

Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion

Im Oktober 1987 fand in Halle die 4. wissenschaftliche Arbeitstagung „Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion“ statt. Wiederum hatte der Wissenschaftsbereich Mechanisierung und Technologie der Sektion Pflanzenproduktion der Martin-Luther-Universität dieses dreitägige Forum des fachlichen Ergebnis- und Erfahrungsaustausches zwischen Wissenschaft und Praxis vorbereitet. Neben den 220 Teilnehmern aus der DDR waren auch Experten aus der UdSSR, der ČSSR, der VRP, der UVR und der SFRJ nach Halle gekommen. Für das gute fachliche und organisatorische Gelingen der Tagung sorgten auch die Mitveranstalter – Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben, VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig, VEB Landmaschinenbau Bernburg, VEB Kombinat Zucker Halle sowie Fachausschuß Zuckerrübenproduktion des Fachverbands Land-, Forst- und Nahrungsgütertechnik der KDT. Insgesamt wurden 38 Vorträge gehalten.

Während im Plenum Übersichtsbeiträge vorgestellt wurden, hatten in den Sektionen „Aussaat“ und „Ernte“ fachliche Detailfragen den Vorrang. In den Referaten standen folgende Probleme im Mittelpunkt:

- Ansatzpunkte der Automatisierung
- gegenwärtige und zukünftige Mechanisierung einschließlich der in Entwicklung und Erprobung befindlichen neuen technischen Lösungen zur Zuckerrübenenernte
- Anforderungen an technische Arbeitsmittel zur Zuckerrübenproduktion als Ergebnis der Verfahrensforschung
- Schwerpunkte der Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion in den Ländern des RGW
- neue Anbautechnologien, wie Regelspurverfahren, Herbstdammformung und Saat-reihendränverfahren
- mathematische Modelle der Bestandesführung
- Minderung des Bodendrucks durch geeignete technische und technologische Maßnahmen
- notwendige Maschinenkapazität für die

Aussaat und Ernte von Zuckerrüben. Ohne Zweifel wurde der dritte Veranstaltungstag mit der Fachexkursion in die LPG (P) Bottmersdorf, Bezirk Magdeburg, zum Höhepunkt der Veranstaltung. Besonderes Interesse fanden die Darlegungen zur Zuckerrübenproduktion in diesem Konsultationsbetrieb, der in den letzten beiden Jahren Erträge um 600 dt/ha erzielte. Bei der anschließenden Maschinenvorführung auf dem Feld wurden neuentwickelte und verbesserte Arbeitsmittel für die Zuckerrübenproduktion gezeigt.

Die wissenschaftlichen Arbeitstagungen zur Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg haben inzwischen eine gute Tradition erlangt und sollen zukünftig alle 4 bis 5 Jahre stattfinden. Von der 4. Tagung wurden die nachfolgenden Beiträge für die Veröffentlichung in der „agrartechnik“ ausgewählt, damit sie einem möglichst breiten Leserkreis zur Diskussion zur Verfügung stehen.

AK 5150

Dr. agr. W. Wilhelm

Anforderungen der Verfahrensforschung an die Entwicklung neuer Mechanisierungslösungen für die Zuckerrübenproduktion

Dr. agr. J. Spicher, Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben der AdL der DDR

Die Zuckerrüben werden in der DDR für die Zuckerproduktion und zunehmend für den Einsatz als Futtermittel in der Tierproduktion angebaut. Das Koppelprodukt Rübenkraut wird auch in Zukunft eine wesentliche Futtergrundlage für die Rinderproduktion in den Zuckerrübenanbaugebieten sein. Für beide Verwendungszwecke sind stabil hohe Erträge bei einem hohen Zuckergehalt, einem niedrigen Schmutzbesatz und einer guten Lagerfähigkeit erforderlich. Erträge von über 500 dt/ha auf D-Standorten und von über 600 dt/ha auf Lö-Standorten bei Zuckergehalten über 16,0°S sind entsprechende Voraussetzungen, um in der Zuckerrübenproduktion eine hohe Arbeitsproduktivität von über 7,0 bzw. 8,5 dt/AKh sowie einen niedrigen spezifischen DK-Aufwand von unter 0,5 kg/dt Zuckerrüben zu erreichen. Die Arbeitszeitaufwendungen müssen unter 70 AKh/ha liegen.

