

Bei $a_2 = 31,6$ cm wandelt sich das Bild. Der nominale Standraum A_n ist quadratisch, und der Anlage-Standraum A_a für $F = 60\%$ realisiert ein Seitenverhältnis von 1,66:1. Nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung ergibt sich hier ein Anteil von etwa $\frac{2}{3}$ der Pflanzen des Bestands, die im Standraum der Länge vom ein- bis eineinhalbfachen Kornabstand stehen. Bei 1,5 b beträgt das Seitenverhältnis des vorherrschenden Standraums bereits 1,11:1; der Standraum ist also nahezu quadratisch (für A_n ist $a:b = 1,04:1$).

Das extreme Beispiel mit $a_3 = 25$ cm geht vom annähernd quadratischen Anlage-Standraum A_a aus, ein Vorgehen, das sich als unbrauchbar erweist. Zwar steht der höchste Anteil der Pflanzen im Bestand stets in einem Standraum von der Länge des einfachen Kornabstands, aber schon der eineinhalbfache Kornabstand mit rd. 30% der Standräume führt hier zu einem Seitenverhältnis von 0,7:1. Der Reihenabstand $a_3 = 25$ cm erfordert unnötig höhere technische Aufwendungen, und der Kornabstand $b = 24$ cm bringt kaum weitere Vorteile für die Aussaattechnik und sicher nur geringe Vorteile für die Erntetechnik.

Das Beispiel im Bild 3 erläutert die Ausgangsbeziehungen A_n zu A_a (rechts) nach a mal b und zeigt an zwei Körnerreihen die Bildung der Keimpflanzenabstände bzw. Standlängen durch die zufallsbedingte Verteilung der vitalen Keime.

Für die Wachstums- und Ertragsbedingungen dürfte die Optimierung der Form des Nenn-Standraums durch einen entsprechenden Reihenabstand wichtiger sein, als die der häufigsten Standraumklasse. Vorzugsvariante des Reihenabstands a im Sinne der Optimierung des Nominal-Standraums $A_n = 1000$ cm² ist der Reihenabstand $a = \sqrt{A_n} = 31,6$ cm. Er schafft die Möglichkeit, mit den derzeit für die vereinzlungslose Standraumzummessung kritischen Kornabständen > 12 cm selbst bei Feldaufgängen um 40% volle Bestandsdichten zu erreichen. Feldaufgänge um 60% erlauben die Anwendung von Kornabständen um 19 cm mit dem Resultat nahezu optimaler Standraumform im Bereich der drei häufigsten Standraum-Größenklassen, die etwa 85% der Einzelpflanzen des Bestands umfassen.

Die Realisierung des vereinzlungslosen Zuckerrübenanbaus auf der Basis des gegenwärtigen

Reihenabstands kann angesichts des äußerst schwierig faßbaren Faktorenkomplexes „Feldaufgang“ und der nur geringen Aussicht auf seine Stabilisierung in absehbarer Zeit nicht gelingen. Auch über eine gründliche Reduktion des Reihenabstands zum Ziel zu kommen, ist keine Sofortlösung. Dieser Weg fügt sich jedoch ein in die technischen und technologischen Entwicklungslinien z. B. der nutzbaren Motorleistungen in der Feldwirtschaft, der steigenden Arbeitsbreiten unter Anwendung von Spurbahnssystemen, der Vereinfachung von Verfahren und technischen Arbeitsmitteln, vor allem aber in den Bereich der Hauptaufgabe, der Steigerung und Stabilisierung der Erträge. Der dargelegte Verfahrensweg ist u. a. auch eine Alternative — möglicherweise die einzige — zur handarbeitslosen Standraumzummessung durch automatisches Vereinzeln, zum Vereinzlungsautomaten.

