

Bereits im Heft 1/1979 berichteten wir unter „Kurz informiert“ über die an der Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg im vergangenen Jahr veranstaltete Arbeitstagung zur Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion. Die folgenden drei Beiträge sind überarbeitete Fassungen von Tagungsreferaten, in denen sich die Autoren speziell mit verschiedenen Möglichkeiten der mechanisierten Standraumzumessung beschäftigen. Besonders hinzuweisen ist dabei auf die Entwicklung und den Einsatz von Vereinzelungsautomaten. Eine gute Diskussionsgrundlage bietet sicher auch der Beitrag aus der UdSSR. Sein Autor, Kandidat der technischen Wissenschaften V. S. Basin, ist Leiter des Laboratoriums im Ukrainischen wissenschaftlichen Forschungsinstitut für Landmaschinenbau Charkov.

Die Redaktion

## Verfahrenswege und Mechanisierungsmittel zur Standraumzumessung

Dozent Dr. K. Fritsch, KDT, Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

Industriemäßige Gestaltung der Zuckerrübenproduktion bedeutet insbesondere die komplexe Mechanisierung und zunehmende Automatisierung des Produktionsprozesses. Auf diesem Wege werden der physische Leistungsanspruch an die lebendige Arbeit weiter vermindert und ihre Produktivität erhöht. Günstigere agrotechnische Bedingungen in einzelnen Prozeßabschnitten werden geschaffen und führen zu neuen Möglichkeiten, Naturprozesse zu steuern und zu fördern sowie technologische Prozesse zunehmend effektiver einzurichten. Ziel ist eine quantitativ und qualitativ steigende Produktion bei abnehmendem gesellschaftlichen Aufwand.

Dabei ergibt sich u. a. die Frage, welcher Entwicklungsstand im Prozeßabschnitt „Standraumzumessung“ erreicht worden ist und auf welchem Wege und mit welchen Mitteln Wissenschaft und Praxis weitere Fortschritte zu erreichen suchen.

In den Tafeln 1 und 2 ist eine Übersicht der Verfahrensvarianten und -bedingungen dargestellt, mit der sowohl der Stand als auch die Vorstellungen von der künftigen Entwicklung deutlich werden. Verfahren und technische Arbeitsmittel zur Standraumzumessung sind

gegenwärtig durch Einzelkornsaat und handarbeitsparende Bestandskorrektur gekennzeichnet.

### Fortschritte in der Standraumzumessung

Bei Einzelkornsaat der Zuckerrüben auf der gesamten Anbaufläche erstreckte sich im Jahr 1978 in der DDR der Einsatz von Ein-

zelkornsämaschinen der 2. Generation bereits auf einen Flächenanteil von etwa 90%. 106 Kopplungsverbände von jeweils zwei Einzelkornsämaschinen A 697-5,40 im Kopplungswagen T 890 waren dabei im Einsatz. Die Verfahrensbedingungen waren dabei noch überwiegend auf „handarbeitsarme Bestandskorrektur“ mit einem Handarbeitszeitaufwand von  $\approx 60$  AKh/ha ausgerichtet. Auf etwa 10% der Anbaufläche erfolgte bereits mit der Aussaat die Vorentscheidung für die handarbeitslose Verfahrensvariante „vereinzelungslose Standraumzumessung“. Nach dem vorliegenden Überblick wurden jedoch nahezu 45% der Anbaufläche aussaattechnisch in den Übergangsbereich zwischen handarbeitsarmen und handarbeitslosen Verfahren gebracht. Bild 1 zeigt die Entwicklung der Verfahrensbedingungen zur Standraumzumessung anhand des Flächenanteils der Einzelkornsaat seit dem Jahr 1962 und der Flächenanteile nach Kornabstands-Klassen seit dem Jahr 1974. Das Diagramm vermittelt mit dem Summen-Prozentanteil der Kornabstands-Klassen den deutlichen Trend zur Anwendung größerer Kornabstände und damit zu zunehmendem Eindringen in den benannten Übergangsbereich

Tafel 1. Schema der Verfahrensvarianten

Varianten-Nr.	Verfahren der Standraumzumessung
1.	<b>mit Bestandskorrektur</b> Handarbeitsarme Standraumzumessung Einzelkornsaat und Bestandskorrektur mit langer Hacke von Hand; max. 60 AKh/ha
2.	Handarbeitslose Standraumzumessung
2.1.	Automatisches Vereinzeln Einzelkornsaat und Bestandskorrektur mit Vereinzelungsautomat
2.2.	<b>ohne Bestandskorrektur</b> Vereinzelungslose Standraumzumessung allein aussaattechnisch, ohne Bestandskorrektur bewältigte Standraumzumessung, sog. „Aussaat auf Endabstand“

Tafel 2. Verfahrensbedingungen bei Einzelkornsaat

Kornabstand $b_k$ in cm	Feldaufgang F in %		mittl. Pflanzenabstand $\bar{b}$ in cm		Varianten-Nr. (s. Tafel 1)
	35	70	35	70	
(4,5)	(172,8)	(345,7)	(12,9)	(6,4)	1.
6,0	129,6	259,3	17,2	8,6	1.; 2.1.
9,0	86,4	172,8	25,7	12,9	1.; 2.1.
12,0	64,8	129,6	34,3	17,2	1.; 2.1.; 2.2.
13,5	57,6	115,2	38,6	19,3	2.2.
18,0	43,2	86,4	51,5	25,7	2.2.

Bezugs- und Richtwerte für den Bestand:

— Bestandsdichte  $D_B = 100\,000$  Pfl./ha

— Toleranz der Bestandsdichte  $T_B = +10\%$   
—  $-15\%$

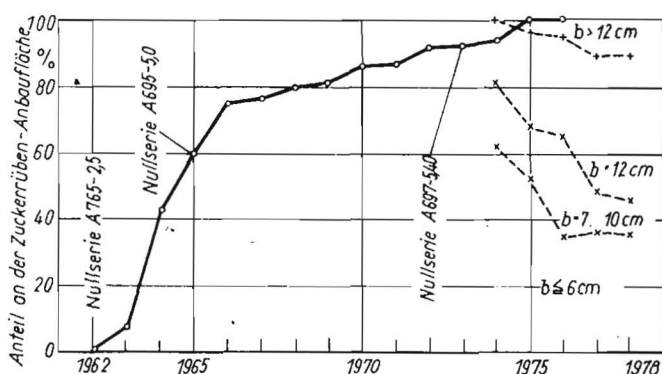
— Reihenabstand  $a = 45$  cm = 22222,2 lfm Reihe/ha  
= 2,22 m Reihe/m<sup>2</sup>

— mittlerer Pflanzenabstand  $\bar{b} = 22,2$  cm

— Standraumgrundfläche  $A = 1000$  cm<sup>2</sup>

— Feldaufgang  $F = 35 \dots 70\%$

Bild 1. Entwicklung der Verfahrensbedingungen zur Standraumzumessung  
— Anbaufläche in Einzelkornsaat  
x - - - - x Flächenanteil nach Kornabstands-Klassen



zwischen handarbeitsparenden und handarbeitslosen Verfahren. Mit ungefähr 35 % hat sich in den letzten drei Jahren der Flächenanteil stabilisiert, auf dem besonders aus Gründen unsicherer Feldaufgänge, höherer Verunkrautung bzw. mangelnder Herbizide usw. engere Kornabstände zur Bestandssicherung angewendet werden mußten. Weitergehenden Rückgang bis fast 10% lassen die Kornabstände 7 bis 10 cm erkennen, wogegen der typische Abstand an der Verfahrensgrenze (12 cm) mit etwa 45 % überwiegende Anwendung fand. Kornabstände > 12 cm, mit denen Bestände erzielt werden, die kaum noch einen korrigierenden Eingriff erlauben, sind unter den derzeitigen Bedingungen stark risikobelastet. Eine Ausdehnung des Anwendungsumfangs über den ausgewiesenen Anteil um 10% hinaus liegt jedoch in der Tendenz der Entwicklung. Trotz aller Schwierigkeiten und Risiken bahnt sich der Übergang zur vereinzlungslosen Standraumzumessung an. Mit der Einzelkornsaat in Kornabständen  $\geq 12$  cm beginnt dieser Übergang, weil unter den überwiegenden Feldaufgangsbedingungen korrigierende Eingriffe in den Keimpflanzenbestand kritisch werden, teilweise sogar ausgeschlossen sind, wenn die erforderliche Bestandsdichte nicht gefährdet werden soll. Die technologischen Grenzbedingungen hierzu wurden bereits eingehend dargestellt [1].

Der Trend dieser Entwicklung entspricht der wissenschaftlich-technischen Prognose. Er erhält seinen wesentlichsten Schub aus der landwirtschaftlichen Praxis und ergibt sich vorwiegend aus der Notwendigkeit zur Einsparung lebendiger Arbeit, Steigerung der Arbeitsproduktivität und der Produktion bei sinkenden Kosten.