Die Hauptreserven, die durch weiterentwickelte bzw. neue Produktionsverfahren oder Verfahrensabschnitte zur Realisierung dieser Zielparame-ter erschlossen werden müssen, sind:

- frühestmögliche Aussaat
- Verkürzen der Zeitspanne zwischen Aussaat und Aufgang
- Beschleunigen des Jugendwachstums
- Erhöhen der Sicherheit bei der Etablierung von unkräutarmen und ausreichend dichten, gleichmäßig verteilten Pflanzenbeständen
- Einhalten der Funktionstüchtigkeit des Blattapparats und der Wurzeln bis zur Ernte
- volle Befriedigung des Wasser- und Nährstoffbedarfs der Rüben unter Einbeziehung der Zusatzberegung
- Senken der Ernte- und Lagerverluste.

Der Weltstandsvergleich zeigt, daß zur Erschließung dieser Reserven prinzipielle Übereinstimmungen zwischen den Verfahrenslösungen bestehen, die in der DDR und in den auf dem Gebiet des Zuckerrübenanbaus führenden Ländern angewendet bzw. angestrebt werden. Die verfahrenstechnische Umsetzung der internationalen Entwicklungstendenzen erfordert neue bzw. verbesserte Mechanisierungslösungen, die nachfolgend kurz erläutert werden sollen.

Dynamische Programmierung der agrotechnischen Maßnahmen in Form rechnergestützter Programme zur Boden- und Bestandesführung

Die rechnergestützten Programme zur Boden- und Bestandesführung werden nur bei termingerechter, exakter und vollständiger Bereitstellung einer großen Anzahl von Daten richtige Empfehlungen geben. Die zur Ermittlung der Daten notwendigen Bonituren und Probenahmen im Boden oder an den Pflanzen erfordern einfach handhabbare und vor allem einsatzsichere Geräte, die neben der direkten Anzeige der Werte die Übertragung auf Personal- bzw. Bürocomputer ermöglichen. Besonders dringlich sind dabei Geräte zur Bestimmung der Bodenfeuchte und der Bodendichte sowie vielseitig einsetzbare Datenerfassungsgeräte.

Entwicklung bodenschonender Verfahren der Zuckerrübenproduktion

Im Produktionsablauf der Arbeitsabschnitte Saatbettbereitung, Aussaat und Pflege muß der Anteil der von Fahrwerken überrollten Fläche vermindert werden, damit der Anteil der durch Radspuren nicht beeinflussten

Wuchsräume für die Zuckerrüben im maximal möglichen Umfang erhöht wird. Die Anzahl der Überrollungen auf dem radspurbetroffenen Flächenanteil muß dabei gleichzeitig verringert werden. Neben der Kombination von Arbeitsgängen, der Vergrößerung der Arbeitsbreiten und der gleichzeitigen Ausbringung verschiedener Pflanzenschutzmittel bzw. von Mischungen zwischen Düngern und Pflanzenschutzmitteln ist international verstärkt der Trend zur Anwendung des Fahrgassenprinzips bzw. des Regelspurverfahrens bei Einhaltung der Belastungsrichtwerte bei jeder Spurbahnbenutzung und bei Verminderung der Durchfahrten zu erkennen. Für alle derartigen Verfahrenslösungen ist die konsequente Trennung von Wuchsräumen der Rübenpflanze und Fahrspurbereich der Räder der Mechanisierungsmittel charakteristisch. Das bedeutet, daß keine Rübe auf einem Bodenabschnitt wächst, der durch die Wirkung der Radspuren von Traktoren bzw. schwerer Landmaschinen im Frühjahr in seiner Struktur direkt beeinflusst wurde. Im Bereich jeder Rübenreihe bleibt die von Pettelkau definierte und im Frühjahr allgemein vorliegende optimale Lagerungsdichte des Bodens erhalten. Lediglich die den Radspuren benachbarten Reihen weisen eine gewisse indirekte Beeinflussung auf.

Bei der praktischen Realisierung des Regelspurprinzips haben sich zwei unterschiedliche Grundvarianten herausgebildet:

- Regelspurprinzip mit einheitlichen Reihentfernungen
- Regelspurprinzip mit entsprechend den Reifenabmessungen der Traktoren größeren Reihentfernungen in den Spurbahnen (international als Beetsystem bezeichnet).

