da diese negativen Begriffe sicher gelegentlich eine Verärgerung widerspiegeln können, aber nicht der Herkunft einer gesunden Ackererde entsprechen. Die "Schmutzbeseitigung" ist wesentlich schwieriger als die "Verbringung" der "Acker- oder Rübenerde".

Seit 1983 intensivieren wir das Bewußtsein zur Erdabscheidung bei allen Anfuhrarten. Relativ günstige Rodebedingungen und die Tatsache, daß rund 2/3 der Rüben im gesamten Einzugsbereich der Südzucker vorgereinigt werden, brachten in der Kampagne 1988 einen Erdanhang von nur 11,5%. Mit diesem Wert liegen wir nicht nur im Bundesgebiet, sondern in Europa an unterster Stelle.

Zahlreiche Messungen haben gezeigt, daß etwa 30 bis 40% der Erde (relativ) im Durchschnitt abgeschieden werden. Bei insgesamt 7,8 Mio t Rüben im Südzucker-Gebiet sind dies rund 300.000 t Erde oder 12.000 LKW-Züge, die als abgereinigte Erde auf dem Feld

verbleiben. Diese Maßnahme zieht neben den deutlich reduzierten Aufwendungen bei der Fracht und der Erdverbringung nicht zuletzt ein höheres Nettogewicht und eine einfachere Bestimmung des Erdanteils in der Ladung nach sich. Bei der visuellen Schätzung ist die lose Erde schwer bestimmbar, d.h. je geringer ihr Anteil, um so sicherer wird die Schätzung.

Wir haben mit den Vertretern unserer Rübenanbauer vereinbart, mittelfristig die Voraussetzung für eine 100 %ige Reinigung aller Rüben zu schaffen. Es ist ferner vorgesehen, die Bemühungen der Landwirte, aber im Vorfeld auch schon die notwendige Einsicht mit einem finanziellen System für über und unterdurchschnittliche Erdanteile zu fördern.

Diese Gedanken haben wir bei den diesjährigen Winterversammlungen unseren Anbauern als zentralen Wunsch vorgetragen und die Forderung gestellt, unbedingt alle Rüben vorzureinigen. Das Anliegen ist dabei auf offene Ohren gestoßen. Für dieses Verständnis sind wir sehr dankbar, da es ein weiterer Schritt zur Sicherung des Rübenanbaus bei einer hochsensibilisierten Bevölkerung in Umweltfragen ist.

Die Rübenreinigung bringt beste Ergebnisse, mit Abscheideeffekten über 50 %, bei der Verladung von der Miete. Ein weiterer Wunsch unsererseits an die Praxis besteht darin, künftig der Mietenpflege mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Es kann dabei nicht nur unerfreulichen Frostschäden vorgebeugt, sondern auch eine deutlich verbesserte Erdabreinigung durch fermentierte Erde erzielt werden. Schon wenige Tage der Zwischenlagerung haben einen enormen Effekt - ganz besonders bei der Verwendung von Planen. Hier sind aber noch Erfahrungen hinsichtlich des zu verwendenden Materials und einer arbeitswirtschaftlich günstigen Technik zu sammeln.

Auch die Züchtung bemüht sich, durch eine Verbesserung der Rübenform (Wurzelrinne) den Anteil der an den Rüben haftenden Erde möglichst gering zu halten. Die Züchtung wird generell neben dem Zuckerertrag die Form, die Widerstandsfähigkeit und die Lagerigenschaften der Rübenwurzel bei geänderten technischen Voraussetzungen überprüfen müssen.

Bei der spät schließenden Kultur Rübe empfehlen wir unseren Anbauern seit etwa zehn Jahren, in den erosionsgefährdeten Gebieten verschiedene Bodenbearbeitungs- und Anbausysteme zum Schutz gegen Bodenabtrag anzuwenden.

Die Mulchsaat - über die im Rahmen dieses Seminars bereits berichtet wurde - ist ein gangbarer Weg, bei der Bearbeitung des Bodens Ökonomie, d.h. Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, und Ökologie, d.h. Boden- und Umweltschutz, in Einklang zu halten.

Zahlreiche Versuche, auch großflächig auf dem Südzucker-Gut in Bockschaft angelegt, haben gezeigt, daß der Rübenanbau auf erosionsgefährdeten Flächen - unabhängig von der Schlaggröße - ohne wesentlichen Bodenabtrag möglich ist.

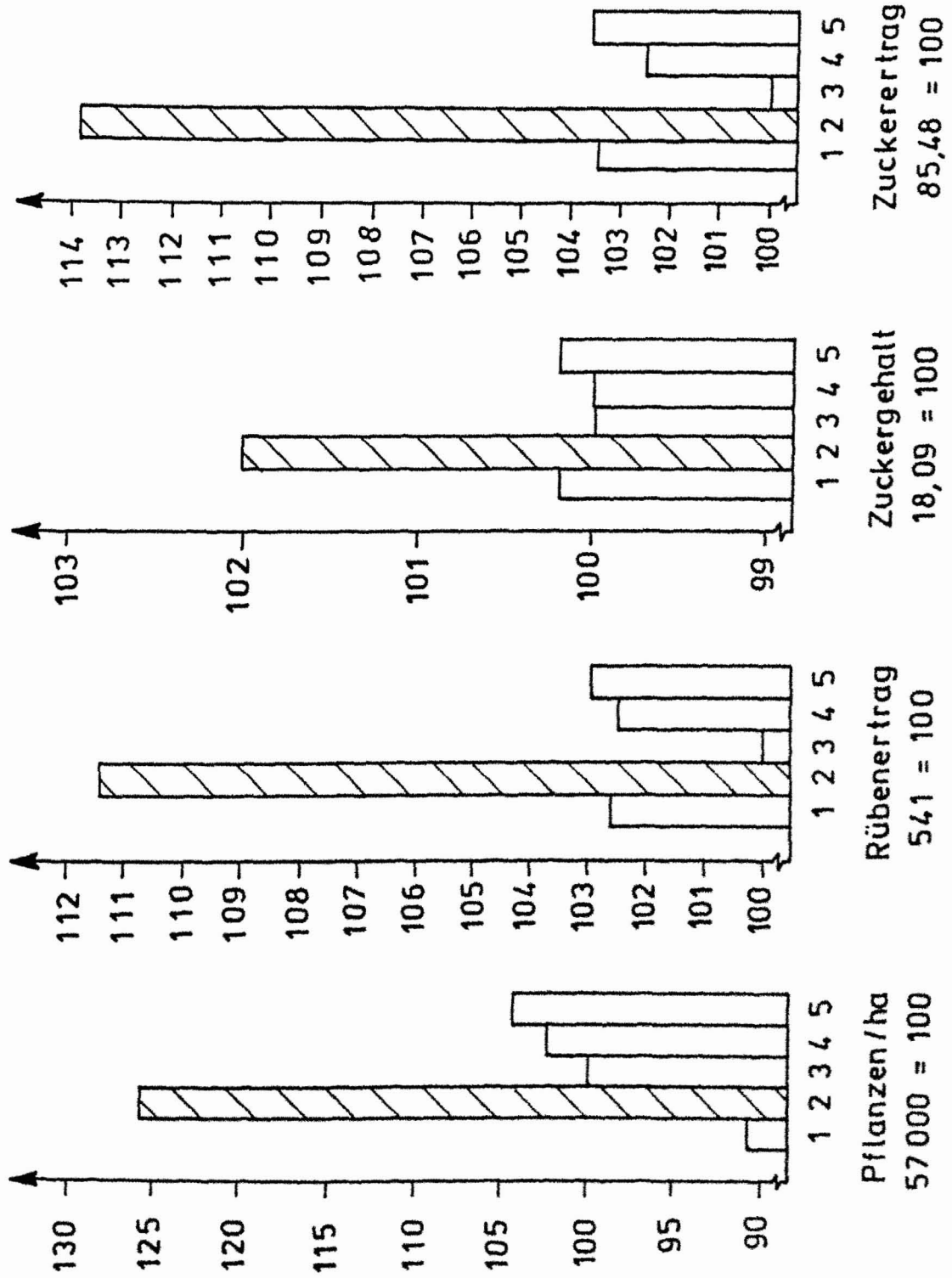
Die Versuchsvarianten und die Ergebnisse sind auf den Abbildungen 5 und 6 zusammengefaßt. Auffällig ist das gute Abschneiden der Variante 2 mit überdurchschnittlichen Rüben- und Zuckererträgen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß keine Variante schlechtere Ergebnisse als die klassisch wendende Methode (Pflugvariante) gebracht hat.

Auf den Gütern der Südzucker-Landwirtschaft werden heute sämtliche erosionsgefährdeten Rübenstandorte als Mulchsaat bestellt. Um zusätzliche technische oder pflanzenbauliche Erkenntnisse für die Praxis zu erarbeiten, werden auch künftig auf weiteren Standorten entsprechende großflächige Versuche durchgeführt.

Abb. 5: Einfluß verschiedener Anbausysteme auf Ertrags- und Qualitätsparameter der Zuckerrübe (Versuchsplan Bockschaft 1988)

Variante	Zwischenfrucht	Bodenbearbeitung		Saatbett- vorbereitung	
		Herbst	Winter		
1.	Phacelia	keine	Grubber	Eggenkombination	Saat
2.	Phacelia	keine	keine	Eggenkombination	Saat
3.	Phacelia	Pflug	keine	Eggenkombination	Saat
4.	Phacelia	keine	keine	keine	Direktsaat
5.	Senf	keine	Grubber	Eggenkombination	Saat

Abb. 6: Einfluß verschiedener Anbausysteme auf Ertrags- und Qualitätsparameter der Zuckerrübe
(Versuchsort Bockschaft 1988)



Verhinderung oder Minderung des Bodenabtrages ist nicht exakt in Mark und Pfennig zu bewerten; bei vielen Betriebsleitern hat das jedoch mittlerweile einen hohen Stellenwert. Bei den Landwirten mit Mulchsaaterfahrung mehrt sich aber die Gewißheit, daß die Ertragsfähigkeit und vor allem die Ertragssicherheit ihres Rübenanbaues gefördert wird.

Die ökonomische Bewertung dieses Bodenbearbeitungssystems muß berücksichtigen, daß gegenüber dem herkömmlichen Rübenanbau die Einschaltung einer Zwischenfrucht zusätzliche Kosten verursacht. Diese Kosten können jedoch, wie z.B. auch der Aufwand für eine Kalkdüngung nicht ausschließlich nur der nachfolgenden Frucht angelastet werden. Vielmehr ist die anerkanntermaßen positive Wirkung über die gesamte Fruchtfolge zu sehen.

Ein weiterer wichtiger ökologischer Gesichtspunkt ist die Verringerung der Nitrat-Werte aus der Vorfrucht durch den Einsatz einer Zwischenfrucht. Versuche auf Südzucker-Gütern zeigen, daß mit dieser Methode die SCHALVO-Vorschriften (45 kg N/ha im Zeitpunkt 1.11. bis 15.12.) eingehalten wurden.

Zum Themenbereich Erosion- und Bodenschutz sind neben den bereits genannten Vorteilen eines geringeren Wirkstoffeinsatzes mit entsprechend niedrigeren Kosten der Einsatz von Leichtfahrzeugen zu nennen.

Zur Eingrenzung der Spurenerosion und für eine gezielte und termingerechte Pflanzenschutzmaßnahme wurden diese Fahrzeuge zunächst vorwiegend in Zuckerrübenbetrieben des Hügellandes eingesetzt. Heute gibt es eine große Zahl anderer Einsatzgebiete in Reihenkulturen, bei Feldgemüse als auch bei der Düngung sowie bei Pflege- und Kontrollarbeiten.

In der Praxis haben sich eine Reihe von positiven Beispielen des Einsatzes auch in kleineren Betrieben über Maschinengemeinschaft-

ten, Maschinenringe und Lohnunternehmer ergeben. Diese Entwicklung wird unsererseits vor allem aus Gründen der Kostensenkung und damit Stabilisierung des Rübenanbaus gewünscht und gefördert.

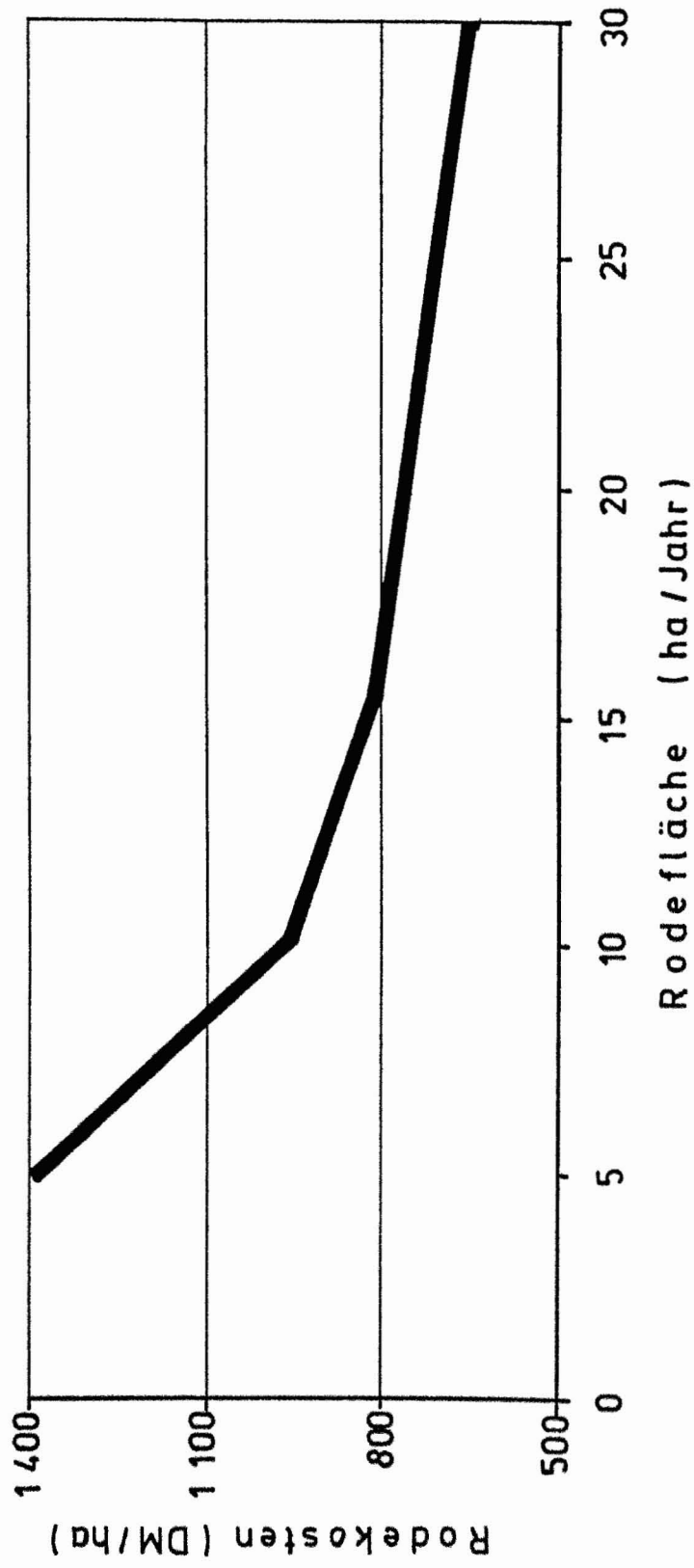
Die Optimierung der Produktionskosten ist zur Sicherung der Ökonomik des Rübenanbaus in unseren bäuerlichen Betrieben ein wichtiges Ziel. Die Bundesrepublik steht, was die Betriebsstruktur betrifft, gegenüber den Hauptwettbewerbern sehr ungünstig da und zudem sind innerhalb unseres Staates die Betriebsstrukturen in Nord- und Westdeutschland günstiger als bei uns im Süden.