Literatur

- [1] Fritsch, K.: Probleme der Standraumzummessung bei der industriemäßigen Zuckerrübenproduktion. Wiss. Zeitschr. d. MLU Halle—Wittenberg XXIV (1975) H. 1, S. 103—114. A 2276

Bestandsqualität und Funktionsansprüche an Vereinzlungsautomaten

Dipl.-Landw. S. Naumann, VVB Zucker- und Stärkeindustrie Halle

Dipl.-Agr.-Ing. M. Stiede, Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben der AdL der DDR

Gemäß der Direktive des IX. Parteitag der SED für die Entwicklung der Volkswirtschaft in den Jahren 1976—1980 ist die stabile Versorgung der Bevölkerung und der Industrie mit Zucker aus eigenem Aufkommen nur durch die weitere komplexe Anwendung der Intensivierungsmaßnahmen und den schrittweisen Übergang zur industriemäßigen Zuckerrübenproduktion zu erfüllen.

Ziel der Arbeit aller am Prozeßabschnitt „Standraumzummessung“ wirkenden Disziplinen ist die zunehmende Anwendung der handarbeitslosen Verfahren. Mit der umfassenden Anwendung der vereinzlungslosen „Standraumzummessung“ auf saatechnischem Weg ist in der DDR wegen der noch bestehenden Feldaufgangsschwankungen vorerst nicht zu rechnen. Der „automatischen Vereinzlung“ mit einem Vereinzlungsautomaten wird deshalb nach wie vor eine bestimmte Bedeutung in

der Übergangsphase zum vereinzlungslosen Anbau beigemessen. Die optimale Bestandsdichte und die erforderliche Pflanzenverteilung können trotz Feldaufgangsschwankungen durch die Aussaat engerer Kornabstände sicherer erreicht werden.

Tafel 1. Mittlere Bestandsdichte beim Zuckerrübenanbau in der DDR

Anbaujahr	Bestandsdichte Pfl./ha
1978	71 000
1977	76 000
1976	70 000
1975	76 000
1974	76 000
1973	73 000

Mit der Anwendung dieses Verfahrens wird auch der notwendigen Maßnahme entsprochen, daß in den sozialistischen Pflanzenproduktionsbetrieben die manuelle Standraumzummessung durch maschinelle Arbeit in verstärktem Maß abzulösen ist. Die Verwirklichung dieses Merkmals industriemäßiger Produktion wird um so deutlicher, wenn man bedenkt, daß etwa auf einem Viertel der Zuckerrübenanbaufläche noch ungeübte Saisonkräfte aus der Bevölkerung zur Bewältigung der Pflege eingesetzt werden müssen.

In den letzten 6 Jahren betrug der Anteil der Flächen mit optimaler Bestandsdichte an der gesamten Anbaufläche 18 bis 32%. Die durchschnittliche Bestandsdichte erreichte in der DDR die in Tafel 1 zusammengestellten Werte. Daraus kann man ablesen, daß seit dem Jahr 1973 keine entscheidende Steigerung bei der Bestandsdichte eingetreten ist.

Bild 1. Hackwerkzeugpaar am Funktionsmuster des Lehrstuhls Landtechnik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