In der DDR werden gegenwärtig folgende

Lösungsmöglichkeiten des Regelspurprinzips mit einheitlichen Reihenentfernungen geprüft:

- einfaches Regelspurverfahren (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; LPG Milzau, Bezirk Halle)
- Aussaat auf bzw. in im Herbst gezogenen Dämmen (LPG Prießnitz, Bezirk Leipzig)
- Saatreihendränverfahren (Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben; LPG Osterweddingen, Bezirk Magdeburg)
- Mulchsaat bzw. Direktsaat.

Die Aussaat der Zuckerrüben erfolgt bei der Mulchsaat in abgeforone bzw. mit Herbiziden abgetötete Bestände von im Herbst ausgesäten Zwischenfrüchten wie Phacelia oder nematodenresistenten Cruziferen. Bei der Aussaat wird nach Möglichkeit nur in schmalen Streifen eine Saatbettbereitung durchgeführt, um die vorhandene Mulchschicht so weit wie möglich zu erhalten. Dazu sind spezielle Ausstattungen für die Säeinheiten der Einzelkornsämaschinen notwendig, die in den relativ festen Boden Saatrinnen schneiden und eine streifenweise Krümelung des Bodens durchführen. Diese Zusatzausrüstungen müssen vor allem Verstopfungen an den Säeinheiten verhindern. Die bisherigen Forschungsarbeiten haben gezeigt, daß die Anwendung der aufgeführten Möglichkeiten unter den jeweiligen konkreten Bedingungen des Standorts, des Betriebs und des jeweiligen Schlags zu prüfen ist. Die detaillierten Anforderungen einschließlich der Anforderungen an die landtechnischen Lösungen werden Ende 1988 formuliert. Die Verfahrenslösungen werden im Vergleich zur herkömmlichen, aber optimal gestalteten Saatbettbereitung gleichrangig anwendbar sein.

Beim Regelspurprinzip mit unterschiedlichen Reihenentfernungen bestimmt die Arbeitsbreite der mehrreihigen Erntemaschinen die Beetbreite, da die Regelspuren nicht im Bereich der Arbeitsbreiten der Erntemaschinen liegen dürfen. Unter den Bedingungen der DDR kann auf sechsreihige Erntemaschinen nicht verzichtet werden. Daraus ergibt sich die Forderung nach sechsreihigen Beeten. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß in der DDR auch weiterhin die Reihenentfernung in der Zuckerrübenproduktion 45 cm betragen wird, werden für die Beetsysteme Traktoren oder Antriebseinheiten benötigt, die über eine Spurweite von 2,70 m verfügen. Gleichzeitig erfordert ein solches Beetsystem den Übergang zu 18reihigen Grundarbeitsbreiten der Saatbettbereitungsgeräte, der Einzelkornsämaschinen, der Maschinen zur mechanischen Pflege und der Geräte zur Applikation von Pflanzenschutz- und Düngemitteln.

Die wichtigste Aufgabe, die zur Realisierung dieses Verfahrens von der landtechnischen Forschung zu lösen ist, ist eine den Anforderungen entsprechende energetische Einheit. Sie muß, wie übrigens auch für die anderen Varianten strukturschonender Verfahren, mindestens der Leistungsklasse eines 30-kN-Traktors entsprechen. Im Interesse der größtmöglichen Reduzierung des schädlichen Einflusses auf die Bodenstruktur bleibt die Forderung nach einer bodenschonenden Fahrwerksgestaltung der in der Feldwirtschaft eingesetzten Maschinen, Geräte und Transportmittel auch aus der Sicht der Zuckerrübenproduktion bestehen.

Entwicklung eines universell für alle Maschinen und Geräte des Verfahrens der Zuckerrübenproduktion einsetzbaren automatischen Lenksystems

Die umfassende Anwendung des Regelspurprinzips in der Zuckerrübenproduktion stellt noch zwingender als bisher die Forderung nach einer automatischen Lenkung der Traktoren und der Feinsteuerung der Anhängergeräte. An eine automatische Lenkung werden folgende Forderungen gestellt:

- Einfachheit und Robustheit
- Umschaltbarkeit zwischen automatischer und manueller Lenkung
- Möglichkeit einer nachträglichen Ausrüstung der Maschinen mit dieser Lenkung
- hohe Funktionsicherheit
- geringer Herstellungsaufwand.