### Vereinzlungsautomat und/oder Einzelkornsaat auf „Endabstand“?

Wie aus den Tafeln 1 und 2 deutlich wird, sind zwei grundsätzliche Verfahrenswege zur handarbeitslosen Standraumzumessung gangbar: Der erste führt unter Beibehaltung etwa der gegenwärtig auch für die handarbeitsarme Bestandskorrektur geltenden agrotechnischen Bedingungen zur selbsttätig-mechanischen Bestandskorrektur mit Hilfe eines Vereinzlungsautomaten. Die Vorteile dieser Verfahrenslösung liegen in der Möglichkeit, aus Einzelkornsaaten risikofreier Keimdichte  $D_K$  (Keimpfl./ha) ohne Handarbeit Bestände zu entwickeln, die in der Bestandsdichte  $D_B$  (Erntepfl./ha) voll befriedigen und in der Pflanzenverteilung bzw. Pflanzenfolge ausreichende Qualität aufweisen. Da die Qualität der beim automatischen Vereinzeln zu erreichenden Pflanzenfolge von der angetroffenen Keimpflanzenfolge abhängt — und damit von Kornabstand und Feldaufgang — ist es für den Vereinzlungsautomaten günstig, in Ausgangsbeständen möglichst enger Keimpflanzenfolge (6 bis 9 cm) zu arbeiten.

Der zweite Verfahrensweg zur handarbeitslosen Standraumzumessung verzichtet auf jede Korrektur des saatechnisch erzielten Pflanzenbestands, ist also der Weg der vereinzlungslosen Standraumzumessung. Er stützt sich allein auf die Einzelkornsaat und scheint daher von bestechender Einfachheit.

Aus gutem Grund ist dieser Verfahrensweg als der zweite, als der schwierigere dargestellt worden, denn er führt gegenwärtig nicht weiter als in den unteren Grenzbereich des Verfahrens. Mit jedem weiteren Schritt wächst das Risiko für ausreichende Bestandsdichte und gleich-

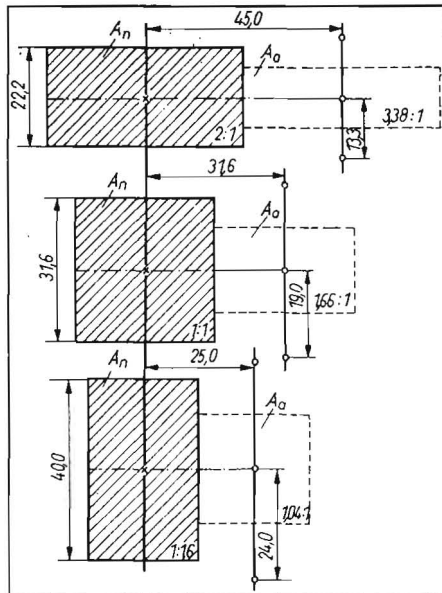


Bild 2. Nenn-Standräume  $A_n$  und Anlage-Standräume  $A_a$  (zu  $F = 60\%$ ) bei den Reihenabständen  $a_1 = 45$  cm,  $a_2 = 31,6$  cm und  $a_3 = 25$  cm;  $A_n:A_a = 1:0,6$

mäßige Pflanzenverteilung, für volle und stabile Erträge.

Auf direktem Weg von der handarbeitsarmen zur vereinzlungslosen Standraumzumessung werden die Risiken mit zunehmender Annäherung an den Nullwert des Handarbeitszeit-aufwands für die Bestandskorrektur immer deutlicher und spürbarer. Beim Überschreiten der Grenze zwischen beiden Verfahren — und das geschieht zuweilen auch gegen den ausdrücklichen Willen des Urhebers — treten die Unzulänglichkeiten in den Beziehungen zwischen dem angewendeten Kornabstand und der erreichten Keimpflanzendichte ebenso zutage wie die Unzulänglichkeiten der entstandenen Pflanzenfolge hinsichtlich Gleichmäßigkeit der Pflanzenabstände bzw. der Einzelpflanzenstandräume. Ursache dessen ist die Funktion einer unabhängigen Veränderlichen, die als Feldaufgang  $F$  bezeichnet wird.

Der Feldaufgang ist selbst ein Komplex von Faktoren, die nicht alle beliebig beeinflusst werden können, an deren Verbesserung aber energisch gearbeitet werden muß. Ziel der Anstrengungen ist die Stabilisierung des Feldaufgangs, d. h. die Einschränkung seiner Variationsbreite. Aussichtsreiche Ansätze dazu sind zu erkennen, doch kann eine kurzfristige

Lösung des Problems nicht erwartet werden. Die heute und wohl noch auf absehbare Zeit in Kauf zu nehmende Schwankungsbreite reicht von etwa 35 bis 70 %, also über ein Verhältnis von 1:2.