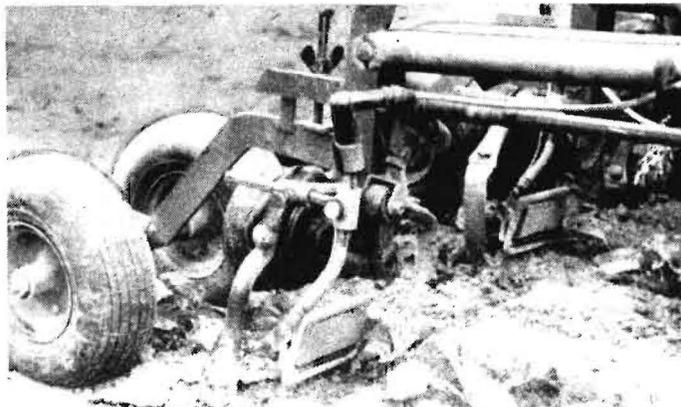
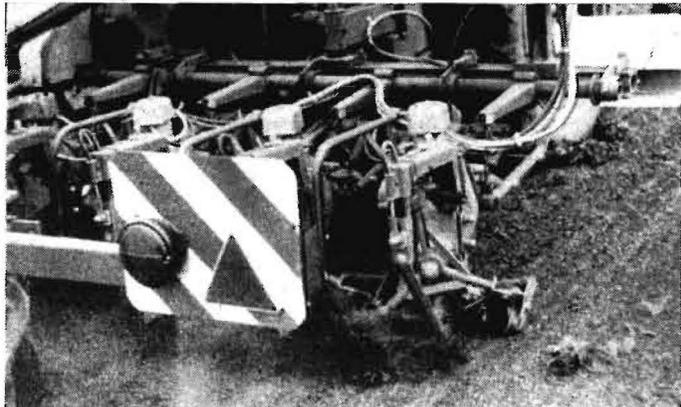


Bild 2. Hackwerkzeug am Vereinzlungsautomaten 6-JECZ (ČSSR)



Zum Thema der automatischen Vereinzelung liegt in der DDR aus den vergangenen Jahren eine Reihe von Ergebnissen vor. An einem 6reihigen Funktionsmuster der Industrie sind am Lehrstuhl Landtechnik der Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg (Bild 1) Labor- und Felduntersuchungen vorgenommen worden. Nach der Neuentwicklung der Hack- und Tastvorrichtung konnte die Arbeitsgeschwindigkeit von 3 km/h auf maximal 6 km/h gesteigert werden.

Der elektronische Berührungstaster ortet die Pflanzen, und über einen elektrohydraulischen Antrieb wird das Hackwerkzeugpaar bewegt. Im Wechsel ist entweder das linke oder rechte Messer in Arbeitsstellung. Die Schonstelle kann stufenlos eingestellt werden. Dazu wird die Pendelbegrenzung der beiden Hackmesserarme in Fahrtrichtung verändert.

Vom Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben wurden in den Jahren 1974 bis 1976 Arbeitsqualität und Leistung des 6reihigen Vereinzelungsautomaten 6-JECZ aus der ČSSR (Bild 2) unter den Bedingungen der DDR umfangreich geprüft.

Der elektronische Berührungstaster befindet sich bei diesem Seriengerät hinter dem schräg zur Reihe angestellten Hackmesserstern. An der gesamten Frontfläche des Tasters wird der Tastimpuls ausgelöst. Über eine elektromechanische Kupplung wird der 3teilige Hackmesserstern um 120° gedreht. Der kleinstmögliche Schonstellenabstand hängt von der Größe der Pflanzen ab und ist nach den Einsatzverfahren nicht kleiner als 6 cm einzustellen.

Zur Beurteilung der Bestandsqualität nach dem Einsatz des Vereinzelungsautomaten wurden folgende Kriterien als Voraussetzung für einen maximalen Ertrag zugrunde gelegt:

- Bestandsdichte 90000 Pfl./ha ± 10000 Pfl./ha
- nicht über 1,5 Fehlstellen/m² bzw. nicht über 1 Lücke/m² mit Pflanzenabständen größer als 44 cm
- nicht über 1 Doppelrübe/m² mit Pflanzenabständen von 0 bis 10 cm.

Beim Vergleich der praktischen Vereinzelungsergebnisse (Bild 3) mit den genannten Qualitätsmerkmalen ist festzustellen, daß die geforderten Parameter weitgehend eingehalten werden konnten. Bei den Geschwindigkeitsvarianten von 4,2 und 5,6 km/h betrug der Kornabstand zur Aussaat jeweils 9 cm. Die Einzelkornsämaschine A 697 als Serienerzeugnis für den Kornabstand von 6 cm war zum Zeitpunkt der Feldversuche noch nicht vorhanden. Zu beachten ist, daß die praktische Vereinzelung mit der simulierten, theoretischen Vereinzelung annähernd übereinstimmt und eine wirkungsvolle Reduzierung der Pflanzenabstände in den Klassen 3 bis 12 cm erfolgte.