Mit der Einführung einer automatischen Lenkung gewinnt gleichzeitig die automatische Funktionskontrolle der Arbeitsorgane, wie Säaggregat, Düsen der Pflanzenschutztechnik, Hackwerkzeuge, Köpfelemente und Rodewerkzeuge, an Bedeutung. Nur so wird es möglich, neben der Absicherung der Anwendung des Regelspurprinzips auch solche Zielstellungen wie den Übergang zur Einmann-Bedienung bei möglichst vielen Maschinen und Geräten, die Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit und die Verbesserung der Arbeitsbedingungen für den Mechanisator zu erfüllen.

Aus der Sicht der Verfahrensgestaltung und der Ökonomie muß es um Lösungen gehen, bei denen eine universelle Regel- und Stelleneinrichtung mit den jeweiligen Bedingungen der Arbeitsgänge entsprechenden Sensoren ergänzt wird.

Verbesserung der Bestandesqualität und der Pflanzenverteilung bei der Anwendung handarbeitsloser Pflegeverfahren

Im Vordergrund stehen dabei Lösungen, die durch die Kornablage auf Endabstand charakterisiert sind. Eine neue Generation von Einzelkornsämaschinen darf daher den Feldaufgang des Saatgutes nach Möglichkeit nicht negativ beeinflussen. Die Einzelkornsämaschinen müssen pilliertes und unpilliertes Saatgut mit hoher Genauigkeit und guter Einbettung ablegen. Die gleichzeitige Applikation von Bodenherbiziden sowie die Ausbringung von Mikrogranulaten sind eine wirkungsvolle Ergänzung zur Unkrautbekämpfung und zur Verbesserung des Schutzes der Keimlinge und Jungpflanzen. Sie dienen vor allem der Erhöhung der Sicherheit des Verfahrens der Kornablage auf Endabstand. Aber auch die kombinierte Ausbringung von Makrodüngemitteln, wie z. B. Phosphor, muß möglich sein.

Höhere Anforderungen ergeben sich aus der Kombination der Saatbettbereitung mit der Aussaat.

Zur besseren Anpassung des Kornablageabstands an die auf Teilschlägen herrschenden Bedingungen ist die stufenlose Verstellung während der Fahrt erforderlich.

Absicherung der handarbeitslosen Pflege durch abgestimmte mechanisch-chemische Maßnahmen

Die sichere Gestaltung der Unkrautbekämpfung ist nur durch verbesserte Kombinationen mechanischer und chemischer Maßnahmen erreichbar. Zur Senkung des spezifischen Aufwands an Herbiziden müssen Spritzfolgen von Spezialherbiziden unter Berücksichtigung der Wachstadien der Rüben

und der Unkräuter eingesetzt werden. Dazu sind neue technische Lösungen zur Herbizidapplikation zu schaffen.

Aufgrund der in den letzten Jahren vernachlässigten Weiterentwicklung der mechanischen Unkrautbekämpfung besteht die Forderung nach neuen Arbeitswerkzeugen mit ganzflächiger bzw. in die Rübenreihen eingehender Wirkung. Als mögliche Lösungen haben sich bisher besenartige Federstahlstrigeln, passiv rotierende Stabkrümler, Winkelmesser mit Häufelwirkung oder Hackmesser mit gekröpften Federzinken erwiesen. Diese Elemente müssen Bestandteil einer neuen Generation von Hackmaschinen sein, die eine Einmann-Bedienung, den Anbau von Bandspritzeinrichtungen sowie von Mikro- und Makrogranulatstreuern ermöglichen müssen.

Bestandesführung durch gezielte agrotechnische Maßnahmen der Düngung und des Pflanzenschutzes

Mit dem gezielteren Einsatz von Flüssigdüngemitteln und Pflanzenschutzmitteln wird stärker den Forderungen nach einer direkten Bestandesführung entsprochen. Diese wissenschaftlich begründeten Maßnahmen erfordern aber andererseits zwingend den Einsatz exakt und zuverlässig arbeitender Applikationstechnik. Neben solchen allgemeingültigen Forderungen wie stabile Pendelaufhängung, Präzisionsdüsen, funktionssichere Rücklaufsicherungen und Bedienkomfort müssen diese Geräte rübenspezifischen Anforderungen besser gerecht werden.