Die breite Variation des Feldaufgangs und der Zwang, die risikosichere Bemessung der Aussaatdichte und des Kornabstands nach seinem Minimum zu richten, führen zu einer ebenso breiten Variation der Keimpflanzendichte im Bestand. Vom Eintreffen der Voreinschätzung des Feldaufgangs hängen Möglichkeit und Zielbestimmung der Standraumzumessung ab.

### Engerer Reihenabstand ermöglicht größere Pflanzenabstände in der Reihe

Nachfolgend soll erörtert werden, wie es bei den charakterisierten Gegebenheiten des Feldaufgangs gelingen kann, den Weg zur vereinzlungslosen Standraumzumessung ohne Bestandsrisiko und mit besseren Ertragsaussichten fortzusetzen.

Die Überlegungen richten sich auf die Überwindung der Schwierigkeiten aus dem mangelhaften Feldaufgang durch Einschränkung des Reihenabstands. Das Gedankenmodell entspricht sinnbildlich der Anlage von Saatreihen in engen, risikofrei bemessenen Kornabständen, die aber durch eine Dehnung oder Streckung zu größerer Reihenlänge (durch engeren Reihenabstand!) gebracht werden und in diesem Zustand trotz minderen Feldaufgangs ihre günstigen Eigenschaften besserer Pflanzenverteilung behalten.

Bild 2 dient dem Verständnis der Zusammenhänge und zeigt im maßstäblichen Vergleich die sich aus den Nennwerten des Bestands ergebenden Standräume und die für einen Feldaufgang von 60% berechneten Anlage-Standräume bei verschiedenen Reihenabständen.

Es wird deutlich, daß der Standraum bei dem gegenwärtig angewendeten Reihenabstand  $a_1 = 45$  cm schon nominal eine ungünstige Form aufweist. Der berechnete Anlage-Standraum  $A_a$  verschlechtert die geometrische Form weiter, obgleich der dazu erforderliche Kornabstand  $b = 13,3$  cm für die Pflanzenfolge noch keine guten Voraussetzungen schafft. Mit dem Seitenverhältnis  $a:b = 3,38:1$  für 60% der Pflanzenabstände bzw. 37% der Standlängen im einfachen Kornabstand können die Ertragsbedingungen nicht als günstig gelten. In annähernd quadratischen, wenn auch dann viel zu großen Einzelpflanzenstandräumen stehen nur etwa 2,5% der Pflanzen.

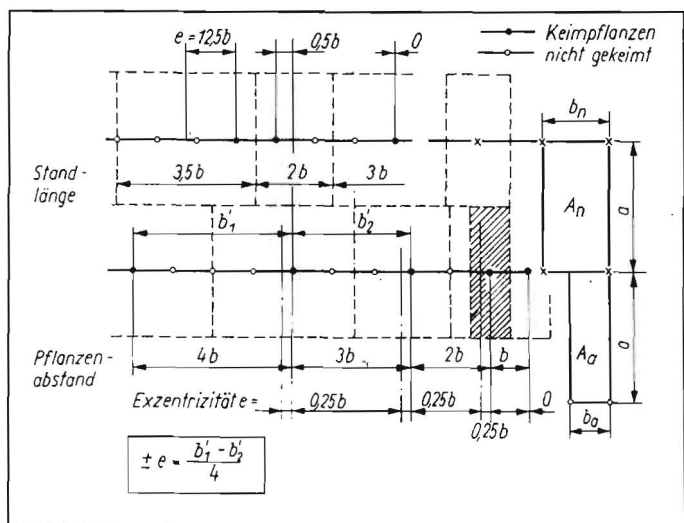


Bild 3. Geometrie der Standraumbedingungen

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  $A_n = 1000$  cm<sup>2</sup> 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

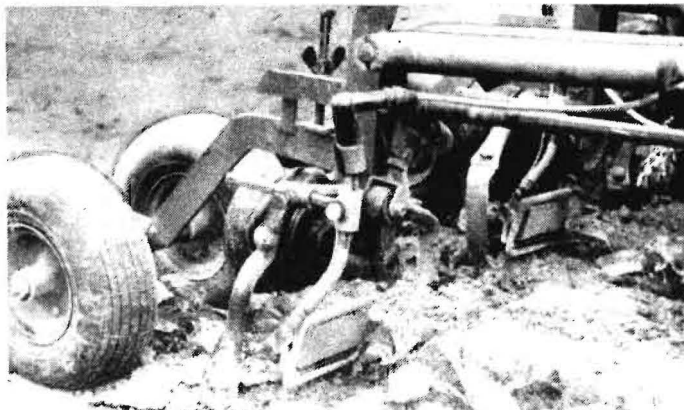


Bild 2. Hackwerkzeug am Vereinzlungsautomaten 6-JECZ (ČSSR)