Vom Institut für Rübenforschung Klein Wanzleben wurden beim Einsatz des Vereinzelungsautomaten 6-JECZ nachfolgende Ergebnisse ermittelt:

Die Prüfung erfolgte auf D- und Lö-Standorten, wobei das Vereinzelungsergebnis nach Aussaat mit der Einzelkornsämaschine A 697, Kornabstand 6 cm, sehr von Interesse ist. Der Einsatz des Vereinzelungsautomaten wurde auf Schlägen mit einem Feldaufgang von 40, 60 und 80% vorgenommen. Die Keimpflanzenzichte D_K betrug demnach etwa 140000, 230000 und 288000 Pfl./ha mit zwangsläufig hohem Doppelrübenanteil in der Klasse 0 bis 10 cm von 7,1, 16,2 und 22,2 St./m².

Während auf Schlägen mit einem Feldaufgang von 40% die geforderten Güteigenschaften annähernd eingehalten wurden, lagen bei einem

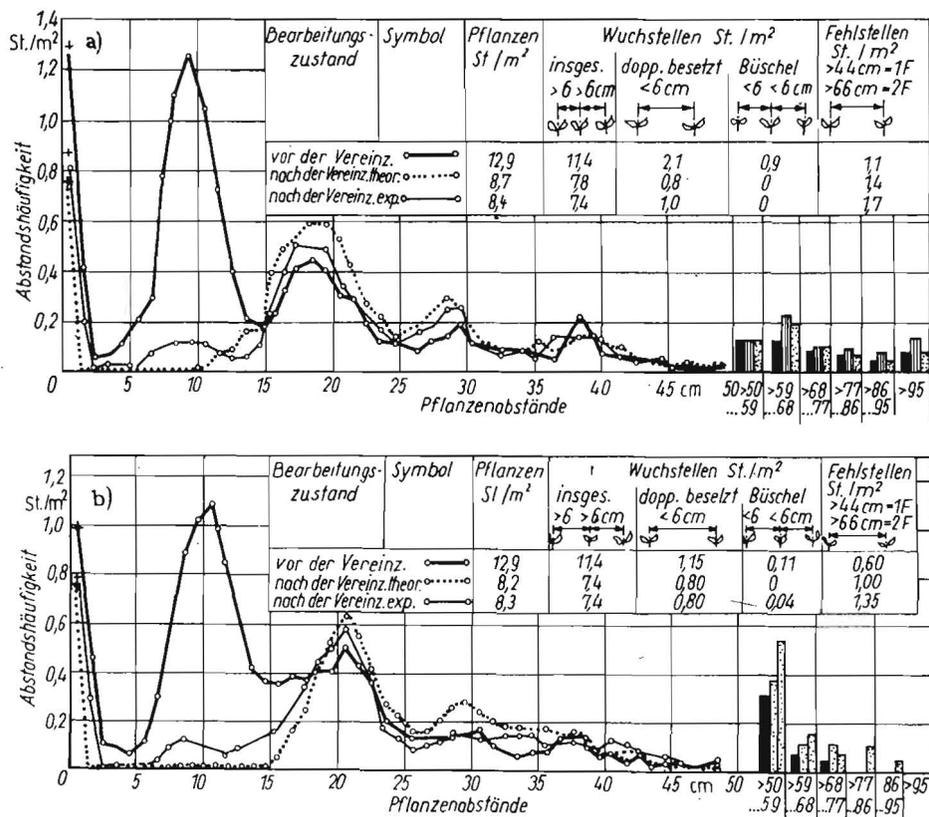


Bild 3. Einfluß der Arbeitsqualität des Vereinzelungsautomaten auf die Bestandscharakteristik (Funktionsmuster der Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg):
a) $v_F = 4.2$ km/h; b) $v_F = 5.6$ km/h