Dazu zählen Applikationsverfahren, die eine gleichmäßige Verteilung von Pflanzenschutzmitteln in hohen geschlossenen Beständen gewährleisten, und Verfahren der Unterblattspritzung zur Ausbringung von nicht selektiven Herbiziden. Aus der Sicht des sich abzeichnenden stärkeren Einsatzes von Flüssigdüngemitteln sind korrosionsbeständigere Materialien einzusetzen. Spezielle Anforderungen an technische Lösungen werden sich aus der plazierten Ausbringung von Makrodüngemitteln ergeben. Pflanzenbauliche Untersuchungen ergaben, daß auf gut mit Phosphor versorgten Böden durch eine plazierte zusätzliche Phosphordüngung unmittelbar zur Aussaat Mehrerträge erzielt werden können. Dazu sind jedoch noch weitere Untersuchungen notwendig, um den Applikationsort zu bestimmen, da die bisherige Forderung nach einer Applikation unmittelbar unter dem Rübensaatgut der Forderung nach einer flachen Saatbettbereitung entgegensteht.

Verlustarme Ernte lagerfähiger Rüben und Erzeugung qualitativ hochwertiger Rübenkrautsilagen

Eine neue Generation von Erntemaschinen soll eine Senkung der Ernteverluste und des Besatzes der Rüben sowie eine geringstmögliche Verschmutzung des Rübenkrautes garantieren. Dabei besteht auch international ein Trend zur Vergrößerung der Arbeitsbreiten auf sechs Reihen. Die Ernteverfahren müssen eine Minimierung des schädlichen Einflusses der Erntemaschinen und Transportmittel auf die Bodenstruktur ermöglichen. Die Verminderung des negativen Einflusses der Radlasten der Transportmittel auf die Bodenstruktur ist wahrscheinlich nur durch die Entwicklung spezieller Feldtrans-

Fortsetzung auf Seite 5

Mechanisierungslösungen zum Milzauer Regelspurverfahren für die strukturschonende Bodenbearbeitung im Zuckerrübenanbau

Dozent Dr. sc. agr. D. Ermich, Martin-Luther-Universität Halle – Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion
Dipl.-Agr.-Ing. K. Fritzsche, LPG Pflanzenproduktion Milzau, Bezirk Halle

Einführung

In langjährigen Feld- und Freilandmodellversuchen erwies sich die Zuckerrübe als besonders empfindliche Fruchtart gegenüber Bodenverdichtungen bei den Bestellarbeiten im Frühjahr. In Tafel 1 ist die Abhängigkeit des Ertrags sowohl von der Höhe des Auflagedrucks als auch vom Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt der Bodenverdichtung bei einmaliger Belastung dargestellt. Deutlich zeigt sich die positive Wirkung einer Druckverminderung auf Werte von 80 kPa, die auf eine Vergrößerung der Aufstandfläche durch

den Einsatz von Zwillingsreifen zurückgeht. Aus diesem umfangreichen Datenmaterial, das außer auf Lößschwarzerde von einer Reihe weiterer Körnungsarten gewonnen wurde, sind Grenzwerte des Auflagedrucks und des Bodenwassergehalts zur Bestellung von Zuckerrüben über eine breite Texturskala ermittelt worden.

Im Bild 1 sind die Grenzwerte des Wassergehalts bei den untersuchten Auflagedrücken auf den entsprechenden Böden dargestellt, die durch die auf der Abszisse aufgetragenen Feinanteile gekennzeichnet sind (Ton- und

Feinschluff). Der schraffierte Bereich gibt den texturabhängigen Wassergehalt bei beginnender Bearbeitbarkeit des jeweiligen Bodens an (entspricht rd. 80 % der Feldkapazität). Es zeigt sich, daß der Abstand zwischen diesem Bereich und den Grenzwertkurven zwar mit abnehmendem Auflagedruck stufenweise kleiner wird, aber bei 80 kPa (0,08 MPa) praktisch noch immer besteht. Daraus folgt, daß beim Befahren des Bodens im Feuchtezustand beginnender Bearbeitbarkeit im Frühjahr Auflagedrücke von rd. 60 kPa nicht überschritten werden dürfen. Da diese experimentell eindeutig belegte Forderung mit gegenwärtig verfügbaren Fahrwerken nicht realisierbar ist, wurden ein Teil der Saatbettbereitung als Ackergrubearbeitung in den Herbst vorverlegt und die Fläche durch ein Regelspurverfahren konsequent in Wuchsräume und Spurbereiche aufgeteilt.