Von den 260.000 Betrieben in der EG mit einer Größenordnung von 50 - 100 ha LN liegen 50 % in Frankreich und knapp 17 % in England. Die durchschnittlichen Rübenanbauflächen liegen in diesen Ländern über 15 ha/Betrieb, in Süddeutschland bauen 40 % unserer Landwirte Rüben auf Flächen zwischen 0,5 und 2,0 ha an. Die Fixkostenbelastung bei geringerer Maschinenauslastung durch kleinere Flächen ist daher unbedingt zu senken. Überbetriebliche Arbeitserledigung durch Gemeinschaftsmaschinen in Kooperationen und Maschinenringen von der Aussaat bis zur Ernte sind dabei ein wichtiger Weg, um die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit unserer Betriebe bei günstigeren strukturellen Verhältnissen zu erhalten. Aus agrarpolitischer und einzelbetrieblicher Sicht dürfen wir uns nicht scheuen, die Voraussetzungen und Entwicklungen in unseren Nachbarländern mit offenen Augen zu sehen.

Am Beispiel der Rübenernte soll dies aufgezeigt werden, da diese Kosten die Rentabilität des Zuckerrübenanbaues entscheidend beeinflussen.

Mit Abbildung 7 sind die Verfahrenskosten bei einem neuwertigen einreihigen Bunkerköpfröder dargestellt. Der Neupreis beträgt DM 60.000.-- DM, wobei in der Kalkulation ein Restwert von 10.000.-- DM berücksichtigt ist. Die Nutzungsdauer ist bei mehr als 20 Hektar pro Jahr acht Jahre, bei fünf Hektar pro Jahr 15 Jahre.

Abb. 7: Kosten der Zuckerrübenenernte mit 1-reihigem Köpfrödebunker



Vertretbare Rodekosten sind mit diesem System nur zu erreichen, wenn man an die Kapazitätsgrenze dieser Maschine geht. Bei rund 30 Hektar jährlicher Rodefläche sind mit Gesamtkosten von 660.-- DM/ha zu rechnen. Legt man die Rodefläche eines einreihigen Bunkerköpfroders von ca. zehn Hektar zugrunde, so fallen Gesamtkosten von knapp 1.000.-- DM pro Hektar an.

Im Vergleich dazu fallen die Gesamtrodekosten bei einem sechsreihigen selbstfahrenden Zuckerrüben-Bunkerköpfroder deutlich günstiger aus.

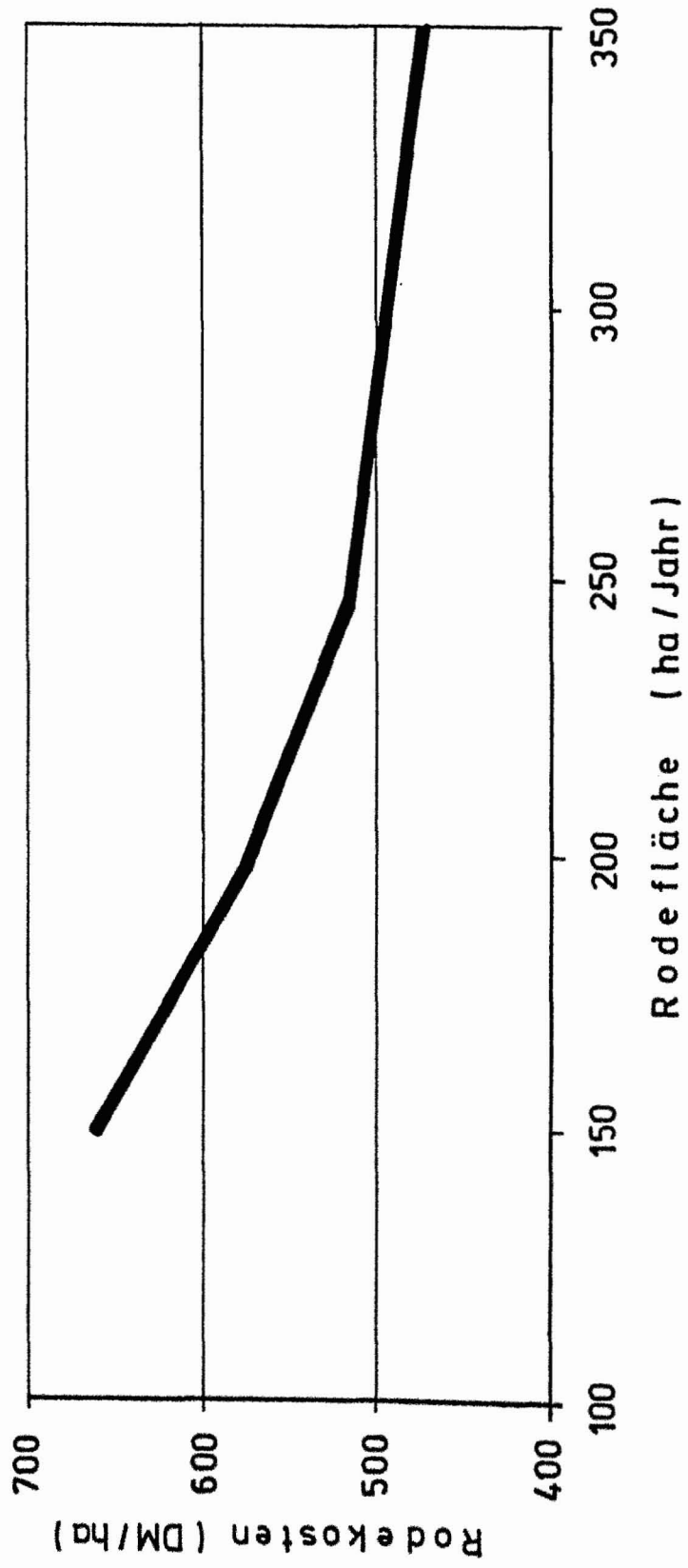
Bei einem Neupreis eines Bunkerköpfroders von ca. 450.000.-- DM und einer Nutzungsdauer von acht Jahren, mit einem Restwert je nach Rodeleistung von 100.000.-- bis 130.000.-- DM ergeben sich die in Abbildung 8 aufgeführten Verfahrenskosten.

Bereits bei einer relativ geringen Erntefläche von jährlich 200 Hektar liegen die Gesamtkosten bei 570.-- DM/ha. In der Praxis hat sich gezeigt, daß die Rodeleistung dieser Maschine mit 300 bis 350 Hektar pro Kampagne zu veranschlagen ist. Die Rodekosten würden sich dann auf unter 500.-- DM pro Hektar reduzieren.

Der Einsatz eines sechsreihigen Bunkerköpfroders bringt z.B. in einer Gesellschaft des Bürgerlichen Rechts für den Landwirt deutliche Kostenvorteile. Außerdem würde sich Rübenernte und Rübenabfuhr nur auf einige wenige Tage im Jahr konzentrieren, was eine zusätzliche Arbeitsentlastung bedeutet.

Bei der Selbstanfuhr der Rüben ist häufig die Zugkraft der vorgespannten Zugmaschinen in keinem optimalen Verhältnis zum Transportgewicht. In Franken liegen im Werk Ochsenfurt die durchschnittlichen Gewichte bei 11,9 t, in Zeil bei 15,0 t.

Abb. 8: Kosten der Zuckerrübenenernte mit 6-reihigem Köpfrödebunker "Holmer"



Um auch in diesem Bereich eine Kostenoptimierung zu erreichen, wünschen wir uns den Zusammenschluß mehrerer Landwirte zu Transportgemeinschaften. Dies hat sich auch im Hinblick auf die betriebliche Arbeitserledigung und die anempfohlene Vorreinigung der Rüben bestens bewährt.

Eine stärkere Auslastung vorhandener Anhänger bedeutet gleichzeitig eine spürbare Kostensenkung, Neuinvestitionen entfallen in vielen Betrieben.

Bei dieser Konzentration auf wenige Transportfahrzeuge ist eine Spezialisierung denkbar, mit der wir in der zurückliegenden Kampagne beste Erfahrungen gemacht haben.

In der Kampagne 1987 informierten wir unsere Spediteure erstmals an praktischen Beispielen über eine zentrale Entriegelung der Bordwände vom Führerhaus aus. Diese Ausstattung dient nicht nur dem schnelleren Entladevorgang, sondern auch der Sicherheit der Fahrer. Wenngleich diese Zusatzeinrichtung von vielen Spediteuren zunächst nur widerwillig aufgenommen wurde, so hat sich doch sehr bald gezeigt, daß technisch recht brauchbare, problemlose Lösungen gefunden wurden. Diese Maßnahme wurde vor allem von den Fahrern begeistert angenommen.

Nach diesen guten Erfahrungen haben wir Lösungen für die Landwirte im Selbstanfuhrbereich ausgearbeitet. Wurde beim LKW die Druckluftanlage eingesetzt, so bietet sich beim Schlepper neben Druckluft vornehmlich die Hydraulik an. Auch hier wurden schon verschiedene Arten der Mechanik entwickelt, zum Teil recht billig mit einfachen Zylindern von ausgedienten Landmaschinen. Die Kosten liegen beim Materialwert zwischen DM 200.-- bis DM 500.-- pro Zug, zuzüglich der Arbeitskosten.

Rückblickend stellen wir fest, daß die Maßnahme eine positive Wirkung hatte. Es verunglückte kein LKW-Fahrer auf der Entladeanlage. Weiterhin können wir aufgrund der Anfragen beobachten, daß sich trotz anfänglicher Ablehnung viele Landwirte mit diesem Thema konstruktiv auseinandersetzen.

Mit den vorgetragenen Wünschen der Zuckerindustrie an die Praxis wollte ich die geänderten Anforderungen zur Sicherung der Rübenproduktion deutlich machen. Die Erzeugung guter Rübenqualitäten ist dabei am schnellsten einzusehen, da sich die Verbesserungen in diesem Bereich sofort finanziell günstig auswirken.

Von großer Bedeutung wird künftig die zentrale Frage "Umwelt und Landwirtschaft" sein. Auch die EG hat dazu einen Vorschlag für Düngungsbeschränkungen zum Wasserschutz Anfang dieses Jahres vorgelegt. Darin deuten sich Regelungen an, die zum Teil vergleichbar sind mit den vorgesehenen Änderungen des deutschen Düngemittelrechts im "Gesetz zur Förderung der bäuerlichen Landwirtschaft". Die landwirtschaftliche Produktion dürfte damit noch erheblich eingeschränkt und reglementiert werden.

Erschwerend kommt für unsere Produktion hinzu, daß die subjektive Einschätzung des Themas "Umwelt" bei uns einen wesentlich höheren Stellenwert hat als in anderen Ländern, in denen objektiv die Lage vergleichbar ist. Wir sollten daher unsere Kräfte nicht mit Methodenstreits lähmen, sondern die bisherigen Erfolge auch den Verbrauchern mitteilen.

Zur Verbesserung unserer Wettbewerbskraft müssen wir alle Reserven nutzen, die aus struktureller und organisatorischer Sicht auszuschöpfen sind. Neben dem erforderlichen betrieblichen Wachstum sind dabei vor allem die Herabsetzung der Festkostenbelastung auch durch eine verstärkte überbetriebliche Zusammenarbeit anzustreben. Es bleibt abschließend zu wünschen, daß unsere deutsche Landwirtschaft möglichst rasch diese Zeichen erkennt und umsetzt.

Zuckerhirse - Konkurrenz für Zuckerrübe ?

von Dr. Jozsef Anderlei, Kleinwanzlebener Saatzucht, Prosselsheim,
Außenstelle Seligenstadt

1. Herkunft und Beschreibung der Zuckerhirse

Die der Mohrenhirse verwandte Zuckerhirse hat ihren Ursprung in Afrika. Sie vermag Zuckerstoffe in beträchtlichen Mengen in den Halminternodien zu speichern. Die Pflanze wurde in China sowie in den Nordstaaten der USA kultiviert, dort in Konkurrenz zum Zuckerrohr der Südstaaten.

Die Hirse weist eine Reihe von Besonderheiten gegenüber anderen Getreidearten auf. Sie ist eine C_4 -Pflanze mit hoher Assimilationsrate. Die Pflanze bildet wiederum ein starkes Wurzelsystem. In ihrem Erscheinungsbild erinnert die Pflanze aufgrund ihrer bis zu 5 m hohen markgefüllten Halme an den Mais.

Der Fruchtstand ist eine kompakte Rispe mit 1000 - 5000 Blüten. Selbstbefruchtung ist die Regel. Der Fruchtstand kann aufrecht oder hängend ausgebildet werden. Für Hochleistungssorten sind aufrechte Formen notwendig.

2. Ökologische Ansprüche und Anbau

a) Fruchtfolge:

Die Zuckerhirse kann 4 - 5 Jahre hintereinander auf dem selben Ackerland angebaut werden. In der Fruchtfolge ist sie wie Mais einzustufen, in der Verträglichkeit übertrifft sie ihn;

b) Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung wie der Zuckerrübe;

c) Aussaattechnik:

Pneumatisches oder mechanisches ZR-Drillgerät bei 45 - 50 cm Reihenweite, Ablagen von 8 - 10 cm;

d) Pflanzenschutz:

Herbizidapplikation wie beim Mais;

e) Bestandesdichte:

ca. 130.- 180.000 Pflanzen/ha bei einer Bestockung von
3 - 6 Stengeln/Pfl. (400.000 - 600.000 Stengel/ha);

f) Wärmebedarf:

Die Ansprüche gelten wie für frühreifen Silomais (ca. 210 -
250 FAO-Zahl);

g) Wasserverbrauch:

ca. 400 - 600 l bei guter Verteilung in der Vegetationszeit;
wichtig bei der Bestockung und dem Rispschieben der Pflanze;

h) Nährstoffanspruch:

Ähnlich wie beim Silomais; eine erhöhte N-Gabe verschlechtert
die Qualität;

i) Erosion:

Die Erosionsgefahr ist im Vergleich zum Maisbau geringer. Die
Gründe sind in der engen Reihenweite, der starken Bestockung und
in der verstärkten Wurzelbildung zu sehen. Nachteil ist das
langsame Jugendwachstum im Vergleich zum Mais.

3. Pflegearbeiten

Sofern der Acker unkrautfrei ist, besteht kein Anlaß, die Ma-
schinenhacke einzusetzen. Die Saatgutablageweiten sollten so
gewählt werden, daß keine Vereinzelnung durchgeführt werden muß.

4. Wachstumsphasen der Zuckerhirse

- Entwicklung:

Die Zuckerhirse entwickelt sich unter mitteleuropäischen Witterungseinflüssen in der Jugendphase langsamer als der Mais. Den größten Zuwachs innerhalb ihrer Entwicklung zeigt sie, wenn der Mais bereits in die Körnerphase übergegangen ist.

- Wuchshöhe:

Sie beträgt, abhängig vom Sortentyp und Standortbedingungen, 2 - 5 m.

- Standfestigkeit:

Es gibt bereits standfeste Sorten, meist Zuckertypen. Sorten mit Samenertrag zeigen eine stärkere Neigung zur Lagerung.

- Rispschieben:

Je frühreifer der Sortentyp, um so eher zeigt sich der Beginn der Rispschiebung, sowie eine Zunahme des Zuckergehaltes in der Pflanze.

- Krankheiten:

Unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen sind noch keine ernsthaften Krankheiten aufgetreten.

Im Herbst traten einige Symptome des Braunrostes auf, die aber keinen negativen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit hatten. Auch fanden sich Blattfleckenkrankheiten und Mais-Drawf-Virus (MDV) bei einigen Sorten und Stämmen.

- Reife:

Wir unterscheiden früh-, mittelfrüh- und spätreifende Sorten. Die Klassifizierung betrifft das Wachstum, die Zunahme des Grünmasseertrags sowie die Qualität der Inhaltsstoffe.

- Nutzungstypen:

Unter unseren Anbauverhältnissen unterscheiden wir den sogenannten Zuckertyp und den Zweinutzungstyp:

- a) Zuckertyp: Nutzung der Gesamtpflanze (Stengel und Blätter) ohne Samenertrag; sterile oder teilsterile Pflanzen.
- b) Zweinutzungstyp: Der Grünmasseeertrag ist mit einem Körnerertrag verbunden. Die Sorten sind fertil.

5. Ernte

Die Zuckerhirse-Flächen werden mit einem einreihigen oder reihenunabhängigen Maishäcksler geerntet. Dabei wird die Grünmasse (Biomasse) auf 2 - 3 mm Länge kleingeschnitten. Die gehäckselte Biomasse wird mit einem Preßaggregat ausgepreßt. Der gewonnene zuckerhaltige Saft entspricht ca. 70 % der Ausgangsmasse. Der Rest von ca. 30 % ist Bagasse. Der Saft wird gelagert und chemisch gegen mikrobiologische Umsetze stabilisiert. Der Zuckergehalt im Saft teilt sich wie folgt auf: ca. 60 % Saccharose, 20 % Glucose, 15 % Fructose, der Rest sind höhere Zuckerarten.

6. Auswertung und Ergebnisse

- a) Es wurden solche Leistungsmerkmale herangezogen, wie sie bei Pflanzen mit zuckerhaltigen Säften allgemein üblich sind:
 - Pflanzenzahl und Stengelzahl/ha (Bestandesdichte)
 - Zuckergehalt in %
 - Zuckerertrag in dt/ha (entspricht der vergärbaren Masse)
 - Trockensubstanz in %
 - Fasergehalt in %
 - außerdem wurden die Zuckerarten untersucht: Saccharose, Glucose, Fructose und höhere Zuckerarten.

Die Untersuchungswerte sind gut mit denen der Zuckerrübe zu vergleichen.

b) Ergebnisse von den Zuckerhirseversuchen in Süddeutschland von 1982 - 1987:

- Biomasseertrag:	Ø 82 - 87 alle Stämme	875 dt/ha
	Ø 82 - 87 der 3 besten Stämme	1.020 dt/ha
- Zuckergehalt :	Ø 82 - 87 alle Stämme	8,2 %
	Ø 82 - 87 der 3 besten Stämme	9,0 %
- Zuckerertrag :	Ø 82 - 87 alle Stämme	74 dt/ha
	Ø 82 - 87 der 3 besten Stämme	95 dt/ha
- Ethanolерtrag :	Ø 82 - 87 alle Stämme	4.160 l/ha
	Ø 82 - 87 der 3 besten Stämme	5.442 l/ha

7. Verwertung der Zuckerhirse

a) Ethanol:

Die ökonomische Bewertung der Bioethanolерzeugung aus Zuckerhirse kann mit einer einfachen Formel vorgenommen werden:

Zuckerertrag (kg/ha) x 0,6 = ca. Ethanolерtrag l/ha

(10.000 kg Zucker/ha x 0,6 = 6.000 l/ha).

Sie bringt ungefähr den gleichen Ethanolерtrag l/ha wie Zucker- und Biomasserübe.

b) Bagasse:

- Gründüngung für das Feld
- Spannplattenherstellung
- mittlerer Heuwert bei Silierung
- Zelluloseaufschluß
- Energiegewinnung durch Verheizen

c) Futterwert:

In Ungarn wird die Zuckerhirse mit Mais zusammen angebaut und für Futterzwecke siliert. Diese Mischung ergibt eine gute Silage mit hohem KStE-Wert.

d) Energiepflanze:

Hier werden Pflanzen mit hohem Trockensubstanz- und Fasergehalt als Energieträger beim Verbrennen eingesetzt, für Zellaufschluß z.B. Papierherstellung eignen sich solche Pflanzen ebenfalls gut.

8. Schlußfolgerung

Die Zuckerhirse ist in den Produktionskosten für den Landwirt günstiger als die Zuckerrübe. Bei der Lagerung und Verarbeitung z.B. für Ethanolgewinnung belaufen sich die Kosten etwas höher (Saftgewinnung, Saftlagerung, Vergärung zu Alkohol). Dieser Punkt ist noch nicht ganz abgeklärt. Zusammenfassend kann gesagt werden, die Zuckerrübe, die durch ihre über hundertjährige Züchtung, für unseren mitteleuropäischen Raum heute ertragsstabiler ist, während die jungen Zuckerhirse-Hybridsorten heute bereits neben der Zuckerrübe hocheingestuft werden können, vor allem als Gärungspflanze und zur Herstellung zuckerhaltiger Halbprodukten. Im einzelnen sind wir hier nicht auf die Deckungsbeiträge eingegangen, aber es sind Roherträge zu erzielen, die den Vergleich zu der Zuckerrübe standhalten.

Der EG-Zuckermarkt - marktwirtschaftliche Konsequenzen für die
deutschen Zuckerrübenanbauer

von Prof. Dr. Winfried von Urff, Lehrstuhl für Agrarpolitik,
Freising-Weihenstephan

Vorbemerkung

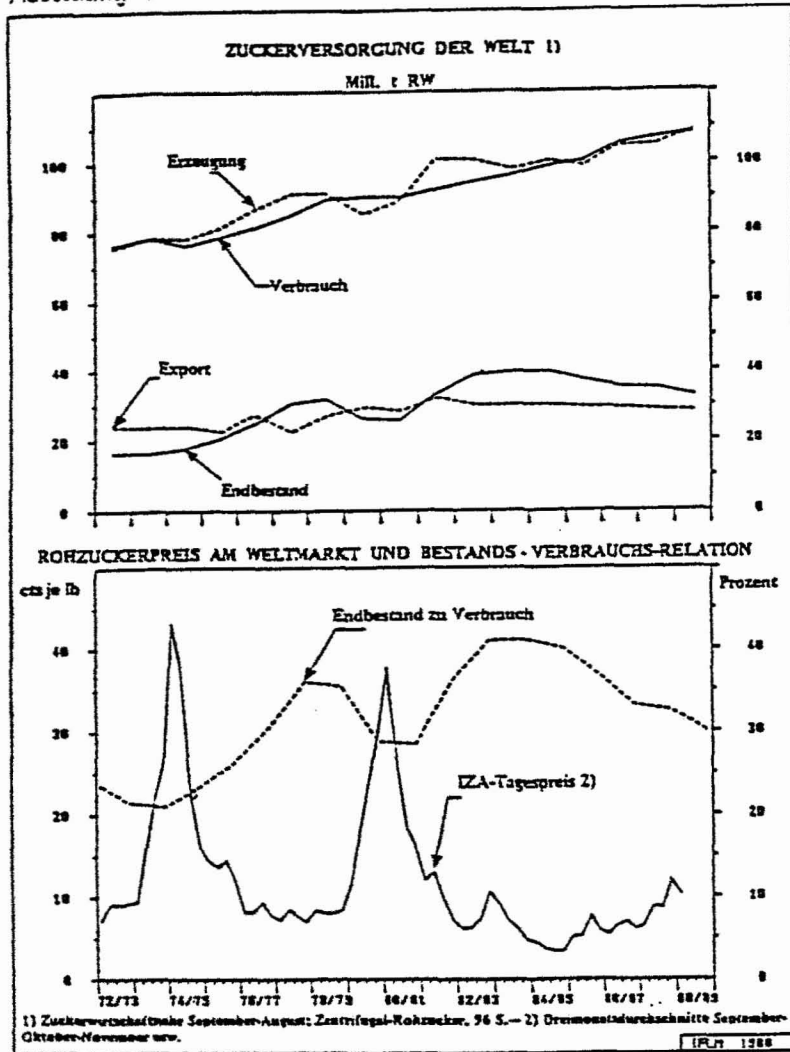
Der EG-Zuckermarkt und die jüngsten Entscheidungen zur gemeinsamen Marktordnung für Zucker werden nur vor dem Hintergrund der Entwicklung auf dem Weltzuckermarkt verständlich. Diese stehen daher am Anfang des folgenden Referates. Daran schließt sich ein Überblick über die Entwicklungstendenzen auf dem EG-Zuckermarkt an, sowie eine kurze Darstellung der gemeinsamen Marktordnung für Zucker, bei der es vor allem darauf ankam, die jüngsten Entwicklungen herauszuarbeiten. Da diese darauf hinauslaufen, die 1981 im Grundsatz beschlossene Haushaltsneutralität durch zunehmende Abgaben sicherzustellen, deren Aufbringung vor allem im Verhältnis zur B-Quote erfolgt, scheint es sinnvoll, der Verteilung der B-Quoten besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Nachdem auf diese Weise die Rahmenbedingungen aufgezeigt wurden, soll ein kurzer Überblick über den Zuckermarkt in der Bundesrepublik Deutschland gegeben werden. Daran schließen sich Überlegungen zu der Frage an, welche betriebswirtschaftlichen Konsequenzen sich aus den abgelaufenen und voraussehbaren Entwicklungen ergeben. Da sich eine gewisse Hoffnung der Zuckerrübenanbauer nach wie vor auf die Herstellung von Bioäthanol aus Zuckerrüben richtet, soll zum Abschluß auch auf diese Frage kurz eingegangen werden.

Entwicklung des Weltzuckermarktes

Der Weltzuckermarkt ist ein sehr fragiler Markt, auf dem es immer wieder zu empfindlichen Störungen kommt. So kam es (Abbildung 1)

Abbildung 1



Quelle: U.Sommer, Der Markt für Zucker. "Agrarwirtschaft", Heft 12, 1988, S399-403.

in den Jahren 1973/74 zu einem extremen Anstieg der Preise, die allerdings 1974/75 wieder auf ihr normales Niveau zurückfielen. Vorangegangen war eine relativ lange Periode mit zum Teil extrem niedrigen Preisen, die in vielen zuckerexportierenden Ländern aufgrund der geringen Rentabilität zu einem verhaltenen Ausbau der Produktionskapazitäten geführt hatte. So kam es trotz insgesamt steigender Produktion Anfang der 70er Jahre dazu, daß der Verbrauch in mehreren Jahren die laufende Erzeugung etwas überschritt, was einen Abbau der Lagerbestände zur Folge hatte.

Diese sanken im Verlauf mehrerer Jahre von etwa 30 % auf 20 % des Jahresverbrauchs, was eine starke Spekulation auslöste, die im Wirtschaftsjahr 1973/74 einen Anstieg des Weltmarktpreises von etwa 10 cts/lb auf etwa 43 cts/lb zur Folge hatte, wobei die Preisnotierungen einzelner Monate noch weit über die in der Abbildung dargestellten Vierteljahreswerte hinausgingen. Die hohen Weltmarktpreise hatten eine Einschränkung des Verbrauchs und eine Ausdehnung der Produktion zur Folge mit dem Ergebnis, daß die Hausse in sich zusammenbrach und die Preise Mitte der 70er Jahre wieder auf ein niedriges Niveau mit Schwankungen etwa zwischen 7 und 9 cts/lb zurückfielen. Bis 1978/79 überstieg die Welterzeugung den Verbrauch und die Lagerbestände erhöhten sich wieder auf 35 % des Jahresverbrauchs.

Anfang der 80er Jahre wiederholte sich derselbe Vorgang in ähnlicher Form. 1979/80 blieb die Weltzuckerproduktion um etwa 6 Mio. t hinter der Vorjahresproduktion und um etwa 5 Mio. t hinter dem Verbrauch zurück. Die Differenzmenge wurde aus den Beständen entnommen, was sofort wieder eine Spekulation auslöste, die den Zuckerpreis kurzfristig auf 38 cts/lb ansteigen ließ. Steigende Ernten, insbesondere eine Rekordernte von 1981/82 mit der erstmals die Marke von 100 Mio. t überschritten wurde, führten rasch zu einer Wiederauffüllung der Lagerbestände, die 1983/84 eine Rekordhöhe von 40 Mio. t bzw. 40 % des Jahresverbrauches erreichten. Gleichzeitig sanken die Preise auf einen bis dahin nie gekannten Tiefstwert von 3,70 cts/lb im Wirtschaftsjahr 1984/85.

Seither liegt der Weltverbrauch geringfügig über der Weltproduktion, was sich in abnehmenden Lagerbeständen und anziehenden Preisen niederschlägt. Diese Tendenz löste 1988 die Erwartung aus, daß es erneut zu einem Anziehen der Zuckerpreise kommen könnte. Im Laufe des Jahres wurden (zum Teil gezielt) mehrfach Schätzungen veröffentlicht, die auf ein Zurückbleiben der Pro-

duktion hinter dem Verbrauch schließen ließen. Die Weltmarktpreise zogen daraufhin an und erreichten Mitte 1988 ein Niveau von 12 cts/lb. Die einsetzende Spekulation ließ jedoch unberücksichtigt, daß die auf etwa 33 Mio. t zurückgegangenen Weltlagerbestände immer noch bei rund 33 % eines Jahresverbrauches lagen, wohingegen 24 % des Jahresverbrauchs als ausreichend angesehen werden, um einen lückenlosen Anschluß an die nächste Kampagne zu gewährleisten. Als im Laufe des Jahres die Ernteschätzungen nach oben korrigiert wurden, wurde der Preisanstieg wieder durch eine rückläufige Entwicklung abgelöst.

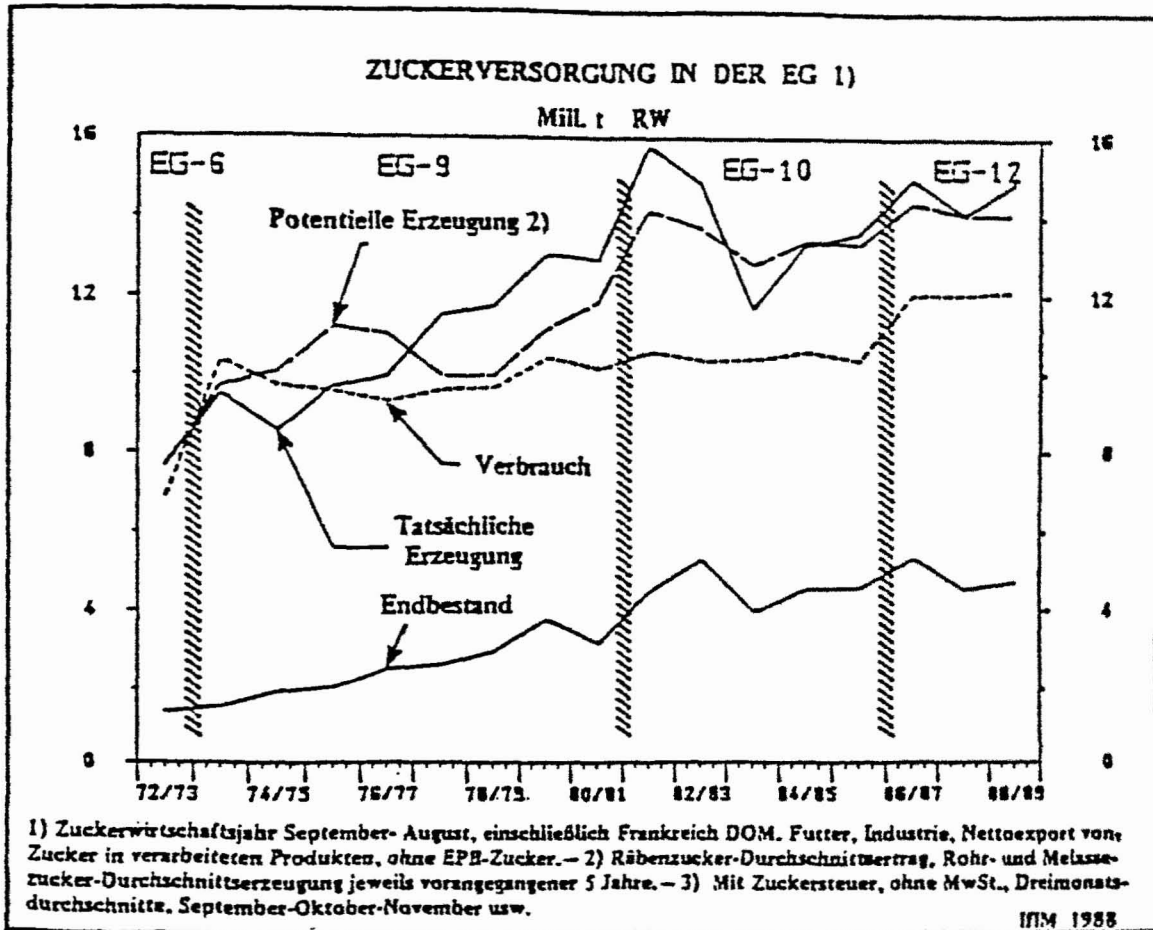
Nachdem die neuesten Schätzungen für 1988/89 Produktion und Verbrauch auf etwa 108,5 Mio. t beziffern, ist - zumindest kurzfristig - nicht mit einer wesentlichen Änderung der Versorgungssituation zu rechnen.

Entwicklungstendenzen auf dem EG-Zuckermarkt

Nach der ersten Erweiterung der EG durch den Beitritt Großbritanniens, Dänemarks und Irlands war der Zuckerverbrauch durch eine lange Periode der Stagnation auf einem Niveau von etwa 9 Mio. t gekennzeichnet. Hinter dieser Stagnation steht zum einen der teilweise Ersatz von Zucker durch Isoglukose, zum anderen ein Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs im Zusammenhang mit gesundheitlichen Erwägungen. Durch die Erweiterung um Spanien und Portugal stieg der Verbrauch (einschl. des Exports in verarbeiteten Produkten) auf 12,1 Mio. t (Abbildung 2).

Die Produktion zeigte vor allem in den 70er Jahren eine kräftige Steigerung und erreichte 1981 mit 15,8 Mio. t in der EG-10 ihren bisher höchsten Wert. Mit dem ungünstigen Ausfall der Ernte von 1983 fiel sie auf 11 Mio. t zurück, stabilisierte sich danach auf einen Durchschnittswert von 13 Mio. t, nach der Erweiterung um Spanien und Portugal auf 14 Mio. t.

Abbildung 2



Quelle : wie Abbildung 1

Das zunehmende Auseinanderklaffen zwischen Produktion und Verbrauch führte auch in der EG zu einem Anstieg der Lagerbestände.

Betrachtet man die in Übersicht 1 wiedergegebene Entwicklung der Anbaufläche, so zeigt sich für das Anbaujahr 1987 gegenüber dem Vorjahr ein durch die Marktentwicklung bedingter Rückgang von etwa 50 000 ha.

Dieser Rückgang verteilt sich ziemlich einheitlich auf die Länder der EG-10. Ein Blick auf die längerfristige Entwicklung läßt in der Bundesrepublik und in Frankreich Flächenrückgänge erkennen, womit ein Teil der zwischen Anfang der 70er und Mitte

Übersicht 1 : Zuckerrübenanbauflächen und Zuckererträge
in der EG *)

Vorgang	Nationale Kampagnejahre					
	'70/71- '74/75 Ø	1984/ 1985	1985/ 1986	1986/ 1987	1987/ 1988 v	1988/ 1989 s
Anbaufläche (1 000 ha)						
D	339	423	415	399	384	386
F 1)	432	509	464	420	420	421
I	235	210	225	275	283	265
NL	111	129	131	138	128	125
B/L	99	123	124	117	111	115
UK	182	197	202	201	200	200
IRL	29	36	34	38	36	33
DK	57	74	73	69	67	68
GR	24	29	43	44	29	35
EG-10 2)	1508	1730	1711	1701	1658	1648
E	192	209	178	195	182	193
P		1	1	1	1	1
EG-12 2)		1940	1890	1897	1841	1842
Zuckerertrag (dt WW/ha)						
D 3)	61,9	67,8	75,6	79,5	70,5	76,2
F 4)	64,1	77,7	85,2	81,2	87,0	92,6
I 3)	44,7	60,7	55,3	62,5	60,7	56,6
NL	65,0	72,4	68,5	88,3	76,6	80,0
B/L	64,9	68,4	76,1	80,2	72,4	80,9
UK	48,5	66,7	59,9	65,6	61,4	67,5
IRL	53,8	61,7	51,2	48,9	61,9	60,6
DK	56,1	73,9	72,6	72,3	57,9	76,5
GR	62,5	75,2	73,7	65,2	62,1	64,3
EG-10 5)	58,3	70,4	72,5	74,9	71,7	78,1
E	41,4	51,2	50,7	52,3	55,2	59,6
P		50,0	40,0	40,0	20,0	20,0
EG-12 5)		68,3	70,4	72,6	70,0	76,3

v = vorläufig. - s = geschätzt. - 1) Ohne Anbauflächen für Rüben zur Alkoholerzeugung (ca. 20 000-30 000 ha p. a.). - 2) Summe der Einzelpositionen. - 3) Ohne Melasseentzuckerung, ohne ausländische Rüben. - 4) Nur Rübenzucker. 5) Gewogenes arithmetisches Mittel.

Quelle: F. O. Licht: Weltzuckerstatistik, lfd. Jgg. und F. O. Licht's Europäisches Zuckerjournal, lfd. Nrn. - Eigene Schätzungen.

*) entnommen aus: U. Sommer, Der Markt für Zucker, 'Agrarwirtschaft', Heft 12, 1988, S. 393-402

der 80er Jahre stattgefundenen Flächenausdehnung wieder rückgängig gemacht wurde, während in Italien die Anbaufläche bis 1987/88 stieg und nur im letzten Jahr zurückgenommen wurde.

Auf der Ertragsseite setzte sich die Tendenz steigender Erträge fort, allerdings auf einem gemäßigten Niveau von durchschnittlich 12 dt/ha (2 dt WW/ha) pro Jahr. Insgesamt wurde 1988 mit einem Durchschnitt von 78 dt WW/ha in der EG-10 und von 76 dt/ha in der EG-12 eine gute Ernte eingebracht.

Die Gesamtproduktion an Zucker (Übersicht 2) dürfte 1988 mit rund 14 Mio. t etwa den gleichen Wert wie 1986 erreicht haben. Damit setzt sich der Trend einer mit Ausnahme der Spitzenernten von 1981 und 1982 langsam steigenden Gesamtproduktion fort.

Übersicht 2 : Zuckerversorgung der EG 1) (1 000 t Weißzuckerwert)

Vorgang	Zuckerwirtschaftsjahr (Oktober/September)					
	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986	1986/ 1987	1987/ 1988 v	1988/ 1989 s
Anfangsbestand 2)	2970	2121	2630	2729	2776	2384
Erzeugung						
D	2507	2893	3155	3192	2726	2960
F	3825	4257	4248	3715	3945	4200
dar. DOM	263	300	296	305	290	300
I	1244	1274	1244	1719	1718	1500
NL	743	934	897	1218	980	1000
B/L	782	841	944	938	804	930
UK	1062	1314	1210	1318	1228	1350
IRL	197	222	174	186	223	200
DK	346	547	530	499	388	520
GR	297	218	317	287	180	225
E	1240	1074	903	1020	1004	1165
P	.9	7	4	4	2	2
EG-12 3)	12252	13581	13626	14096	13198	14052
Einfuhr 4)	1929	1937	1851	1703	1773	1775
Ausfuhr 4)	4467	4262	4713	4846	4563	4900
Verbrauch 5)	10560	10747	10665	10906	10800	10850
v = vorläufig. - s = geschätzt. - 1) Einschl. der französischen Überseedepartements (DOM). - 2) Einschl. Übertragungsmenge. - 3) Summe der Einzelpositionen. - 4) Einschl. Zucker in zuckerhaltigen Erzeugnissen. - 5) Einschl. Zucker für die Verfütterung und die chemische Industrie.						
Quelle: F. O. Licht: F. O. Licht's Europäisches Zuckermagazin, lfd. Jgg. und Nrn. - Zuckerindustrie, versch. Jgg. und Nrn. - Eigene Schätzungen.						

*1) entnommen aus: U. Sommer, a.a.O.

Vergleicht man Erzeugung und Verbrauch an Zucker in den Ländern der EG (Übersicht 3), so ergibt sich vor allem für Frankreich mit nahezu 1,7 Mio. t ein erheblicher Überschuß der Produktion über den Verbrauch. Erhebliche potentielle Ausfuhrüberschüsse und entsprechend hohe Selbstversorgungsgrade weisen außerdem

die Bundesrepublik, die Niederlande sowie Belgien/Luxemburg auf. Haupteinfuhrland ist Großbritannien mit einem Bedarf von 800 000 t, Portugal mit 290 000 t, das praktisch über keine Eigenproduktion verfügt und Griechenland mit rd. 45 000 t.

Übersicht 3: Produktion und Verbrauch von Zucker in den Ländern der EG 1986/87 bzw. 1987 (1000 t WW)

Land	Produktion 1986/87 (1000t)	Verbrauch 1987 (1000t)	theoret. Ausfuhr- überschuß (1000 t)	Produktion in % des Verbrauchs
BR Deutschland	3 192	2 012	1 180	159
Frankreich	3 715	2 033	1 682	183
Italien	1 719	1 628	91	106
Niederlande	1 218	561	657	217
Belgien / Luxemburg	938	299	639	314
Großbritannien	1 318	2 134	816	62
Irland	186	156	30	119
Dänemark	499	198	301	252
Griechenland	287	331	44	87
Spanien	1 020	1 122	102	91
Portugal	4	290	286	2
EG - 12	14 096	10 764	3 332	131

Quelle: Zuckerwirtschaftliches Taschenbuch. 1988

Der Außenhandel der EG mit Zucker (Übersicht 4) wird dadurch geprägt, daß die EG trotz der hohen Selbstversorgung rd. 1,8 Mio. t Zucker importiert, davon 1,3 Mio. t im Rahmen des Lomé-

Abkommens. Ein großer Teil dieses Zuckers geht als Rohzucker nach Großbritannien, wird dort raffiniert und auf dem Inlandsmarkt abgesetzt, zum Teil aber auch wieder exportiert. Weit an der Spitze der Ausfuhrländer steht Frankreich mit 2,2 Mio. t, gefolgt von der Bundesrepublik mit 1,3 Mio. t, den Niederlanden mit 0,8 Mio. t und Belgien mit 0,6 Mio. t.

Übersicht 4 : Außenhandel der EG mit Zucker (1000t WW)

Land	Einfuhr			Ausfuhr			Ausfuhr- über- schuß
	insges.	davon aus		insges.	davon in		
		EG-12	Dritt- ländern		EG-12	Dritt- länder	
BR Deutschland	120,1	102,3	17,8	1313,6	98,8	1214,8	1193,5
Frankreich	364,2	11,0	353,2	2241,3	416,6	1824,7	1877,1
Italien	124,0	99,3	24,7	123,1	42,0	81,1	- 0,9
Niederlande	296,1	289,0	7,1	819,7	14,6	805,1	523,6
Belgien / Luxemburg	38,4	36,2	2,2	628,6	256,6	372,0	590,2
Großbritannien	1256,1	91,9	1164,2	328,7	40,6	288,1	- 927,4
Irland	18,6	18,5	0,1	59,6	44,0	15,6	41,0
Dänemark	1,0	0,6	0,4	259,6	41,0	218,6	258,6
Griechenland	43,4	43,4	0,0	.	0,0	.	- 43,4
Spanien	107,1	78,1	29,0	189,1	0,0	189,1	82,0
Portugal	265,9	44,2	221,7	2,8	1,1	1,7	- 263,1
EG-12	2634,9	814,5	1820,4	5966,1	955,3	5010,8	3331,2

Quelle : EUROSTAT

Die EG-Marktordnung für Zucker

Die Basis der EG-Zuckerwirtschaft bildet die "Verordnung (EWG) Nr. 1785/81" des Rates vom 30. Juni 1981 über die gemeinsame Marktorganisation für Zucker, die die bisher letzte Fortführung der am 1. Juli 1968 in Kraft gesetzten Zuckermarktordnung darstellt. Sie erstreckt sich auf die Preisregelung im Inneren und auf den Außenhandel.

Im Mittelpunkt der Preisregelung im Inneren steht der jährlich vom Ministerrat zu beschließende Richtpreis für Weißzucker. Davon abgeleitet werden jährlich Interventionspreise für Weißzucker und Rohzucker für das Hauptüberschußgebiet festgelegt und von diesen abgeleitet regional differenzierte Interventionspreise für die Zuschußgebiete der Gemeinschaft. Um eine kontinuierliche Belieferung des Marktes zu gewährleisten, wird ein "Lagerkostenausgleich" für jeden Monat gewährt, während dessen Zucker nach der Kampagne gelagert wird, der so kalkuliert ist, daß er die Lagerkosten decken soll.

Für die Regelung des Außenhandels ist ein Schwellenpreis maßgeblich, der in Relation zum Richtpreis jährlich vom Ministerrat festgelegt wird (er liegt um die Transportkosten vom Hauptüberschuß in das Hauptzuschußgebiet über dem Richtpreis). Liegt der Weltmarktpreis unter dem Schwellenpreis, so wird die Differenz zwischen beiden Preisen bei der Einfuhr als Abschöpfung erhoben, bei der Ausfuhr erstattet. Liegt der Weltmarktpreis über dem Schwellenpreis, so wird die Differenz bei der Ausfuhr als Abschöpfung erhoben. Womit verhindert werden soll, daß die Inlandsproduktion aufgrund des attraktiveren Preises auf den Weltmarkt abfließt und der Inlandspreis über den Richtpreis steigt.

Ausgenommen von den Einfuhrbelastungen sind begünstigte Staaten des afrikanischen, karibischen und pazifischen Raumes (AKP-Staaten).

Im Rahmen des Abkommens von Lomé von 1975 verpflichtete sich die EG zur Abnahme von ca. 1,3 Mio. t Zucker (Weißzuckerwert) zu einem Preis, der praktisch dem Interventionspreis entspricht. Die Nachfolgeabkommen Lomé-II und Lomé-III, die 1980 und 1985 in Kraft traten, enthalten die gleiche Verpflichtung.

Die Mengensteuerung erfolgt in der Weise, daß für das Gesamtgebiet der Gemeinschaft und für jedes einzelne Land eine Grundmenge (A-Quote) festgelegt wurde, die sich für die EG-12 auf 10,54 Mio. t beläuft. Hinzu kommt eine Grundmenge (A-Quote) von 240 000 t Isoglukose, die seit 1979 dem gleichen Marktordnungsmechanismus unterworfen ist wie Zucker.

Für die zur Erzeugung der Grundmenge benötigten Zuckerrüben wird ein Grundpreis festgesetzt, dessen Höhe sich aus der technischen Ausbeute der Zuckerrüben und den Verarbeitungskosten ergibt. Für den Erzeuger relevant ist vor allem der für die A-Quote festgesetzte Mindestpreis für Zuckerrüben, der 98 % des Grundpreises für A-Rüben entspricht.

Zusätzlich zu der A-Quote wurde für jedes Land und für die Gemeinschaft insgesamt die Grundmenge B oder B-Quote festgelegt, die nach der Erweiterung der Gemeinschaft insgesamt 2,29 Mio. t beträgt. Die B-Quote für Isoglukose beträgt 50 000 t.

Wird Zucker über die Höchstmenge hinaus erzeugt, so darf er im Inland nicht abgesetzt werden. Für diesen Zucker ist also nur der Weltmarktpreis erhältlich, woraus sich für die zur Produktion dieses Zuckers verwendeten Rüben, die sogenannten C-Rüben, ein Preis ergibt, der sich aus dem Weltmarktpreis für Zucker und der technischen Ausbeute sowie den Fabrikationskosten errechnet.

Während für die innerhalb der A-Quote anfallenden Rüben bzw. den daraus hergestellten Zucker eine volle Absatzgarantie und eine weitgehende Preisgarantie gewährt wird und die Verwertung der

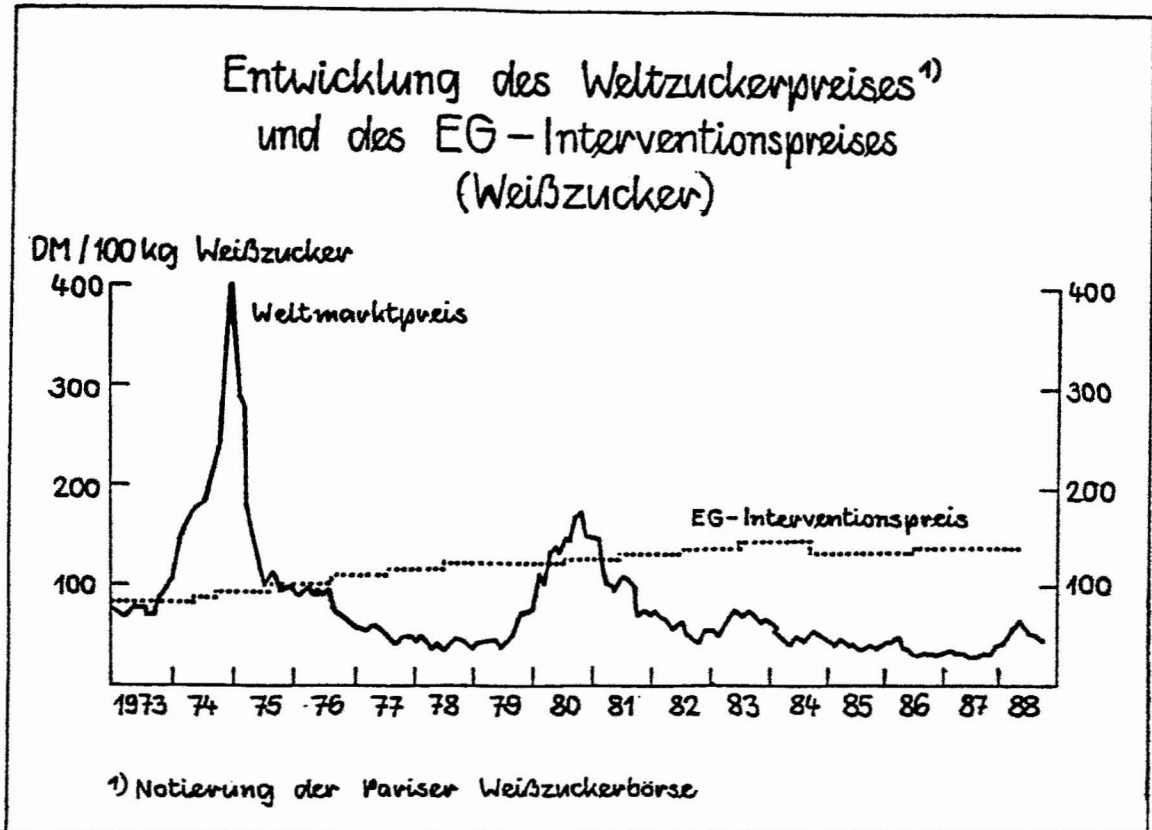
C-Rüben völlig von den Weltmarktbedingungen abhängt, unterliegt die Produktion der B-Quote bei voller Absatzgarantie einer eingeschränkten Preisstützung.

Übersteigt die innerhalb der Höchstquote (Summe aus A- und B-Quote) erzeugte Zuckermenge den Inlandsverbrauch und läßt sich die Überschußmenge nur mit Erstattungen am Weltmarkt absetzen, so wird zunächst für die Produktion innerhalb beider Quoten eine Produktionsabgabe von bis zu 2 % des Interventionspreises erhoben. Reicht diese nicht aus, um die Kosten der Exporterstattung zu decken, so kann auf die B-Quote eine weitere Produktionsabgabe von bis zu 30 % des Interventionspreises erhoben werden. Daraus ergibt sich für die innerhalb der B-Quote erzeugten Zuckerrüben unter normalen Bedingungen ein Mindestpreis von 68 % des Grundpreises. Reichen diese Produktionsabgaben nicht aus, um die Unterbringung der Überschüsse zu finanzieren, so wird die Differenz kurzfristig aus dem Haushalt der Gemeinschaft getragen. Ein solcher Negativsaldo wird auf das nächste Haushaltsjahr vorgetragen. Für den Fall, daß er nicht durch das Aufkommen aus den beiden Produktionsabgaben gedeckt werden kann, erhöht sich die Produktionsabgabe für B-Zucker auf maximal 37,5% des Interventionspreises (insgesamt also 39,5 %).

Die Erstattungen für die durch den Import von Zucker aus den AKP-Ländern ausgelösten Exporte erfolgen aus den allgemeinen Mitteln des EAGFL und nicht zu Lasten der europäischen Erzeuger.

Welche Preispolitik bisher mit dem Instrumentarium der EG-Zuckermarktordnung verfolgt wurde, geht aus Abbildung 3 hervor. Im Rahmen der jährlichen Preisverhandlungen wurden der Richtpreis und der in der Abbildung dargestellte Interventionspreis für Weißzucker angehoben, bis letzterer im Wirtschaftsjahr 1983/84 mit 145,14 DM/dt seinen bisher höchsten Wert erreichte. Danach erfolgte eine Rücknahme auf 137,76 DM/dt, dann wieder ein leicht-

Abbildung 3 -

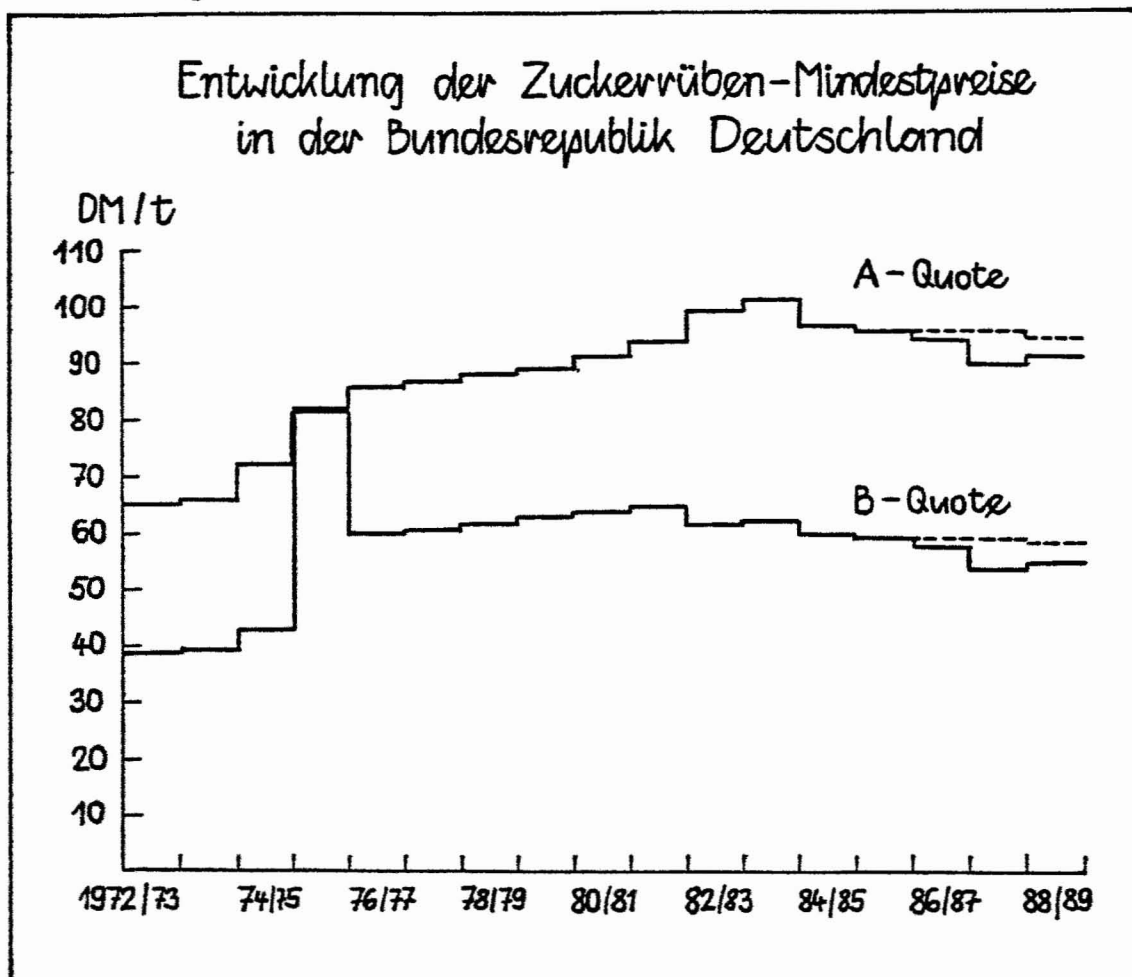


ter Anstieg auf 138,77 DM/dt (alle Angaben einschl. Lagerkostenabgabe), dann wieder - bedingt durch den Abbau des Restwährungsausgleichs vom 1.4.1988 - ein leichter Rückgang auf 137,46 DM/dt.

Aus der Abbildung wird außerdem ersichtlich, wie stark der Interventionspreis - abgesehen von den Preisspitzen von 1974/75 und 1980/81 - über dem Weltmarktpreis liegt. Verglichen mit Abbildung 1 ist die Spitze der Weltmarktpreise von 1980/81 aufgrund des Kaufkraftverlustes des Dollars wesentlich schwächer ausgeprägt, wenn die Preisentwicklung in DM ausgedrückt wird. 1987 stand dem Interventionspreis in der EG nur ein zwischen 33 und 38 DM/dt schwankender Weltmarktpreis (fob europäischer Hafen) gegenüber, der nur im Juli 1988 einmal den Spitzenwert von 60 DM/dt erreichte, danach wieder auf 48 DM/dt zurückfiel.

Für den Zuckerrübenproduzenten sind in erster Linie die durch die Marktordnung festgelegten Mindestpreise für Zuckerrüben interessant (Abbildung 4). Sie erreichten für A-Rüben 1983/84 mit 100,76 DM/t ihren bisher höchsten Wert, während für B-Rüben bereits 1981/82 mit 64,80 DM/t der Spitzenwert erreicht wurde. Danach wurden die Mindestpreise für B-Rüben zurückgenommen, insbesondere durch die 1981 beschlossene Ausdehnung der Produktionsabgabe auf 37,5 %.

Abbildung 4



Ab Beginn des Wirtschaftsjahres 1986/87 sind die Mindestpreise für Zuckerrüben insofern eine Fiktion, als von diesen Preisen noch die Tilgungsabgaben abgezogen werden müssen, die fällig wurden, weil die Produktionsabgaben nicht ausreichten, um die Haushaltsneutralität der Zuckermarktordnung zu gewährleisten.

Der Fall, daß die Produktionsabgaben nicht ausreichten, um die Kosten der Überschußverwertung zu decken, trat früher ein als erwartet. Bereits Anfang 1985 war in der Zuckermarktordnung ein Finanzierungsdefizit von etwa 400 Mio. ECU (880 Mio. DM) aufgelaufen. Zur Finanzierung dieses Defizits beschloß der Ministerrat Ende 1985, daß im Rahmen eines Fünfjahreszeitraumes (1986/87 bis 1990/91) jährlich 80 Mio. ECU (176 Mio. DM) durch eine zu diesem Zweck eingeführte Tilgungsabgabe aufgebracht werden sollte. Die Aufbringung durch die Mitgliedstaaten sollte gemäß deren jeweiligen Anteilen am Gemeinschaftsaufkommen an der Summe der Produktionsabgaben im Zeitraum 1981/82 bis 1985/86 erfolgen. Für die Bundesrepublik ergab sich daraus eine zusätzliche Belastung von 0,88 ECU (2,10 DM) je 100 kg Zucker. Von dieser Tilgungsabgabe waren 60 % von den Rübenbauern (ca. 0,16 DM/dt Rüben), 40 % von den Zuckerfabriken aufzubringen. Die Produktion von Isoglukose wurde mit dem Satz von 40 % belastet, der auch im Fall der Zuckerproduktion von den Verarbeitern aufzubringen war.

Die zunächst gehegte Hoffnung, das Problem der aufgelaufenen Defizite mit dieser Tilgungsabgabe lösen zu können, erwies sich als trügerisch. Aufgrund rückläufiger Weltmarktpreise kam es 1986/87 erneut zu einem Finanzierungsdefizit in Höhe von rund 227 Mio. ECU, zu dessen Ausgleich der Ministerrat im Rahmen der Preisrunde 1987/88 beschloß, eine Sondertilgungsabgabe (später unbenannt in Ergänzungsabgabe) einzuführen. Die Sondertilgungsabgabe zum nachträglichen Ausgleich des Defizits von 1986/87, die bis zum 15. Dezember 1987 zu entrichten war, wurde mit 3,2% des Interventionspreises berechnet. Die Aufbringung sollte so erfolgen, daß der innerhalb der EG aufzubringende Gesamtbetrag als Prozentsatz der Gesamtsumme der Produktionsabgaben berechnet und jedes Unternehmen gezwungen wurde, zusätzlich zu dem von ihm geschuldeten Betrag der Produktionsabgabe diesen Satz, der mit 38,87 % ermittelt worden war, zu zahlen.

Für die deutsche Zuckerwirtschaft ergab sich daraus ein Gesamtbetrag von 140 Mio. DM (5,43 DM/dt Zucker). Für die Rübenanbauer bedeutete dies bei einem Rübengrundpreis von 97,35 DM/t eine zusätzliche finanzielle Belastung von 4,10 DM/t. Die 1988 zu entrichtende Ergänzungsabgabe zur Tilgung des Finanzierungsdefizits von 1987/88 belief sich auf 1,85 DM/t Rüben (2,45 DM/dt Zucker). Unter Berücksichtigung dieser Abgaben ergeben sich die in Übersicht 5 dargestellten Mindestpreise, zu denen für den Erzeuger noch die Schnitzelvergütung und die Mehrwertsteuer hinzukommen.

Übersicht 5 : Marktordnungspreise für Zuckerrüben unter Berücksichtigung der verschiedenen Aufgaben

	1986/87		1987/88		1988/89	
	A	B	A	B	A	B
Z.R.- Grundpreis	97,53	97,53	97,53	97,53	96,55	96,55
-% Produktionsabgabe	1,95	38,52	1,95	38,52	1,93	38,14
Z.R.- Mindestpreis	95,58	59,01	95,58	59,01	94,62	58,41
-% Tilgungsabgabe	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
-% Ergänzungsabgabe	-	-	4,10	4,10	1,85	1,85
Z.R.- Mindestpreis nach Abgaben	93,98	57,50	89,88	53,31	91,17	54,96

Zur Problematik der B-Quoten

Die deutsche Zuckerwirtschaft weigerte sich, diese Abgabe zu zahlen und focht stattdessen ihre Zulässigkeit in einem Rechtsstreit vor dem Europäischen Gerichtshof an, weil sie nicht mit der Aufteilung der Belastung auf die Mitgliedsländer einverstanden war. Das von der EG-Kommission verfolgte Konzept, die Haushaltsneutralität der Zuckermarktordnung zu wahren, läuft auf eine zunehmende Belastung der Länder hinaus, deren Gesamtquote einen hohen Anteil B-Quote enthält. Mit ihrer Klage wollte die deutsche Zuckerwirtschaft die Frage beantwortet haben, ob die ständig höhere Belastung der Länder mit hoher B-Quote nicht dem Prinzip der Quotenregelung widerspricht. Sie vertrat die Meinung, daß in einer gemeinsamen Marktordnung, in der den Erzeugern Quoten zugestanden worden sind, die diese nur erfüllt haben, die Aufteilung zusätzlicher Kosten nicht nach nationalen Quoten vorgenommen werden darf, sondern daß eine einheitliche Belastung der Produktion erfolgen muß.

Wirft man einen genaueren Blick auf die Verteilung der B-Quoten, so ergibt sich das in Übersicht 6 dargestellte Bild. Während in der EG insgesamt der Anteil der B-Quote an der Höchstquote (Summe aus A- und B-Quote) 17,8 % beträgt, liegt ihr Anteil in der Bundesrepublik, Frankreich (mit Ausnahme der überseeischen Gebiete) und Dänemark bei 23 %, in den Niederlanden bei 21 %. Mittlere Anteile von rund 16 % weisen Italien und Belgien auf, während in allen übrigen Ländern der Anteil der B-Quote unter 10% liegt. Entsprechend ihrem Anteil an der Summe der B-Quoten müssen Frankreich 33 % und die Bundesrepublik 27 % der für die EG insgesamt anfallenden Tilgungsabgabe und Ergänzungsabgabe aufbringen.

Die ungleiche Verteilung der B-Quoten läßt sich nur historisch erklären. Wie aus Übersicht 7 hervorgeht, entspricht die Summe der A-Quoten mit 98 % etwa dem Gesamtverbrauch.

Übersicht 6 : Produktionsquoten für Zucker in den Ländern der EG 1986/87 - 1990/91 (in 1000t RW)

	A-Quote	B-Quote	Anteil der B-Quote an der Höchstquote	Anteil an der Summe der B-Quoten
Dänemark	328,0	96,6	22,7	4,2
BR Deutschland	1990,0	612,3	23,5	26,8
Frankreich	2530,0	759,2	23,1	33,2
- DOM	466,0	46,6	9,1	2,0
Griechenland	290,0	29,0	9,1	1,3
Großbritannien	1040,0	104,0	9,1	4,5
Spanien	960,0	40,0	4,0	1,7
Irland	182,0	18,2	9,1	0,8
Italien	1320,0	248,3	15,8	10,8
Niederlande	690,0	182,0	20,9	8,0
Portugal	54,5	5,5	9,2	0,2
- Azoren	9,1	0,9	9,0	0,0
Belgien / Luxemburg	680,0	146,0	16,5	6,4
Summe	10539,6	2288,6	17,8	100,0

Quelle : Bartsch / Masloff : Zuckerwirtschaftliches Taschenbuch 1986/87

Übersicht 7: A- und B-Quote in den Ländern der EG im Verhältnis zum Zuckerverbrauch 1987

Land	Verbrauch 1987 (1000 t)	A-Quote (1000t)	A-Quote in % des Verbrauchs	A + B Quote	A + B Quote in % des Verbrauchs	Produktion 1987/88
BR Deutschland	2 012	1990,0	99	2 602,3	129	2 726
Frankreich	2 033	2 996,0	147	3 801,8	187	3 945
Italien	1 628	1 320,0	81	1 568,3	96	1 718
Niederlande	561	690,0	123	872,0	155	980
Belgien/Luxemburg	299	680,0	227	826,0	276	804
Großbritannien	2 134	1 040,0	49	1 144,0	54	1 228
Irland	156	182,0	117	200,2	128	223
Dänemark	198	328,0	166	424,6	214	388
Griechenland	331	290,0	88	319,0	96	180
Spanien	1 122	960,0	86	1 000,0	89	1 004
Portugal	290	63,6	22	70,0	24	2
EG - 12	10 764	10 539,6	98	12 828,2	119	13 198

Quelle: eigene Zusammenstellung

Belgien/Luxemburg, den Niederlanden, Frankreich, Dänemark und in gewissem Maße auch Irland wurden jedoch A-Quoten zugestanden, die erheblich über ihrem Inlandsverbrauch liegen. Umgekehrt erhielten die Bundesrepublik, Großbritannien und Portugal A-Quoten, die zum Teil weit unter ihrem Inlandsverbrauch liegen.

Der Grund für diese ungleiche Verteilung ist, daß mit der Verteilung der A-Quoten in etwa eine Besitzstandswahrung erfolgen sollte. Da Großbritannien zum Zeitpunkt des Beitritts nur über eine Zuckerproduktion verfügte, die etwa dem halben Inlandsbedarf entsprach, erhielt es auch nur eine A-Quote in Höhe dieses Prozentsatzes. Die Höhe der A-Quote für die Bundesrepublik erklärt sich ebenfalls aus der Produktion zum Zeitpunkt der Einführung der Quotenregelung.

Mit der B-Quote sollte eine über den Verbrauch in der EG hinausgehende Produktionsmöglichkeit geschaffen werden. Ursprünglich war die B-Quote für alle Länder einheitlich mit 35% der A-Quote angesetzt worden. Nachdem sich jedoch gezeigt hatte, daß die B-Quote in unterschiedlichem Maße ausgeschöpft wurde, entschied man sich 1981 für eine differenzierte Zuteilung, durch die vor allem den Ländern Produktionsmöglichkeiten eingeräumt werden sollten, die über günstige Produktionsvoraussetzungen verfügten und von denen man deshalb annahm, daß sie unter Wahrung der Haushaltsneutralität Zucker für den Weltmarkt würden produzieren können. Dies erklärt die Tatsache, daß Dänemark, Frankreich, die Niederlande und - mit gewisser Abschwächung - Belgien zusätzlich zu ihrer bereits hohen A-Quote noch eine relativ hohe B-Quote erhielten. In der Bundesrepublik sollte durch die Zuteilung einer hohen B-Quote der technischen Entwicklung, die im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Zuckerproduktion gegenüber der Zuteilung der A-Quote eingetreten war, Rechnung getragen werden.

War zunächst noch daran gedacht worden, daß sich innerhalb der B-Quote die Produktion nach den natürlichen Standortbedingungen innerhalb der EG orientieren sollte, so zeigte sich sehr bald, daß unter normalen Marktbedingungen der Anbau von B-Rüben dem Getreidebau überlegen war. Da außerdem die Zuckerfabriken ein Interesse daran hatten, ihre Produktionsanlagen möglichst voll auszunutzen, tendierte die Produktion dazu, die Summe aus A- und B-Quoten voll auszuschöpfen, was in Jahren mit guten Erträgen regelmäßig einen gewissen Anfall an C-Zucker zur Folge hatte. Eine Ausnahme bilden lediglich Griechenland und Portugal, denen aus politischen Gründen Quoten zugestanden wurden, die ihre Produktionsmöglichkeit übersteigen.

Durch die Beschlüsse zur Wahrung der Haushaltsneutralität wird die Stellung der B-Quoten ambivalent. Würden die Mittel, die von den einzelnen Ländern im Verhältnis zur Produktionsabgabe aufgebraucht werden müssen auch intern im Verhältnis der Produktions-

abgabe auf A- und B-Quote verteilt werden, so würde sich daraus eine so starke Belastung der B-Rüben ergeben, daß deren Wettbewerbsfähigkeit gegenüber konkurrierenden Kulturen nicht mehr ohne weiteres gegeben wäre, obwohl auch für Getreide und Raps die Deckungsbeiträge in Folge der jüngsten Preisbeschlüsse deutlich geringer geworden sind. Dadurch, daß Tilgungsabgabe und Ergänzungsabgabe einheitlich auf A- und B-Quote erhoben werden, wird dieser Effekt zu Lasten der Rentabilität der A-Rüben gemildert und die B-Rüben behalten im großen und ganzen ihren Wettbewerbsvorteil gegenüber konkurrierenden Kulturen. Ob dies 1991 nach dem Auslaufen der derzeitigen Regelung noch so sein wird, ist eine offene Frage.

Der Zuckermarkt in der Bundesrepublik Deutschland

Auf die rückläufige Entwicklung der Zuckerrübenflächen in der Bundesrepublik Deutschland wurde bereits hingewiesen. Sie geht aus Übersicht 8 noch einmal hervor. Bei der Durchschnittsernte von 500 dt/ha werden etwas mehr als 19 Mio. t Zuckerrüben erzeugt, was einer um etwa 3 Mio. t schwankenden Zuckererzeugung entspricht. Vor allem aufgrund einer höheren Zuckerausbeute ist die Zuckerproduktion 1988 gegenüber dem Vorjahr um ca. 8 % gestiegen.

Der Zuckerverbrauch (Übersicht 9) stagniert bei etwa 33 kg pro Kopf. Daraus ergibt sich ein ziemlich konstanter Nahrungsverbrauch von rund 2,05 Mio. t, unter Einschluß des Verbrauchs für Futter und für die chemische Industrie von 2,1 Mio. t. Je nach Ausfall der Ernte schwankt der Selbstversorgungsgrad der Bundesrepublik damit zwischen 130 und 150 %. Etwas über 1 Mio. t Zucker werden jährlich exportiert.

Übersicht 8 : Verwertung der Zuckerrübenenernte in der BR Deutschland 1) *)

Vorgang	Wirtschaftsjahr (Juli/Juni)					
	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986	1986/ 1987	1987/ 1988	1988/ 1989
					v	s
Anbau (1000 ha)	403	423	415	399	384	386
Ertrag 2) (dt/ha)	408	478	507	513	501	500
Ernte 2) (Mill. t)	16,45	20,26	21,02	20,46	19,24	19,25
Zuckergehalt 3) (%)	17,2	16,2	17,3	17,9	16,3	17,0
Zuckerausbeute 4) (%)	15,3	14,3	15,1	15,7	14,3	15,5
Zuckererzeugung (Mill. t)	2,49	2,87	3,14	3,17	2,71	2,94
dgl. (dt/ha)	61,8	67,8	75,7	79,5	70,6	76,2
Rübenpreis 5) (DM/dt)	10,22	9,00	9,71	10,20	8,93	9,38
Erlöse 6) (DM/ha)	4169	4302	4923	5232	4474	4690

v = vorläufig. - s = geschätzt. - 1) Einschl. Berlin (West). - 2) Errechnet aus Verarbeitung und Verfütterung. - 3) Bei Anlieferung. - 4) Weißzuckerwert ohne Erzeugung aus Melasse und ausländ. Rüben. - 5) Durchschnittl. Rübenmindestpreise für alle Rüben innerhalb der „Höchstquote“, ohne MwSt. und Aufwertungsausgleich über die MwSt., ohne Schnitzelerlös; Grundpreis ab 1.7.1983 10,28 DM/dt, ab 1.7.1984 9,89 DM/dt, ab 1.7.85 9,75 DM/dt, ab 1.7.1988 9,66 DM/dt ohne MwSt. und 16 % Zuckergehalt bei Anlieferung. - 6) Rübenpreis mal Ertrag je ha.

Quelle : Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e. V.: Jahresbericht der WVZ, lfd. Jgg. - BML: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, lfd. Jgg. - Eigene Schätzungen.

*) entnommen aus: U.Sommer, a.a.O.

Übersicht 9 : Zuckerversorgung in der BR Deutschland 1) (1 000 t Weißzuckerwert) *)

Vorgang	Zuckerwirtschaftsjahr (Oktober/September)					
	1983/ 1984	1984/ 1985	1985/ 1986	1986/ 1987	1987/ 1988	1988/ 1989
					v	s
Anfangsbestand	509	373	521	637	651	435
Erzeugung 2)	2507	2894	3155	3192	2726	2960
Einfuhr 3)	164	180	165	148	178	160
Ausfuhr 3)	791	815	1142	1291	1033	1050
Verbrauch insgesamt 4)	2016	2111	2062	2035	2091	2095
Futter und Industrie 5)	21	30	30	32	37	40
Nährungsverbrauch je Kopf (kg)	32,5	34,1	33,3	32,8	33,6	33,6
davon Haushalt	9,5	9,8	9,3	9,3	9,3	9,3
Verarbeitung	23,0	24,3	24,0	21,5	24,3	24,3
Versorgungsgrad (%)	124,4	137,1	153,0	156,9	130,4	141,3

v = vorläufig. - s = geschätzt. - 1) Einschl. Berlin (West). - 2) Einschl. Erzeugung aus ausländ. Rüben u. Melasse. - 3) Ohne zuckerhaltige Erzeugnisse, ohne Futterzucker u. Zucker f. d. chem. Industrie. - 4) Einschl. Futter- u. Zucker f. d. chem. Industrie. - 5) Aus Inlandserzeugung.

Quelle : Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e. V.: Zuckerbilanz für das Bundesgebiet einschließlich Berlin (West) - Bestände, Erzeugung, Einfuhr, Ausfuhr und Verbrauch, lfd. Nrn. - Bartens/Mosolff: Zuckerwirtschaftliches Taschenbuch, lfd. Jgg. - Eigene Schätzungen.

*) entnommen aus: U.Sommer, a.a.O.

Betriebswirtschaftliche Konsequenzen

Betrachtet man die in Übersicht 10 wiedergegebenen Deckungsbeiträge, die derzeit im Zuckerrübenanbau zu erreichen sind, so ist die Produktion von A-Rüben unter allen Betriebszweigen des Ackerbaues - abgesehen vom Gemüsebau und Sonderkulturen, mit denen die Zuckerrübe aber in der Regel nicht konkurriert - der Betriebszweig, der den höchsten Deckungsbeitrag erlaubt.

Übersicht 10: Deckungsbeiträge im Zuckerrübenanbau (1988)

	A-Rüben	B-Rüben	C-Rüben
Ertrag (dt/ha)	500	500	500
Preis (incl. Schmitzelvergütung) (DM/ha)	11,50	7,50	3,00
Marktleistung (DM/ha)	5750	3750	1500
Proportionale Spezialkosten:			
Saatgut (DM/ha)		218	
Handelsdünger			
95 kg N x 1,10 DM		105	
90 kg P ₂ O ₅ x 1,20 DM		108	
180 kg K ₂ O x 0,70 DM		126	
Pflanzenschutz		408	
Hagelversicherung		61	
Maschinen u. Zugkraft		245	
Lohnmaschinen		600	
Zinsanspruch Umlaufverm.		66	
insgesamt	1937	1937	1937
Deckungsbeitrag	3813	1813	437
Verwertung des Blattes	(300)	(300)	(300)
Arbeitsbedarf (AKh)	50	50	50
Deckungsbeitrag (DM/AKh)	76,26	36,26	negativ

Quelle: Lehrstuhl f. Wirtschaftslehre des Landbaues, Weihenstephan

B-Rüben sind bei einem Preis von 7,50 DM/dt in der Regel gegenüber konkurrierenden Betriebszweigen überlegen. Um einen Deckungsbeitrag von 1.800 DM/dt zu erzielen, müßte man bei einem Preis für Winterweizen von 41 DM/dt einen Ertrag von über 80 dt/ha erreichen. Bei allen anderen Ackerfrüchten ist ein solcher Deckungsbeitrag unter den gegenwärtigen Preisverhältnissen - mit Ausnahme von Kartoffeln, wenn dafür mindestens 15 DM/dt Erlöst werden können - praktisch nicht zu erzielen. Dies gilt in noch stärkerem Maße, wenn für das Rübenblatt eine Verwertung von durchschnittlich 300 DM/ha angesetzt wird, was etwa dem Nährstoffwert beim Unterpflügen entspricht oder im Verkauf erzielt werden kann, wenn viehstarke gauerliche Betriebe vorhanden sind, die auf eine Ergänzung ihrer Futterbasis angewiesen sind. Bei der Verwendung im eigenen Betrieb können u.U. höhere Werte erzielt werden.

Die Wirtschaftlichkeit der Produktion von B-Rüben wird nur dort fraglich, wo eine sinnvolle Verwertung des Rübenblattes nicht möglich ist und gleichzeitig niedrige Zuckerrübenenerträge erzielt werden, während andererseits in der Getreideproduktion hohe Erträge vorausgesetzt werden können. Unter den Bedingungen Süddeutschlands mit gegenüber dem Bundesdurchschnitt höheren Zuckerrüben- und geringeren Getreideerträgen ist eine solche Konstellation nicht zu erwarten. Sie dürfte - wenn überhaupt - eher in Norddeutschland auftreten, wo die Zuckerrübenenerträge unter, die Getreideerträge über dem Bundesdurchschnitt liegen. Bei Rübenenerträgen von 430 dt/ha ist Winterweizen bei einem Ertrag von 65 DM/ha überlegen, Raps bei einem Ertrag von 37 dt/ha.

Die bewußte Produktion von C-Rüben ist unter den derzeitigen und absehbaren Preisverhältnissen irrelevant, da auch bei relativ hohen Erträgen nur ein negativer Deckungsbeitrag erzielt wird und selbst die Anrechnung der Verwertung des Rübenblattes an dieser Situation nichts ändert.

Bei dieser Konstellation stellt sich die Frage, welche Anbaustrategie der einzelne Betrieb verfolgen soll. Soll er seine Anbaufläche so planen, daß er bei einem Ertragsniveau, das der Trendentwicklung entspricht, die Summe aus A- und B-Quote voll ausschöpft (d.h. bei überdurchschnittlichen Ernten auch die Produktion von C-Rüben anfällt), soll er seine Anbaufläche so bemessen, daß er auch bei unterdurchschnittlichen Ernten die Summe aus A- und B-Quote erreicht (d.h. bei überdurchschnittlichen Ernten ein noch größerer Teil von C-Rüben anfällt), oder soll er die Anbaufläche soweit zurücknehmen, daß er auch bei überdurchschnittlichen Ernten nicht in den Bereich der C-Rüben gerät (d.h. bei durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Ernten sein Kontingent nicht ausschöpft). Von diesen Strategien erweist sich die an zweiter Stelle genannte (Bemessung der Anbaufläche so, daß auch bei unterdurchschnittlichen Ernten das Kontingent erfüllt wird) als eindeutig unterlegen, da dabei zu häufig eine Produktion im Bereich von C-Rüben stattfindet, die zwangsläufig zu Verlusten führt. Die an dritter Stelle genannte Strategie, bei der die Produktion von C-Rüben unter allen Umständen vermieden wird, ist ebenfalls nicht zu empfehlen, da sie zur Konsequenz hat, daß zu häufig das Kontingent nicht ausgeschöpft wird und damit auf den Ertrag, der sich aus der Überlegenheit der B-Rüben gegenüber konkurrierenden Früchten ergibt, verzichtet wird. Außerdem besteht bei dieser Strategie die Gefahr, daß die Zuckerfabrik, die natürlich an einer gleichmäßigen Auslastung ihrer Kapazität interessiert ist, bei der Erneuerung des Anbauvertrages auf die häufige Quotenunterschreitung mit einer Quotenkürzung reagiert. Die zweckmäßigste Strategie dürfte demnach immer noch diejenige sein, bei der unter normalen Ertragsbedingungen die Summe aus A- und B-Kontingent erreicht wird, wobei die unvermeidbare Produktion im C-Bereich in einzelnen Jahren aufgewogen wird durch eine weitgehende Ausschöpfung im Bereich der B-Quote und im übrigen der Gefahr einer Quotenkürzung entgegengewirkt wird.

Bioäthanol aus Zuckerrüben

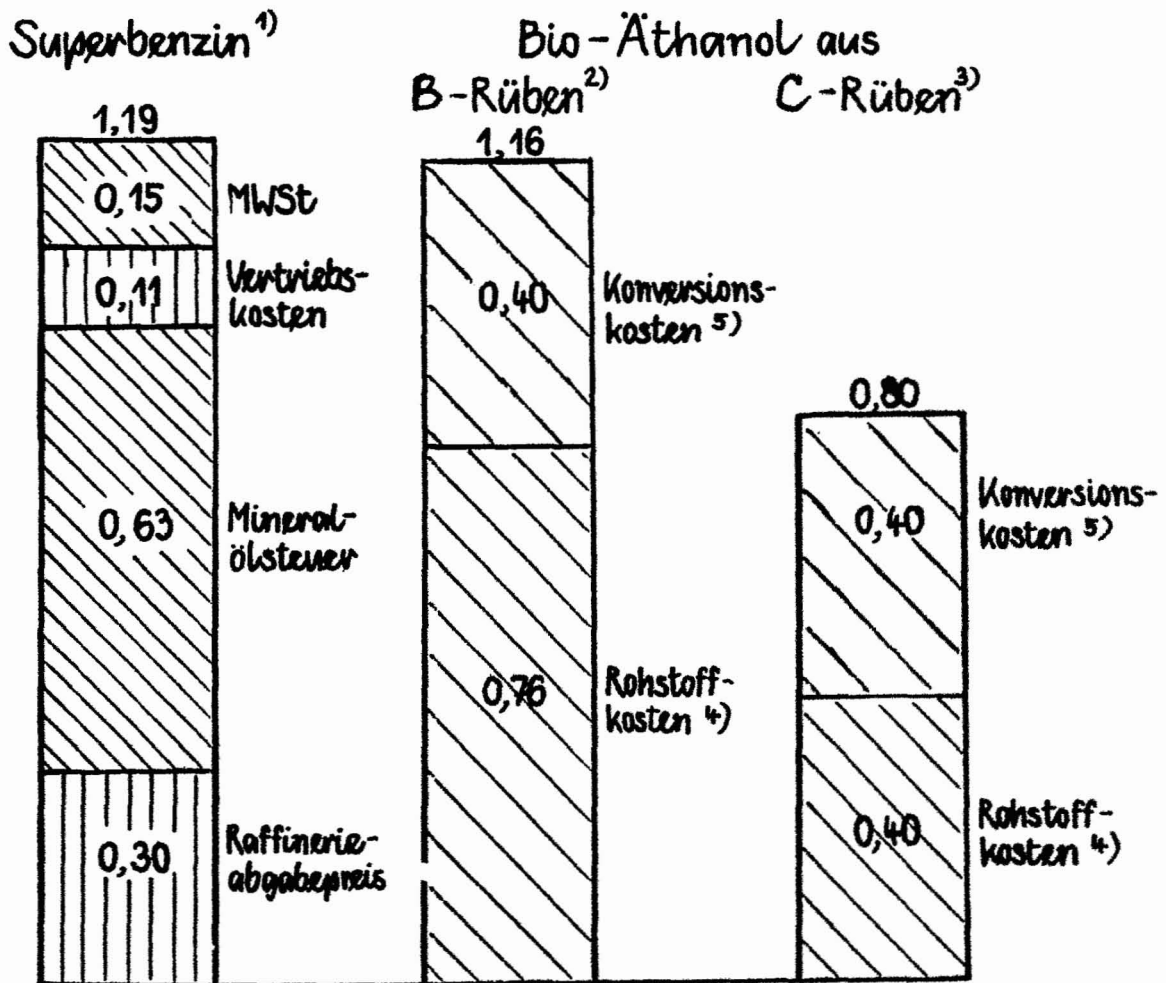
Da der Anbau von Zuckerrüben für den Landwirt eine rentable Kultur ist, deren Umfang lediglich durch das Kontingent begrenzt wird, richten sich große Hoffnungen auf die Möglichkeit, Bioäthanol aus Zuckerrüben zu produzieren. Diese Hoffnungen haben ein um so stärkeres Gewicht, als die Existenz der B-Quote in ihrer jetzigen Form und in ihrem jetzigen Umfang langfristig nicht ohne weiteres als gesichert vorausgesetzt werden kann. Schon seit Jahren sind daher Versuchsanlagen für die Herstellung von Äthanol aus Zuckerrüben errichtet worden - so etwa bei der Franken-Zucker in Ochsenfurt und im niedersächsischen Ahausen-Eversen. Daneben wurde eine Reihe von Forschungsaufträgen an wissenschaftliche Institute vergeben. Die Ergebnisse, die bereits seit geraumer Zeit vorliegen, sind ernüchternd.

Vergleicht man die Herstellungskosten von Äthanol aus Zuckerrüben mit der Kostenstruktur von Superbenzin, so erhält man das in Abbildung 5 wiedergegebene Bild. Superbenzin wird zur Zeit an den Raffinerien zu etwas weniger als 0,30 DM/l abgegeben. Rechnet man die Mineralölsteuer für verbleites Superbenzin von 0,63 DM/l hinzu, die Vertriebskosten mit 0,11 DM/l und die Mehrwertsteuer von rund 0,15 DM/l, so kommt man auf den Abgabepreis an der Zapfsäule von 1,19 DM/l.

Geht man davon aus, daß Zuckerrüben zur Äthanolproduktion denselben Preis bringen sollen wie B-Rüben, so wäre von einem Grundpreis von 5,85 DM/dt auszugehen, zu dem noch die Mehrwertsteuer hinzuzurechnen wäre. Die Schnitzelvergütung kann außer Ansatz bleiben, da sie auch bei der Verwertung der Rüben zu Alkohol zusätzlich zum Erlös für das Hauptprodukt anfallen würde. Zu berücksichtigen wären noch die Transportkosten, die mit rund 1 DM/dt veranschlagt werden müssen. Bei einer Äthanolausbeute von 10 % ergäbe das Rohstoffkosten von 0,76 DM/l. Rechnet man mit Konversionskosten von 0,40 DM/l, so kommt man zu Herstellungskosten

Abbildung 5

Kostenstruktur von Superbenzin und Bio-Äthanol aus Zuckerrüben



1) verbleit

2) Rübenpreis 5,85 DM/dt zuzügl. MWSt

3) Rübenpreis 2,65 DM/dt zuzügl. MWSt

4) einschl. Transportkosten von 1 DM/dt

5) für eine mittelgroße Anlage von 50 000 m³/Jahr

von 1,16 DM/l. Diese Kosten liegen etwa in der Größenordnung des Preises für Superbenzin an der Zapfsäule. Rechnet man Vertriebskosten in gleicher Höhe wie bei Benzin hinzu, dann ist die Summe aus Herstellungs- und Vertriebskosten bereits höher als der Endpreis für Superbenzin. Vereinfachend läßt sich aus dieser Rechnung die Schlußfolgerung ziehen, daß sich Äthanol unter marktwirtschaftlichen Bedingungen nur dann als Treibstoff verwenden läßt, wenn der Staat für diese Produktion auf jegliche Besteuerung verzichtet, d.h. die Produktion durch diesen Steuer-
verzicht subventioniert. Ein Verzicht auf die Mineralölsteuer allein würde Äthanol noch nicht wettbewerbsfähig machen bzw. es wäre nur dann als Treibstoff abzusetzen, wenn sich die ZR-Erzeuger mit einem Preis von 4,30 DM/dt zuzüglich Schnitzelvergütung zufrieden gäben.

Bei dieser Rechnung ist insofern eine Vereinfachung vorgenommen worden, als davon ausgegangen wurde, daß ein Liter Äthanol einen Liter Benzin substituiert. Tatsächlich hat Äthanol jedoch einen um etwa 22 % geringeren Energiegehalt als Superbenzin. Da jedoch bei einer geringen Beimischung von bis zu 10 % synergistische Effekte auftreten, die den niedrigeren Energiegehalt kompensieren, kann - solange es sich um geringe Beimischungen handelt - vereinfachend ein Verhältnis von 1 : 1 unterstellt werden.

Führt man die gleiche Rechnung auf der Basis des Preises für C-Rüben durch, so kommt man zu einem Endpreis von 0,80 DM/l, der in etwa dem Preis entspricht, zu dem Äthanol als Lösungsmittel gehandelt wird. Da der C-Rübenpreis bereits zu einem negativen Deckungsbeitrag führt, ist daraus die Schlußfolgerung zu ziehen, daß die Äthanolproduktion für die Verwendung in der chemischen Industrie nicht wettbewerbsfähig ist. Außerdem werden in der Bundesrepublik lediglich etwa 130 000 t Äthanol pro Jahr benötigt, eine Menge, zu deren Produktion allenfalls 30 000 ha Zuckerrüben notwendig wären.

Die Hoffnung der Zuckerrübenproduzenten richtet sich daher darauf, daß der Gesetzgeber Maßnahmen ergreift, um in einem gewissen Umfang Äthanol als Treibstoffzusatz absetzen zu können, wobei darauf verwiesen wird, daß mit einem solchen Zusatz günstigere Abgaswerte (geringerer Anteil von Kohlenmonoxid) erreicht werden. Im Gespräch ist dabei ein Zusatz von 5 %. Insgesamt würden dazu 1,5 Mio m³ Äthanol benötigt werden. Wäre der Staat bereit, für diese Menge auf die Mineralölsteuer zu verzichten, so hätte dies einen Steuerausfall von 950 Mio. DM zur Folge. Die benötigte Äthanolmenge könnte mit 300 000 ha Zuckerrüben produziert werden, wobei der Hektar durch Steuerverzicht mit 3.150 DM subventioniert würde. Für den Landwirt verbliebe ein Deckungsbeitrag von 800 DM/ha.

Etwas anders sieht die Rechnung aus, wenn davon ausgegangen wird, daß sich der Gesetzgeber entschließt, eine Äthanolbeimischung von 5 % vorzuschreiben und die dadurch entstehenden Mehrkosten auf die Verbraucher abgewälzt werden. Ein solcher Beimischungszwang würde den Tankstellenabgabepreis für Superbenzin um etwa 5 Pf./l verteuern. Eine solche Maßnahme ist zwar immer gefordert worden, aber der Gesetzgeber hat sich bisher nicht dazu entschließen können, und es ist fraglich, ob er dies - nicht zuletzt im Hinblick auf den Gemeinsamen Binnenmarkt ab 1992 - tun wird.

Bleibe abschließend noch ein Wort zur Verwendung von Zucker als Rohstoff für die chemische Industrie zu sagen. In der Bundesrepublik werden etwa 30 000 t Zucker in der chemischen Industrie eingesetzt. Nachdem dieser Zuckergenauso verbilligt wird wie Zucker, der auf den Weltmarkt exportiert wird, ist es für die chemische Industrie gleichgültig, ob sie Importzucker oder Zucker aus der Inlandsproduktion einsetzt. Für die Erzeugung dieses Zuckers aus der Inlandsproduktion werden ungefähr 4 000 ha Zuckerrüben benötigt, was etwa 1 % der Anbaufläche entspricht. Selbst wenn man auf mittlere Frist eine Verfünffachung des Einsatzes von

Chemiezucker unterstellt, was angesichts seiner vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten durchaus möglich ist, würde dies nur eine unbedeutende Ausdehnung der Zuckerrübenfläche zur Folge haben.

Schlußbetrachtung

Was die Verwendung von Zucker als nachwachsenden Rohstoff betrifft, so ist sicher die Forderung berechtigt, die Forschung und Entwicklung so weit voranzutreiben, daß geeignete Verfahren zur Verfügung stehen, wenn diese Verwendung durch steigende Preise für fossile Energieträger und konkurrierende Rohstoffe in den Bereich der Wirtschaftlichkeit gelangt. Für Bio-Äthanol als Treibstoff dürften die mit der Konversion und Verwendung verbundenen technischen Fragen ebenso wie die Fragen der Wirtschaftlichkeit inzwischen weitgehend geklärt sein. Erst bei einer drastischen Verteuerung des Erdöls von derzeit etwa 16 US-\$/Barrel auf die Größenordnung von etwa 60 US-\$/Barrel, dürfte unter den derzeitigen Umständen eine Wirtschaftlichkeit gegeben sein.

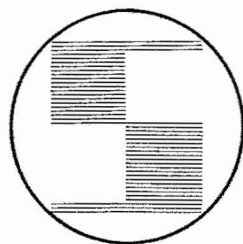
Immerhin hat der Erdölpreis nach der zweiten Verteuerung vom Dezember 1979 einmal bei 36 US-\$/Barrel gelegen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß langfristig solche Preise einmal erreicht werden, aber die Landwirte wären schlecht beraten, wenn sie kurz- und mittelfristig über diesen Weg eine wesentliche Ausweitung des Absatzes von Zuckerrüben erwarten würden.

Was die Weiterentwicklung der EG-Marktordnung betrifft, so ist das Beste, was die Erzeuger kurz- bis mittelfristig erwarten können, eine Verteidigung des Status-Quo. Dies geht bereits deutlich aus der Tatsache hervor, daß die EG-Kommission in ihren ersten Preisvorschlägen für das Wirtschaftsjahr 1989/90 für Zucker eine Kürzung der Marktordnungspreise um 5 % vorgeschlagen hat. Auch werden immer wieder Vorschläge gemacht, zur

Wahrung der Haushaltsneutralität, die B-Quoten zu kürzen bzw. die darauf zu leistenden Abgaben so zu erhöhen, daß sich die Verwertung der B-Rüben mehr und mehr derjenigen der C-Rüben angleicht.

Die mittelfristig wahrscheinlichste Entwicklung dürfte darin bestehen, daß die Quotenregelung, so wie die Zuckerwirtschaft es fordert, weitergeführt wird, möglicherweise mit gewissen Anpassungen. Die insgesamt restriktive Preispolitik, die die EG-Kommission plant, wird den Zuckersektor nicht ganz ausklammern können. An der relativen Wettbewerbsfähigkeit des Rübenanbaus gegenüber anderen Kulturen wird sich somit wahrscheinlich wenig ändern.

Welche absoluten Deckungsbeiträge im Zuckerrübenanbau erwirtschaftet werden können, wird letztlich davon abhängen, wie weit es dem einzelnen Betriebsleiter gelingt, nicht nur die Erträge zu steigern, sondern hohe Zuckergehalte bei niedrigeren Gehalten an unerwünschten Begleitstoffen zu erzielen, um in den Genuß der Qualitätsprämien zu kommen, die mehr und mehr von den Zuckerfabriken angeboten werden. Im übrigen dürften noch gewisse Spielräume in Kosteneinsparungen liegen, so etwa in einer gezielten, dem tatsächlichen Pflanzenbedarf sehr genau angepaßten Düngung und in der Optimierung der Ernte, für die je nach Anbaufläche unterschiedliche Verfahren zur Verfügung stehen, wobei der Trend deutlich in Richtung des überbetrieblichen Einsatzes von Großmaschinen geht. In dem insgesamt härter werdenden Verdrängungswettbewerb der Landwirtschaft haben Betriebe, die über ein Zuckerrübenkontingent verfügen, sicher nicht die schlechtesten Ausgangsbedingungen.



Motorenfabrik Anton Schlüter München · Werk Freising