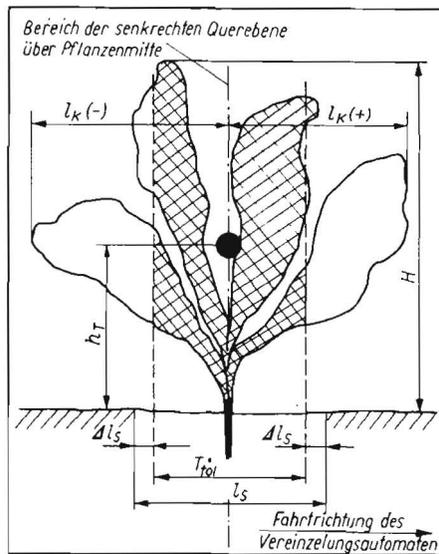


Bild 4. Darstellung des tolerierten Tastbereichs an der Pflanze (die Pflanze wird weggehakt, wenn der Kontaktpunkt K außerhalb des tolerierten Tastbereichs liegt):
 l_S Schonstellenlänge, H Pflanzenhöhe, h_T Tasthöhe, $l_K(-)$ Kontaktlänge vor der Pflanzenmitte, $l_K(+)$ Kontaktlänge nach der Pflanzenmitte, K Kontaktpunkt der Tastelektrode an der Pflanze, T_{tor} tollerierter Tastbereich

Feldaufgang von 60 und 80% die Bestandsdichte mit 13 bzw. 15 Pfl./m² und der Doppelrübenanteil mit jeweils 6 St./m² deutlich außerhalb des tolerierten Bereichs. Das ergab sich daraus, weil der Vereinzelungsabstand durch die Hackmesserlänge von 11 cm unveränderlich ist und die Schonstellenlänge nicht

enger als 6 cm eingestellt werden kann. So bleibt ein erheblicher Anteil der Pflanzen in der Abstandsclassen 0 bis 6 cm unvereinzelte stehen. Die ermittelten Leistungskennziffern lagen bei 0,16 bis 0,48 ha/h (T_{02}), bedingt durch die Fahrgeschwindigkeit von 2 bis 2,5 km/h und durch häufige Schäden an der elektromechanischen Kupplung sowie am Hackwerkzeug selbst.

Funktionsansprüche an Vereinzelungsautomaten

Für das Verfahren der automatischen Vereinzelung wurden die wichtigsten-agrotechnischen Ausgangsbedingungen und Ziele analysiert, um den Vereinzelungsautomaten von vornherein in seiner Funktion mit vertretbarem technischen Aufwand für eine optimale Bestandsbildung an die Variabilität des Keimpflanzenbestands anpassen zu können.

Die wichtigsten Funktionsansprüche können in drei Schwerpunkten zusammengefaßt werden:

- Tastgenauigkeit an der Pflanze und ihr Einfluß auf die Länge der Schonstelle
- rechtwinklige Schonstellenabgrenzung durch das Hackwerkzeug und die Beziehung zur Fahrgeschwindigkeit
- variable Einstellung des Vereinzelungsabstands je nach Keimpflanzenzichte.

Das qualitative Vereinzelungsergebnis hängt in erster Linie vom Tastvorgang an der Pflanze ab. Soll die getastete Pflanze unabhängig von ihrem Wachstumsstadium in jedem Fall in der Mitte der Schonstelle stehen, müssen zwangsläufig der Tastkontakt und die Auslösung des elektrischen Impulses für den Messerantrieb stets am gleichen geometrischen Ort an der Pflanze geschehen. Die Annäherung von Pflanzenverteilung und mittlerem Endabstand nach der Vereinzelung an das theoretische