Die Verwendung von Reihenkulturzwillingsbereifung 12.4-38 beim Traktor ZT303 und eine exakte Fahrweise vorausgesetzt, steht bei diesem Verfahren praktisch keine Rübenpflanze unmittelbar auf einer Radspur.

Bei einer Bearbeitungs- und Drillbreite von 10,80 m auf der Basis des Kopplungswagens T890 sind bei diesem Verfahren von 24 Rübenreihen nur 6 ($\approx 25\%$) seitlichem Druck ausgesetzt, davon 4 lediglich einseitig und nur 2 doppelseitigem Druck. Dabei steht jedoch selbst diesen beiden Reihen ($\approx 8,3\%$) noch immer ein unbefahrener Freiraum mit einer Breite von 14 cm zur Verfügung. Dies ist zumindest für den Feldaufgang und die Anfangsentwicklung in diesen beiden Reihen von Bedeutung.

Da auch die Folgearbeiten in gleicher Spur vollzogen werden, sind den Pflanzen während der gesamten Vegetationszeit auf über

Tafel 1. Mindererträge an Rübenkörpern im Spurbereich in Abhängigkeit von Auflagedruck und Bodenfeuchte bei der Bestellung auf Lößstandorten (Feld- und Freilandmodellversuche in den Jahren 1970 bis 1982)

Traktor	Auflagedruck kPa	Radlast kN	Mindererträge in dt/ha ¹⁾ bei Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Verdichtung in % der FK ²⁾			
			70	75	80	85
K-700	150	≈ 30	44	56	69	84
ZT 300	130	≈ 23	29	42	54	68
ZT 300 mit Zwillingsbereifung	80	≈ 23	10	18	24	32

1) Ertrag ohne Spureinfluß 394 dt/ha

2) FK Feldkapazität im Pflughorizont auf Lößschwarzerde (Lö 1/UL 24,5 % Massenanteil)

Tafel 2. Ergebnisse des Regelspurverfahrens Zuckerrüben im Jahr 1986 in der LPG Milzau (Lö 1/UL, StG 9, Schlag „Denkmal“)

Variante	Ertrag (Frischmasse)		Kraut		Beinigkeits %
	Körper dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	
herkömmliche Saatbettbereitung	496	100	326	100	32,4
ZT 300 Spur an Spur, verdichtet zur Saatbettbereitung	489	99	322	99	36,3
Regelspur ZT 303	560	113	382	117	25,0
GD _r 5 %	33	7	26	8	7,4
	Inhaltsstoffe				
	Saccharosegehalt °S	lösliche Asche %	N ^{II)} %	K %	Na %
herkömmliche Saatbettbereitung	20,7	0,46	0,070	0,24	0,014
ZT 300 Spur an Spur, verdichtet zur Saatbettbereitung	19,5	0,50	0,078	0,24	0,018
Regelspur ZT 303	21,2	0,42	0,068	0,22	0,013

1) schädlicher Stickstoff

Fortsetzung von Seite 4

portmittel sinnvoll lösbar. Daraus würden sich dann Ansätze für neue technologische Abläufe in der Zuckerrübenenernte ergeben. So ist seit einigen Jahren z. B. in Westeuropa der Einsatz von Ladebunkern als eine Verfahrenslösung zu beobachten.

Zusammenfassung

Die Weiterentwicklung der Verfahren zur Produktion von Zuckerrüben erfordert neue technische Lösungen zur Saatbettbereitung, zur Aussaat, zur mechanischen Pflege sowie

zur Applikation von flüssigen und festen Pflanzenschutz- und mineralischen Düngemitteln. Besondere Anforderungen an die landtechnische Forschung ergeben sich hinsichtlich der Schaffung leistungsfähiger energetischer Antriebseinheiten, die die Anwendung des Regelspurprinzips und den Einsatz leistungsfähiger Erntemaschinen ermöglichen. Die rechnergestützten Programme zur Boden- und Bestandesführung sowie die automatische Steuerung und Kontrolle der Maschinen und Geräte erfordern neue technische Lösungen unter Verwendung von Elementen der Mikroelektronik.

A 5147

Bild 1. Grenzwerte des Bodenwassergehalts (Massenanteile) in Abhängigkeit von den Feinanteilen (< 0,0063 mm) und den Auflagedrücken;

l's schwach lehmiger Sand, l's stark lehmiger Sand, sL sandiger Lehm, L Lehm