Optimum wird um so eher erreicht, je exakter die Auslösung des elektrischen Impulses im Bereich der senkrechten Querebene über Pflanzenmitte erfolgt. Die als ideal zu bezeichnende Forderung ist allerdings im Hinblick auf den technischen Aufwand nicht zu vertreten. Eine Vereinfachung ist dann möglich, wenn bei der Ortung der Pflanze auf einen tolerierten Bereich übergegangen wird, wie das im Bild 4 zu sehen ist. Dazu besteht die Bedingung, daß die Ursachen für die unterschiedlichen Abweichungen vom „tolerierten Tastbereich“ in ihren Wirkungen erkannt und ausgeschaltet werden. Das betrifft vor allem den Einfluß

- der Blattlängen an Pflanzen mit unterschiedlichem Wachstumsstadium innerhalb des Bestands
- der Streuung der Pflanzenabstände um den eingestellten Kornabstand an der Einzelkornsämaschine
- des Unkrautbesatzes, der Fehl tastungen auslösen kann.

Das Unkraut ist bei keinem Verfahren der Standraumzumessung zulässig.

Eine Entwicklung des Automaten davon abhängig zu machen, ob er Unkraut von Rüben unterscheiden kann oder nicht, ist sicher nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Folglich sind alle Maßnahmen darauf zu richten, daß nur eine minimale Verunkrautung eintritt.

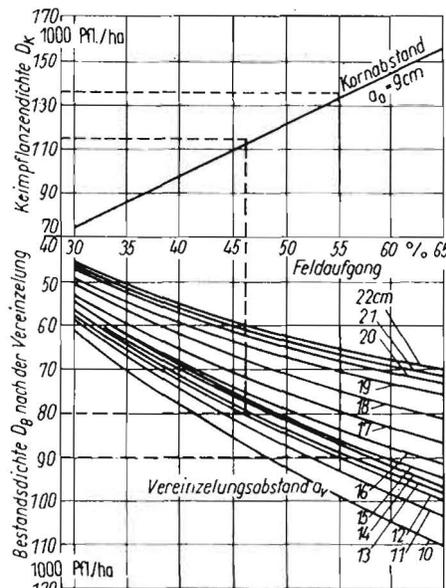
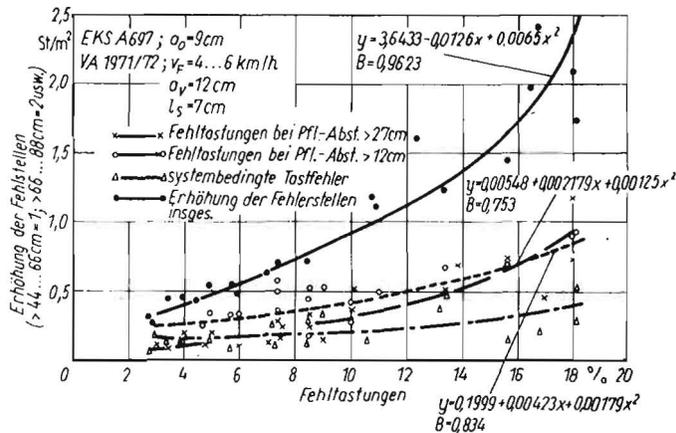
Aus Bild 4 wird ersichtlich, daß bei engem Tastbereich um die Pflanzenmitte von ± 20 bis ± 25 mm auch die Schonstelle kleiner eingestellt werden kann, ohne die Fehl tastungen zu erhöhen.

Durch die kleinere Schonstelle bis zu 40 mm können wiederum die Doppelrüben wirkungsvoller vereinzelt werden. Ist die Schonstelle erheblich kleiner als der tolerierte Tastbereich, so treten Fehl tastungen häufiger auf, die auch den Fehl stellenanteil im vereinzelt Bestand stark erhöhen können. Der Anteil der Fehl tastungen außerhalb des tolerierten Bereichs sollte nicht über 8% liegen. Bild 5 zeigt, daß eine Verdopplung der Fehl tastungen von 8 auf 16% eine dreifache Erhöhung der Fehl stellen von 0,6 auf 1,7 je m^2 zur Folge hat. Hierbei wird sicherlich deutlich, daß die sorgfältige, aber auch einfache konstruktive Gestaltung des Tasters für die Funktion des Automaten sehr wichtig ist.

Ein entscheidender Anteil an Arbeitsqualität und Leistung des Vereinzlungsautomaten muß auch dem Vereinzlungselement selbst zuerkannt werden. Während die technische Funktion der elektrischen Verstärkeranlage weitgehend beliebige Pflanzenabstände gestattet, bildet das mechanische Vereinzlungselement infolge Massenträgheit und Totzeiten im Antriebssystem den begrenzenden Faktor für die zu realisierende Arbeitsgeschwindigkeit. Die vom Taster im tolerierten Bereich geortete Pflanze muß vom Hackwerkzeug verschont und mit rechtwinkligem Hackschlag zur Pflanzenreihe abgegrenzt werden. Mit dieser Hackmesserführung kann im Gegensatz zur schrägen Schonstellenabgrenzung der Anteil Doppel-

Bild 5 Einfluß der Fehl tastungen auf die Erhöhung der Fehl stellen (Funktionsmuster der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)

Bild 6 Nomogramm zur Bestimmung des Vereinzlungsabstands a_v für die automatische Vereinzlung in Beständen mit dem Kornabstand $a_0 = 9$ cm



rüben wirkungsvoll gesenkt werden. In der Pflanzenabstands-Klasse 3 bis 6 cm, bei jenen Pflanzenabständen also, die vorwiegend bei schräger Schonstellenform oft nicht korrigiert werden, ist unabhängig vom Aufgangsbestand der Anteil nach der Vereinzlung bis auf 0,2 Doppelrüben je m^2 gesenkt worden. An das Hackwerkzeug ergeben sich noch weitere funktionelle Ansprüche, die hier nur kurz genannt werden:

- Die Schlagfrequenz sollte im Bereich von 6 bis 10 Arbeitshüben/s liegen, um bei der erforderlichen Fahrgeschwindigkeit von mindestens 4,5 km/h den kleinsten Vereinzlungsabstand von 10 cm zu gewährleisten.
- Die Veränderung der Schlagfrequenz muß während der Vereinzlung möglich sein. Dann kann im Bestand bei fahrender Maschine der Vereinzlungsabstand verändert werden.

- Die Hacktiefe muß stufenlos einstellbar sein, und bei größeren Pflanzen muß das Messer noch sauber arbeiten, um die mögliche Einsatzzeit zu verlängern.
- Die Arbeitsweise des Hackmessers muß den Einbau einer Steinsicherung ermöglichen.

Ein dritter Funktionsanspruch an die Maschine ist die Einstellung des Vereinzlungsabstands. Er sollte unter Berücksichtigung des Standraums für die Einzelpflanze und der Erntbarkeit der Rüben nicht unter 10 cm liegen. Er muß je nach Keimpflanzendichte variabel einstellbar sein. Eine Stufung von 2 cm ist dabei zweckmäßig. Im Bild 6 ist abzulesen, welche Bestandsdichten nach der Vereinzlung zu erwarten sind. Auf dem Schlag bzw. auf Teilflächen bei großen Schlägen wird dazu die mittlere Keimpflanzendichte ermittelt, und mit Hilfe dieses Nomogramms kann der zweckmäßige Vereinzlungsabstand bestimmt werden.

Mit dem Einsatz eines Vereinzlungsautomaten kann das Ergebnis einer sorgfältigen manuellen Arbeit annähernd erreicht werden. Eine flüchtige manuelle Pflege ist erheblich schlechter in der Qualität, weil die Doppelrüben meist nicht vereinzelt, sondern gänzlich beseitigt werden. Dadurch wird die optimale Bestandsdichte nicht erreicht.

A 2275

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

- agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; die Technik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft