

# Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT  
FACHGEMEINSCHAFT LANDMASCHINEN IM VDMA  
MAX EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK

Heft 3/1956

MÜNCHEN

6. JAHRGANG

Dipl.-Ing. E. Balk, Gaggenau:

## Zur Mechanisierung des Rübenvereinzeln

*Technische Ansätze — biologische und wirtschaftliche Grenzen*

### Mechanisierung des Rübenverdünnens

Bisher hat sich das Rübenverdünnen jeder Mechanisierung weitgehend widersetzt, obwohl etwa 27 % des Gesamtarbeitsaufwandes im Zuckerrübenbau auf Vereinzlungsarbeiten entfallen [1]. Nur wenige Geräte sind hier und da bekannt geworden.

Fragt man, warum das Verdünnen überhaupt notwendig ist, oder nach den Gründen, warum es sich so schwer mechanisieren läßt, dann stößt man auf ein biologisches Problem, das mit dem Pflanzenwachstum der Zuckerrüben zusammenhängt.

Bekanntlich besteht das naturgegebene Samenteilchen der Zuckerrübe aus mehreren Samenkörnern, welche zu einem Samenknäuel vereinigt sind und daher mehrere Pflanzen treiben können. Um hiervon jeweils eine Pflanze stehen zu lassen, wird ein Vereinzlungsvorgang erforderlich. Andererseits darf man nicht von der Voraussetzung ausgehen, daß jedes Samenkorn aufgeht. Man muß außerdem einen Pflanzenüberschuß gegen Schädlingsbefall haben. Ferner ist eine Auslesewirkung bei anfangs dickem Pflanzenbestand erwünscht.

Aus allen diesen Gründen werden daher viel mehr Samenknäuel beim Drillen in Reihe ausgesät als Pflanzen benötigt werden. Nach dem Aufgehen der Saat soll durch das Verdünnen erreicht werden, daß in regelmäßigen Abständen jeweils eine gesunde Pflanze stehen bleibt, wobei je ha etwa 75 000—80 000 Pflanzen vorhanden sein müssen, damit zur Ernte mit einem Bestand von mindestens 65 000—70 000 Rüben je ha gerechnet werden kann [2].

Dieses Verdünnen ist an eine bestimmte Pflanzenwuchsspanne gebunden, wenn man keine unnötigen Ertragsverluste in Kauf nehmen will. Daher muß die gesamte Rübenanbaufläche in 10 bis höchstens 16 Arbeitstagen verdünnt werden [3].

Von diesem Gesichtspunkt aus sind die Bemühungen einzelner Landwirte mit großer Rübenanbaufläche zu verstehen, welche infolge des immer stärker in Erscheinung tretenden Arbeitskräftemangels in der Landwirtschaft zur Erleichterung und Beschleunigung des Rübenverdünnens zum Selbstgerätebau greifen, solange keine Industriegeräte dafür erhältlich sind.

### Arbeitsvorgänge beim Rübenverdünnen

Das Rübenverdünnen besteht im einzelnen aus dem Verhacken und dem Vereinzeln, oder dem gemeinsamen Verkrehlen.

Das Verhacken kann in leicht gebückter Ganghaltung vor sich gehen und ist daher nicht anstrengend, so daß von diesem Gesichtspunkt aus kein Grund zur Mechanisierung besteht.

Das Vereinzeln wird zumeist von Frauen durchgeführt, welche entweder stark gebückt durch die Rübenreihen gehen oder knieend kriechen, wobei sich abwechselnd eine Hand auf dem Boden abstützt, während die andere vereinzelt. Diese Tätigkeit ist unangenehm und anstrengend. Eine Mechanisierung durch weitgehende Arbeiterleichterung ist dringend erforderlich, sofern nicht das Vereinzeln durch Monogermisamen vermieden werden kann. Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Möglichkeiten zur Mechanisierung des Vereinzeln untersucht werden.

Das Verkrehlen ist ein Verhacken mit einer kurzen Handhacke in Vereinzlungsstellung bei gleichzeitigem Vereinzeln. Hierbei ist im wesentlichen der Gesichtspunkt berücksichtigt, daß der einzelne Arbeiter beim Verhacken Gefahr läuft, zu oberflächlich zu arbeiten — zu viel Pflanzen stehen zu lassen, welche das spätere Vereinzeln zusätzlich erschweren — solange er nicht die von ihm verhackte Reihe auch Vereinzeln muß. Außerdem sind Fußspuren auf dem Acker unerwünscht. Aus beiden Gründen ist das Verkrehlen bereits weitgehend verbreitet; obwohl sich die rund doppelt so große Arbeitsgeschwindigkeit beim Verhacken theoretisch nur unwirtschaftlich mit der Arbeitsgeschwindigkeit beim Vereinzeln koppeln läßt.

Im Rahmen dieser Untersuchungen soll daher die Möglichkeit des Verkrehlens auf einem Gerät zum Rübenvereinzeln wahlweise bestehen, jedoch nicht zahlenmäßig erfaßt werden.

### Einkeimiger Rübensamen

Wie bereits erwähnt, treibt das Samenknäuel der Zuckerrübe meist mehrere Keime und Pflanzen, die so ineinander verschlungen sind, daß nur eine behutsame Menschenhand in der Lage ist, eine einzige Pflanze davon stehen zu lassen. Prof. Dr.-Ing. Knolle ist es zu danken, daß er aus der Kenntnis dieser unerwünschten biologischen Eigenart des Rübensamens heraus die Entwicklung des einkeimigen Rübensamens (Monogermisamen) und damit eine Verbesserung und Beschleunigung des Vereinzlungsvorganges eingeleitet hat.

Mit dem Gleichstandsdrillschar wird einkeimiger Rübensamen in gleichmäßigen Abständen so ausgesät, daß zum Verdünnen nicht mehr das behutsame Trennen der ineinander verschlungenen Pflanzen, sondern nur ein Beseitigen der überzähligen Pflanzen erforderlich wird. Leider ist es bisher noch nicht gelungen, hundertprozentig einkeimigen Rübensamen zu erhalten. Außerdem scheint der Monogermisamen eine geringere Keimfähigkeit zu besitzen, weshalb gepflegte Rübenböden und gleichmäßige Saattiefe notwendig sind, um keine Rückschläge zu erhalten. In vielen Fällen wird Monogermisamen noch mit der Drillmaschine ausgesät, wobei die Verdünnungsschwierigkeiten wieder zunehmen. Die Voraussetzungen zu einer vereinfachten Verdünnungsarbeit liegen bei Monogermisamen also bereits bei der Saatbettbearbeitung und bei der Aussaat. Es ist zu wünschen, daß die ständigen Verbesserungen in der Herstellung und Pillierung des einkeimigen Rübensamens in naher Zukunft zum endgültigen Erfolg führen. Bis dahin zumindest ist auch bei Monogermisamen die Nachfrage nach einem zweckmäßigen Gerät zur Mechanisierung des Rübenvereinzeln noch immer akut.

### Geräte zur Mechanisierung des Verhackvorgangs (Ausdünnerr)

Obwohl für das Verhacken kein Grund zur Mechanisierung gegeben ist, sind inzwischen Ausdünnungsgeräte bekannt geworden, welche das Verhacken beim Verkrehlen weitgehend mechanisieren. Diese nach dem Vorbild der ausländischen „down-the-row-thinner“ entstandenen Geräte lichten den Bestand entlang der Rübenreihe durch bodenradangetriebene Messersterne bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit. Nach Koch und Ferlemann [1] ist bei Normal Saatbestand durch

zweimaliges Ausdünnen mit einem Ausdünnungsgerät eine Arbeitszeiteinsparung beim Verkehren in gleicher Größenordnung zu erreichen wie sie bisher durch Anwendung von Monogermsaat bestand. Außerdem wird durch den Einsatz von Ausdünnungsgeräten noch eine Verlängerung der Vereinzlungszeitspanne um mindestens eine Woche angegeben. Sofern sich diese Versuchsergebnisse auf breiter Feldbasis bestätigen, wäre neben Monogermsaat ein ebenbürtiger Weg für Normalsaat gegeben. Leider liegen noch keine Unterlagen darüber vor, ob die erreichbare Arbeitszeiteinsparung beim Verkehren den Einsatz von Schlepper mit Ausdünnungsgerät kostenmäßig ausgleichen kann. Diese Frage wurde bereits von G l a s o w [4] angeschnitten.

Der Vollständigkeit halber sind ferner noch die halbautomatisch und vollautomatisch gesteuerten Verhackgeräte zu nennen. Nach H e l l e r [12] bringt das halbautomatische Gerät keinen arbeitswirtschaftlichen Vorteil gegenüber Handarbeit und das vollautomatische Gerät 25 % Gewinn, wenn unkrautfreier Bestand vorliegt.

### Forderungen an Geräte zum Rübenvereinzeln

Bei den Bestrebungen, das Rübenvereinzeln zu mechanisieren, zeichnet sich bei einzelnen Firmen folgende Entwicklungsrichtung ab: Man verwendet einen fahrbaren Grundrahmen, der die Personen zum Vereinzeln trägt. Die reine Vorschubbewegung übernimmt ein Schlepper im Kriechgang, so daß den eingesetzten Personen die Vorwärtsbewegung abgenommen wird. Sie werden an den zu vereinzelnenden Rüben vorbeigefahren.

Diese Geräte sind jedoch in mancherlei Hinsicht verbesserungsfähig. Insbesondere müssen die Personen einen bequemen greifnahen Arbeitsplatz einnehmen können, so daß infolge Arbeiterleichterung ein weiterer Zeitgewinn im Arbeitsablauf erreicht wird. Hierzu versuchen folgende Überlegungen und Untersuchungen, die sich auf das Vereinzeln nach vorhergegangenem Verhacken beziehen, Klarheit über den einzuschlagenden Weg zu bringen.

### Arbeiterleichterung

Der menschliche Körper verwendet die aus dem Stoffwechsel gewonnene Energie zur Erhaltung der Lebensvorgänge, zur Einhaltung bestimmter Körperausgangsstellungen am Arbeitsplatz und zur reinen Muskelarbeit, welche äußerlich sichtbar in Erscheinung tritt. Nachdem die Muskelarbeit in diesem Falle bereits durch den gezogenen Grundrahmen auf die unvermeidbare Handbetätigung beim Vereinzeln beschränkt ist, und auf den Energiebetrag zur Erhaltung der Lebensvorgänge im Körper kein Einfluß gewonnen werden kann, besteht nur durch Auswahl der günstigsten Ausgangsstellungen zum Arbeitsplatz noch eine Möglichkeit zur Arbeiterleichterung. Hierfür gelten in etwa die Gesetze und Erfahrungen, wie sie in der betrieblichen Arbeitsplatzphysiologie bereits gewonnen wurden. Es ist bekannt, daß das Stehen, das Halten der Arme, das Abwinkeln der Beine, das Bücken und außergewöhnliche Kopflagen einen beachtlichen Energieaufwand erfordern, der unbedingt auf das Mindestmaß verringert werden muß, um Ermüdungserscheinungen zu vermeiden und die produktive Muskelarbeit zu fördern. Besonders ungünstig wirkt sich dabei die „statische Belastung“ der Muskeln aus, die überall auftritt, wo mit Muskelkraft nur gehalten, nicht bewegt wird. Die „statische Belastung“ bewirkt, daß dem gespannten Muskel infolge Verengung der Blutbahnen die Versorgung mit arbeitswirksamen Stoffen, deren Träger das Blut ist, abgeschnitten oder doch stark gedrosselt wird. Jede einseitige Dauerbelastung der Muskeln ermüdet und wirkt schädlich. Niemandem kann für Stunden, Tage und Wochen eine bestimmte Körperlage — Sitzen, Knien — zugemutet werden; denn selbst der völlig entspannte schlafende Mensch verändert seine Körperlage im Durchschnitt alle 15 Minuten. Diese Tatsache zwingt dazu, die günstigste Ausgangsstellung am Arbeitsplatz nicht nur nach dem Maßstab des geringsten Energieverbrauches, sondern ebenso nach der möglichen Entspannung durch geringe Lageveränderungen zu beurteilen. Solche Entspannungsmöglichkeiten bestehen beim Wenden des Gerätes, wobei die Personen absteigen. Ferner in geringen Lageveränderungen bei der einmal eingenommenen Ausgangsstellung und auf

Vorschlag des Verfassers auch in einem periodischen Wechsel zwischen zwei gleichgünstigen Ausgangsstellungen, die jeweils beim Wenden vorgenommen werden können.

### Das Testverfahren

Um zu ermitteln, welche Arbeitsstellung oder welche Kombination von zwei verschiedenen Arbeitsstellungen beim Rübenvereinzeln die größte Arbeiterleichterung bringen kann, sollen die in Tabelle 1 ausgewählten zehn Arbeitsstellungen nach einem vom Verfasser vorgeschlagenen Testverfahren untersucht und beurteilt werden. Dieses Verfahren konnte bisher nur auf eine geringe Anzahl von Bewertungen gestützt werden. Ein allgemeingültiges Ergebnis ist erst zu erreichen, wenn eine Vielzahl von Bewertungen vorliegen wird. Dann kann aus der Häufigkeitskurve der wahrscheinlich richtige Wert entnommen werden.

Für dieses Testverfahren werden folgende Vergleichsmaßstäbe eingeführt:

#### *Umkehrwert vom Mindestenergieverbrauch*

Der Mindestenergieverbrauch in der eingenommenen Arbeitsstellung kann nach dem Sauerstoffverbrauch oder nach dem Pulsschlag gemessen werden. Diese Untersuchungen wurden jedoch nicht vorgenommen. Nach dem vorgeschlagenen Testverfahren wurde der Versuch unternommen, eine Punktbewertung durchzuführen. Hierbei wurden Herzarbeit und Haltearbeit für Kopf, Beine, Arme einzeln bewertet und dann addiert. Als Richtwert für den Umkehrwert vom Mindestenergieverbrauch galt die Stellung des schlafenden Menschen mit 10 Punkten. Für Herzarbeit und Haltearbeit waren maximal je 5 Punkte erreichbar. Die Herzarbeit wurde relativ nach der Blutansaughöhe gleich dem Abstand des Herzens vom Boden punktbewertet, wobei der liegende Mensch mit 5 Punkten bewertet ist. Die Punktbewertung für Haltearbeit konnte auf die Weise gewonnen werden, daß die jeweilige Arbeitsstellung eingenommen und die subjektive, relative Anstrengungserleichterung nach Punkten ausgedrückt wurde. Nur die Schlafstellung soll 5 Punkte erreichen.

#### *Entspannungsmöglichkeiten*

Zur Bestimmung der Entspannungsmöglichkeiten wurde die jeweilige Arbeitsstellung eingenommen und danach eine subjektive, relative Punktbewertung nach dem Testverfahren durchgeführt, wobei als Richtwert die „Schlafstellung“ mit 20 Punkten angenommen wurde. Ein einwandfreies Ergebnis ist auch hier nur zu ermitteln, wenn aus einer Vielzahl von Bewertungen die Häufigkeitskurve aufgestellt und daraus der wahrscheinlich richtige Wert entnommen wird.

#### *Der Greiffaktor am Arbeitsplatz*

Nach Blomh [5] werden bei Handarbeit 65 Arbeitsstunden je ha zum Rübenvereinzeln benötigt. Dies entspricht bei einem Reihenabstand von 0,5 m einer Arbeitsgeschwindigkeit von etwa 300 m/h = 0,0833 m/sec. Zum Vereinzeln einer Pflanze (0,25 m Abstand in der Reihe) werden 3 Sekunden benötigt.

Beim Vereinzeln auf einem Gerät sollen größere Arbeitsgeschwindigkeiten erreicht werden, dann aber stehen entsprechend kürzere Zeiten für den Vereinzlungsvorgang zur Verfügung. Außerdem müssen mehrere Reihen gleichzeitig bei einheitlicher Vorschubgeschwindigkeit vereinzelt werden. Daher ist es wichtig, daß die Hände in der Arbeitsstellung einen möglichst großen Griffbereich haben, um bei Stoßbelastungen zunächst den Arbeitsbereich zurückverlegen und dann durch schnelleres Zugreifen wieder normalisieren zu können. Dieser Griffbereich der Hände über der Rübenreihe soll durch den meßbaren Greiffaktor gekennzeichnet werden, welcher so angenommen ist, daß 0,1 m Griffbereich bei einhändiger Arbeit mit 1 Punkt und bei zweihändiger Arbeit mit 2 Punkten bewertet wird. Arbeitsstellungen, welche einen geringeren Griffbereich als zwei Pflanzenabstände zu 0,25 m, also 0,50 m (5 Punkte bei einhändiger Arbeit, 10 Punkte bei zweihändiger Arbeit) aufweisen, müssen für ein Gerät ungeeignet erscheinen, selbst wenn noch so gute sonstige Voraussetzungen vorliegen.

#### *Anwendung auf Vereinzlungsgerät*

Mit den genannten drei Vergleichsmaßstäben wurde die aus Tabelle 1 ersichtliche zahlenmäßige Punktbewertung der ver-

**Tabelle 1: Bewertungstabelle für Arbeitsstellungen beim Rübenvereinzeln mit Gerät:**

Itd. Nr.	Arbeitsstellungen	Umkehrwert vom Energieverbrauch Punkte			Entspannungsmöglichkeiten, Punkte	Greiffaktor Punkte	Gesamtpunktzahl
		Herzarbeit	Haltearbeit				
1	Sitzen in Fahrtrichtung	2,0	3	11	12	28	
2	Sitzen quer z. Fahrtrichtung	2,0	3	11	18	34	
3	Sitzen 60° z. Fahrtrichtung	2,0	3	10	26	41	
4	Knieen quer z. Fahrtrichtung 1 Hand stützt sich ab	1,0	3	12	10	26	
5	Knieen quer z. Fahrtrichtung Oberkörper hängt im Geschirr	1,0	3	10	24	38	
6	Knieen 60° z. Fahrtrichtung Oberkörper hängt im Geschirr	1,0	2	10	26	39	
7	Sitzknieen quer z. Fahrtrichtung Oberkörper hängt im Geschirr	1,0	2	8	24	33	
8	Sitzknieen 60° z. Fahrtrichtung Oberkörper hängt im Geschirr	1,0	2	8	26	37	
9	Liegen in Fahrtrichtung 1 Hand stützt Kopf ab	5	1	12	4	22	
10	Liegen in Fahrtrichtung Kopfstütze vorhanden	5	4	8	8	25	

schiedenen Arbeitsstellungen gefunden, um daraus die günstigste für ein Gerät zum Rübenvereinzeln zu ermitteln.

Das Liegen erfordert zwar den geringsten Energieaufwand, bietet auch Entspannungsmöglichkeiten, doch schließen der geringe Griffbereich und Schwierigkeiten für eine Anbringung von Kopfstützen jede zweckmäßige Anwendung aus.

Von den untersuchten zehn Möglichkeiten stellten sich folgende drei Arbeitsstellungen als die günstigsten heraus:

Das Sitzen ist eine natürliche Körperstellung. Es bieten sich einige Entspannungsmöglichkeiten, obwohl nach eigenen Erfahrungen auf die Dauer Kreuzschmerzen auftreten können. Den größten Griffbereich erreicht man, wenn der Sitz so angeordnet ist, daß die Blickrichtung um 60° gegen Fahrt- und Rübenreihenrichtung abweicht (41 Punkte).

Beim Knieen liegt der Griffbereich gleich günstig, wenn die Blickrichtung auch hier 60° gegen die Fahrtrichtung abweicht (39 Punkte), der Oberkörper durch ein Geschirr gehalten wird, damit beide Hände zum Vereinzeln frei sind, und Knieepolster verwendet werden. Die Ausführung wird jedoch aufwendiger und umständlicher (Geschirranpassung) als bei der Sitzstellung und kann nach eigener Erfahrung trotz einiger Entspannungsmöglichkeiten auf die Dauer Kopfschmerzen hervorrufen.

Sitzknieen mit Blickrichtung 60° gegen Fahrtrichtung hat zwar einen gleich günstigen Griffbereich (37 Punkte) wie die beiden vorgenannten Arbeitsstellungen, ist jedoch wegen der notwendigen Gesäßunterstützung (Sattel) noch aufwendiger und umständlicher (Anpassung) als Knieen und führt nach eigenen Erfahrungen zu Verkrampfungen der Schenkel. Aus diesem Grunde ist eine Verwendung dieser Arbeitsstellung nicht zu empfehlen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß Sitzen sowie Knieen mit Oberkörperhalterung am günstigsten erscheinen, daß die Blickrichtung von 60° zur Fahrtrichtung und zur Rübenreihe den größten Griffbereich ergibt und daher besonders für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten gewählt werden sollte.

Um die besten Entspannungsmöglichkeiten bieten zu können, sollte abwechselnd Knieen mit Oberkörperhalterung und Sitzen angewendet werden.

Der Platzbedarf einer Person auf dem Gerät beträgt bei beiden Arbeitsstellungen etwa 70 mal 70 cm. Daher können bei den üblichen Reihenabständen niemals alle Personen in einer Reihe untergebracht werden. Es wird ein Gerät mit zwei Personenreihen erforderlich, wobei die zweite Reihe auf Lücke arbeitet. Diese Zweireihenausführung begünstigt die Kombination Sitzen und Knieen und gestattet zur Vereinfachung,

die eine Reihe mit Sitzplätzen und die andere mit Knieplätzen auszurüsten, welche beim Wenden des Gerätes von den Personen gewechselt werden.

### Zeitgewinn

Wie bereits unter dem Abschnitt „Arbeiterleichterung“ dargelegt, entspringt der mögliche Zeitgewinn, welcher in einer größeren Arbeitsgeschwindigkeit in Erscheinung tritt, aus der erreichten Arbeiterleichterung. Das läßt sich durch einen Steigerungsfaktor ausdrücken, welcher das Vielfache der Arbeitsgeschwindigkeit oder Flächenleistung angibt, die eine Person beim Vereinzeln auf dem Gerät im Vergleich zu einer Person ohne Gerät leisten kann. In diesem Steigerungsfaktor nimmt aber der Greiffaktor gerade bei einer gleichzeitigen mehrreihigen Arbeit unter einer Einheitsvorschubgeschwindigkeit eine besondere Bedeutung ein, da die einzelnen Rübenreihen nie einen gleichmäßigen Bestand oder gleichmäßig viel Unkraut aufweisen. Es ist daher bei einer Mannschaftsarbeit für den Einzelnen vorteilhaft, einen großen Griffbereich zu haben, damit er örtliche Arbeitsanhäufungen sicher bewältigen kann.

Nach Blohm [5] kann bei Handarbeit (Rübenvereinzeln, Reihenabstand 0,50 m) mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von etwa 300 m/h gerechnet werden. Inwieweit nun die Arbeitsgeschwindigkeit mit einem Gerät zum Rübenvereinzeln gesteigert werden kann, hängt außer von den erzielten Arbeiterleichterungen noch von der etwaigen Anwendung von Monogermisamen und nicht zuletzt von der Geschicklichkeit des Personals ab.

Bisher konnten Untersuchungen über die Abhängigkeit der erreichbaren Arbeitsgeschwindigkeiten vom Grad der Arbeiterleichterung nicht angestellt werden. Köbsell [6] nennt für das motorische Rübenvereinzeln Werte von 400, 500 und 600 m/h. Der oben definierte Steigerungsfaktor gegenüber reiner Handarbeit beträgt dann:

$$S = \frac{400}{300} = 1,33$$

$$S = \frac{500}{300} = 1,66$$

$$S = \frac{600}{300} = 2$$

Es erhebt sich nun die Frage, inwieweit die durch diesen Steigerungsfaktor ausgedrückte Erhöhung der menschlichen Arbeitsleistung (Lohneinsparung) einen wirtschaftlichen Einsatz des benutzten Gerätes zum Rübenvereinzeln ermöglicht.

### Wirtschaftlichkeit

In den bisherigen Abschnitten wurde versucht, die technischen Möglichkeiten zur Mechanisierung des Rübenvereinzeln nach rein biologischen Gesichtspunkten einzugrenzen, um durch Arbeiterleichterung gegenüber Handarbeit eine höhere menschliche Arbeitsleistung zu erreichen, welche formell durch den Steigerungsfaktor  $S$  gekennzeichnet wurde. Nunmehr gilt es, die wirtschaftlichen Grenzen für ein Gerät zum Rübenvereinzeln abzustecken.

Nach der bisherigen Entwicklungsrichtung wird zum Ziehen des Gerätes ein Schlepper benötigt. Es erhebt sich die Frage, ob bei gleicher Vereinzelnungsqualität der Kostenaufwand für Schlepper mit Fahrer und Vereinzelnungsgerät durch die bei Verwendung eines Vereinzelnungsgerätes zu erwartende Lohneinsparung ausgeglichen werden kann, und wie ein möglichst wirtschaftlicher Einsatz des Vereinzelnungsgerätes zu erreichen ist. Offensichtlich übt die Schleppergröße, die Betriebsstundenzahl je nach Betriebsgröße, die Reihenzahl des Vereinzelnungsgerätes einen Einfluß aus. Außerdem ist zu erwägen, ob der Schlepper bei dem langsamen Vereinzelnungsvorgang noch andere Nebenarbeiten gleichzeitig vornehmen kann. Hierbei kann an gleichzeitiges Hacken der Rüben gedacht werden, sofern die Arbeitsgeschwindigkeit durch das Vereinzelnungsgerät möglichst gesteigert werden und mit einem vollwertigen Hackvorgang gerechnet werden kann. Ferner ist es denkbar, daß im gleichen Arbeitsgang ein Verdünnungsgerät nach dem ausländischen „Thinner“ verwendet wird.

Tabelle 2: Jährliche Vereinzelnungsgerätestunden und Gerätestundenkosten v

Rübenfläche	Geschwindigkeit beim Vereinzeln	Vereinzelnungsgerät für					
		4 Reihen		8 Reihen		16 Reihen	
		(h)	v (DM/h)	(h)	v (DM/h)	(h)	v (DM/h)
1,5 ha	400 m/h	20,85	1,53 (2,11)	10,88	5,88 (8,10)	5,77	22,20 (30,50)
	500 m/h	17,10	1,87 (2,57)	9,00	7,12 (9,78)	4,83	26,50 (36,40)
	600 m/h	14,60	2,19 (3,01)	7,75	8,25 (11,35)	4,21	30,40 (41,70)
5 ha	400 m/h	69,50	0,46 (0,63)	36,25	1,76 (2,43)	19,23	6,68 (9,16)
	500 m/h	57,00	0,56 (0,77)	30,00	2,14 (2,93)	16,10	7,96 (10,92)
	600 m/h	48,70	0,66 (0,90)	25,85	2,48 (3,41)	14,03	9,12 (12,54)
20 ha	400 m/h	278,00	0,12 (0,16)	145,00	0,44 (0,61)	76,90	1,67 (2,29)
	500 m/h	228,00	0,14 (0,19)	120,00	0,53 (0,73)	64,40	1,99 (2,74)
	600 m/h	194,67	0,16 (0,23)	103,34	0,62 (0,85)	56,07	2,29 (3,14)

Die eingeklammerten Werte gelten auch hier wieder für ein Gerät mit kombinierter Arbeitsstellung.

Völlig abweichend von der bisherigen Entwicklungsrichtung könnte man auch daran denken, das Rübenvereinzelnungsgerät durch einen kleinen Aufbaumotor anzutreiben, um den großen Schlepper einzusparen. Hierbei erhebt sich die Frage, ob bei der geringen Betriebsstundenzahl des Rübenvereinzelnungsgerätes ein Aufbaumotor wirtschaftlicher als ein Schlepper arbeiten kann.

Zur Klärung aller angeschnittenen Fragen werden die Kosten  $K$  je Stunde beim Vereinzeln für Handarbeit, Arbeit mit Schleppergerät oder Aufbaumotorgerät ermittelt und verglichen. Hierzu können folgende Kostengleichungen aufgestellt werden:

Kosten bei Handarbeit:  $K_{HV} = x \cdot \mathcal{L}$  (DM/h)

Kosten bei Schlepperarbeit mit Vereinzelnungsgerät:

$$K_{SV} = \frac{x \cdot \mathcal{L}}{S} + u + v - h \text{ (DM/h)}$$

Kosten bei Arbeit mit Vereinzelnungsgerät und Aufbaumotor:

$$K_{AV} = \frac{x \cdot \mathcal{L}}{S} + m + v \text{ (DM/h)}$$

Hierbei bedeuten:

$x$  = Anzahl der Personen zum Vereinzeln oder Reihenzahl des Vereinzelnungsgerätes,

$\mathcal{L}$  = Stundenlohn einer Vereinzelnungsperson,

$S$  = Steigerungsfaktor,

$u$  = Kosten je Schlepperstunde mit Fahrer,

$v$  = Kosten je Vereinzelnungsgerätestunde,

$h$  = Kosten je Hackstunde beim Vielfachgerät,

$m$  = Kosten je Betriebsstunde eines Aufbaumotors.

Für die Rechnung wurden folgende Unterlagen zugrundegelegt:

1. Der Stundenlohn einer Person zum Rübenvereinzeln wurde mit  $\mathcal{L} = 1,-$  DM angenommen.

2. Der Steigerungsfaktor wurde bereits formell mit 1,33 bei 400 m/h, 1,66 bei 500 m/h und 2 bei 600 m/h festgelegt.

3. Als Schlepper zum Ziehen des Vereinzelnungsgerätes wurde erstens ein 12-PS-Schlepper bei 750 Jahresbetriebsstunden und zweitens ein 22-PS-Schlepper bei 1300 Jahresbetriebsstunden eingesetzt. Größere Schlepperstärken werden we-

gen der für Pflegearbeiten zu breiten Reifen aus der Betrachtung ausgeklammert. Hierfür können nach Schaefer-Kehnert [7] folgende Kosten je Schlepperstunde eingesetzt werden:

	12-PS-Schlepper	22-PS-Schlepper
Kosten je Schlepperstunde	1.57 DM	2.43 DM
Kosten für Fahrerstunde	1.20 DM	1.20 DM
$u$ = Schlepperstunde mit Fahrer	2.77 DM	3.63 DM

4. Um die Kosten für die Vereinzelnungsgerätestunde ( $v$ ) zu ermitteln, war es zweckmäßig, den landwirtschaftlichen Rahmen abzugrenzen. Es wurde daher erstens eine Betriebsgröße von 15 ha LN mit 3 ha Hackfrucht (1,5 ha Zuckerrüben, 1,5 ha Kartoffeln), zweitens eine Betriebsgröße von 50 ha LN mit 10 ha Hackfrucht (5 ha Zuckerrüben, 5 ha Kartoffeln) und drittens eine Betriebsgröße von 200 ha LN mit 40 ha Hackfrucht (20 ha Zuckerrüben, 20 ha Kartoffeln) angenommen, um im Zusammenhang mit der Arbeitsbreite oder Reihenzahl die voraussichtlichen Betriebsstunden des Vereinzelnungsgerätes festzulegen.

Da die wirtschaftliche Reihenzahl erst durch die Rechnung ermittelt werden kann, wurde für 50 cm Reihenabstand erstens ein 4-reihiges Gerät, zweitens ein 8-reihiges Gerät und drittens ein 16-reihiges Gerät angenommen.

Zur Bestimmung der Anschaffungskosten für ein Rübenvereinzelnungsgerät wurde je Reihe bei sitzender Arbeitsstellung (Sitzen  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung) mit 80,— DM, und bei kombinierter Arbeitsstellung (Sitzen  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung und Knien  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung) zusätzlich je Reihe mit 60,— DM gerechnet, jedoch diese Verteuerung beim 4-reihigen Gerät nur 2 mal, beim 8-reihigen Gerät nur 4 mal und beim 16-reihigen Gerät nur 8 mal angesetzt.

Als Jahreskosten wurden 10 % vom Anschaffungspreis angenommen.

Mit diesen Annahmen ergeben sich folgende Anschaffungskosten und Jahreskosten. Die eingeklammerten Werte gelten für ein Gerät mit kombinierter Arbeitsstellung.

	4 Reihen	8 Reihen	16 Reihen
Anschaffungskosten	DM 320 (440)	640 (880)	1280 (1760)
10 % = Jahreskosten	DM 32 (44)	64 (88)	128 (176)

Daraus wurden  $v =$  Kosten für die Vereinzelungsgeräte-  
stunde errechnet, indem die Jahreskosten durch die jährlichen  
Betriebsstunden dividiert wurden. Die jährlichen Betriebsstun-  
den wurden bei einem Rübenreihenabstand von 0,5 m (1 ha  
= 20 000 m) entsprechend den Arbeitsgeschwindigkeiten 400,  
500 und 600 m/h sowie der Reihenzahl des Vereinzelungs-  
gerätes errechnet, wozu beim 8-reihigen Gerät bei 500 m/h  
ein Zuschlag von 20 % für Rüst-, Wende- und Erholungszeit  
hinzugerechnet wurde. Dieser Wert wurde mit Rücksicht auf  
den wirtschaftlichen Einsatz in anderen Betriebsgrößen  
(Schlaglängen) beim 16-reihigen Gerät mit dem Faktor  $\frac{1}{1,4} =$   
0,72 verkleinert und beim 4-reihigen Gerät mit dem Faktor  
1,4 vergrößert.

Das Ergebnis der Rechnung ist in Tabelle 2 zusammengestellt.  
Bei 20 ha Rübenfläche genügt ein 4-reihiges Gerät schon  
nicht mehr, da über 16 Tage zum Vereinzeln benötigt wer-  
den. Es ist jedoch denkbar, daß die halbe Anbaufläche etwa  
14 Tage später ausgesät wird, um die entsprechend später  
auflaufenden Pflanzen dann rechtzeitig vereinzeln zu könn-  
en.

5. Für den Fall, daß bei den Arbeitsgeschwindigkeiten von  
400, 500 und 600 m/h beim Vereinzeln ein gleichzeitiges  
Hacken vorgenommen werden könnte, wozu nur Frontanbau-

oder Bauchanbaugeräte zu verwenden sind, wurde mit fol-  
genden Annahmen die mögliche Kostenersparnis je Verein-  
zelungsgerätestunde errechnet.

- a) Es können beim 4-reihigen Gerät 4 Rübenreihen (2 m Ar-  
beitsbreite), beim 8- und 16-reihigen Gerät nur jeweils 5  
Rübenreihen (2,5 m Arbeitsbreite) beim Vereinzeln gleich-  
zeitig gehackt werden.
- b) Als Hackgerät wird ein Vielzweckgerät verwendet, wel-  
ches mit der Ausrüstung als Kartoffelkulturgerät auch für  
die Kartoffelpflege eingesetzt wird und als Front- oder  
Bauchanbaugerät nur vom Schlepperfahrer überwacht  
wird.
- c) Die Anschaffungskosten für diese Vielfachgeräte gemäß  
b) betragen:
- |   |   |                  |
|---|---|------------------|
| 2 m (1,25 m) Arbeitsbreite<br>(12-PS-Schlepper) | 4-reihig hacken<br>2-reihig Kartoffelpflege<br>Spurlockerer | rd. DM<br>1350.— |
| 2,5 m Arbeitsbreite<br>(22-PS-Schlepper)        | 5-reihig hacken<br>4-reihig Kartoffelpflege<br>Spurlockerer | 2400.—           |
- d) Nach Preuschen [8] wurde bei 4-maligem Maschinen-  
hacken für Rüben (2 m Arbeitsbreite) 2 mal mit 48 ar/h  
und 2 mal mit 60 ar/h gerechnet, so daß sich umgerechnet

**Tabelle 3: Ausnutzung und Stundenkosten der Vielzweckgeräte**

Rechnungsdaten	Abkürzung	Dimension	Vielzweckgerät					
			2,00 (1,25) m Arbeitsbreite (12-PS-Schlepper) Anbauflächen			2,50 m Arbeitsbreite (22-PS-Schlepper) Anbauflächen		
			1,5 ha	5 ha	20 ha	1,5 ha	5 ha	20 ha
1 Anschaffungspreis	A	DM	1350			2400		
2 Nutzungsdauer nach Jahren	N	Jahre	$0,5 \cdot (20 + 15) = 17,5$			17,5		
3 Nutzungsdauer nach Fläche	n	ha	$0,5 \cdot (1200 + 1200) = 1200$			$0,091 \cdot (4 \cdot 2400 + 7 \cdot 1500) = 1827$		
4 Nutzungsdauer nach Stunden	$z = \frac{y}{j} \cdot n$	h	$1200 \cdot 2,33 = 2800$			$1827 \cdot 1,41 = 2580$		
5 Reparaturkostenfaktor	r	% von A	$0,5 \cdot (0,7 + 0,5) = 0,6$			0,6		
6 Wartungskosten	w	Lohnst.	$0,5 \cdot (0,34 + 0,1) = 0,22$			0,22		
7 Festkostenfaktor	f	% von A	0,04			0,04		
8 Stundenlohn	L	DM/h	1,20			1,20		
9 Schwelle der veränderlichen Abschreibungen	$\frac{n}{N}$	ha/Jahr	68,7			104		
10 jährl. Ausnutzung nach Arbeitsfläche	j	ha/Jahr	16,5	55	220	16,5	55	220
11 jährl. Ausnutzung nach Zeit	y	h/Jahr	38,5	128,5	514	23,2	77,5	310
12 Feste Kosten	$\frac{A \cdot f}{y}$	DM/h	1,40	0,42	0,10	4,14	1,24	0,31
13 Abschreibung	$\frac{A}{N \cdot y}$	DM/h	2,00	0,60	—	5,92	1,77	—
14 Reparatur	$\frac{A \cdot r \cdot N \cdot y}{z \cdot z}$	DM/h	0,07	0,23	—	0,08	0,26	—
15 Abschreibung	$\frac{A}{z}$	DM/h	—	—	0,48	—	—	0,93
16 Reparatur	$\frac{A \cdot r}{z}$	DM/h	—	—	0,29	—	—	0,56
17 Wartung	L · w	DM/h	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
18 Gesamtkosten	K	DM/h	3,73	1,51	1,13	10,40	3,53	2,06

7,48 h/ha und bei 50 cm Reihenabstand eine mittlere Arbeitsgeschwindigkeit von  $v_m = 2680$  m/h ergeben. Für Rüst- und Wendezeiten wurden noch 15 % hinzugerechnet, so daß 8,6 h/ha und entsprechend Einmannbedienung 8,6 Akh/ha erhalten wurden. Für 2,5 m Arbeitsbreite gilt umgerechnet 6,9 h/ha und 6,9 Akh/ha.

Für Kartoffelpflege kann nach Preuschen [8] 2-reihig (1,25 m Arbeitsbreite) mit 47 ar/h und 4-reihig (2,5 m Arbeitsbreite) mit 94 ar/h gerechnet werden. Bei 7-maliger Bearbeitung ergeben sich umgerechnet 2-reihig 14,9 h/ha und 4-reihig 7,45 h/ha. Für Rüst- und Wendezeiten wurden wiederum 15 % hinzugerechnet, so daß 2-reihig mit 17,1 h/ha und 4-reihig mit 8,6 h/ha, sowie entsprechend Einmannbedienung mit 17,1 Akh/ha und mit 8,6 Akh/ha gerechnet werden kann.

Bei den ausgewählten Betriebsgrößen (Anbauflächen für Rüben und Kartoffeln) konnten damit folgende Jahresbetriebsstunden für die beiden Vielzweckgeräte gefunden werden.

Jahresbetriebsstunden bei	Vielzweckgerät					
	2,00 (1,25) m Arbeitsbreite (12-PS-Schlepper)			2,5 m Arbeitsbreite (22-PS-Schlepper)		
	Anbauflächen			Anbauflächen		
	1,5 ha	5 ha	20 ha	1,5 ha	5 ha	20 ha
Rüben	12,9	43	172	10,3	34,5	138
Kartoffeln	25,6	85,5	342	12,9	43	172
Insgesamt y	38,5	128,5	514	23,2	77,5	310

e) Mit den Werten von c) und d) wurden nunmehr nach Schaefer-Kehnert [7] folgende Rechnungsdaten und Betriebsstundenkosten erhalten und in Tabelle 3 zusammengestellt.

f) Die nach e) ermittelten Betriebsstundenkosten gelten gemäß d) für eine Arbeitsgeschwindigkeit beim Rübenmaschinieren von 2680 m/h. Die mögliche Kostenersparnis bei gleichzeitigem Fronthacken bei den Vereinzlungsgeschwindigkeiten von 400, 500 und 600 m/h wurden entsprechend den Geschwindigkeitsverhältnissen umgerechnet.

Gesamtkosten bei Arbeitsgeschwindigkeit	Einheit	Vielzweckgerät						
		12-PS-Schlepper Anbauflächen			22-PS-Schlepper Anbauflächen			
		1,5 ha	5 ha	20 ha	1,5 ha	5 ha	20 ha	
m/h								
2680	k	DM/h	3,73	1,51	1,13	10,40	3,53	2,06
400	h	"	0,56	0,23	0,17	1,55	0,53	0,30
500	h	"	0,70	0,28	0,21	1,94	0,66	0,38
600	h	"	0,84	0,34	0,26	2,33	0,79	0,45

6. Zur Ermittlung der Kosten für eine Betriebsstunde des Aufbaumotors zum Vereinzlungsgerät wurden in Tabelle 4 zunächst die Gewichte überschlägig angenommen. Mit diesen Gewichten und einer maximalen Fahrgeschwindigkeit von 1000 m/h = 1 km/h wurde der Leistungsbedarf  $N_W = (W_R + W_S) \cdot v$  aus dem Rollwiderstand  $W_R = f \cdot G$  auf

$$\frac{270}{270}$$

dem Acker ( $f = 0,1$ ) und dem Steigungswiderstand  $W_S = G \cdot \sin \alpha$  bei  $\alpha = 20^\circ$  Steigung errechnet [9]. Zur Verringerung der Lärmbelastigung bei 2-Takt-Vergasermotoren und mit Rücksicht auf Leistungsreserven wurden jedoch wesentlich stärkere Motorengrößen gewählt, für welche Schaefer-Kehnert [7] die Betriebsstundenkosten bereits errechnet hat.

Nach diesen Werten konnten für die in Tabelle 2 angegebenen jährlichen Vereinzlungsgerätestunden die Kosten je Aufbaumotorstunde  $m$  interpoliert werden. Die Ergebnisse sind entsprechend der Rübenfläche, der Reihenzahl der Vereinzlungsgeräte und der Arbeitsgeschwindigkeit beim Vereinzeln geordnet in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 4: Rechnungsannahmen für den Aufbaumotor zum Vereinzlungsgerät

	Dimension	Vereinzlungsgerät mit Aufbaumotor		
		4 Reihen	8 Reihen	16 Reihen
Gewicht Grundgerät	kg	120	240	480
Gewicht Personen je 75 kg	kg	300	600	1200
Gewicht Aufbaumotor mit Getriebe und Bremse	kg	24	36	48
Gesamtgewicht	kg	444	876	1728
Rollwiderstand $W_R = 0,1 \cdot G$	kg	44,4	87,6	172,8
Steigungswiderstand $W_S = G \cdot \sin \alpha$ $\alpha = 20^\circ$	kg	152,0	300,0	582
$W = W_R + W_S$	kg	196,4	387,6	754,8
Leistungsbedarf $N_W = \frac{W \cdot v}{270}$	PS	0,73	1,43	2,8
gewählte Motorleistung	PS	2,3	4,5	7
Motorgröße	cm <sup>3</sup>	100	200	280

7. Irgendwelche zusätzliche Kosten für Monogermisamen oder Gleichstandssäsure für Monogermisamen wurden nicht berücksichtigt.

Mit den gewonnenen Unterlagen wurden nunmehr die Betriebskosten je Vereinzlungsstunde nach den Kostengleichungen errechnet. Das Ergebnis ist für die gewählten Rübenflächen aus den Tabellen 6 für 1,5 ha, 7 für 5 ha und 8 für 20 ha zu entnehmen. Um einen anschaulichen Überblick zu gewinnen, wurden in Abbildung 1 die Stundenkosten für ein Vereinzlungsgerät mit Sitzstellung bei 500 m/h Arbeitsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Reihenzahl dargestellt, und zwar einschließlich Schlepperkosten oder Kosten für einen Aufbaumotor. Hier ist zu erkennen, daß die Betriebskosten beim Vereinzeln mit Vereinzlungsgerät nur bei 20 ha Rübenfläche in der Größenordnung der Handarbeit gehalten werden können, und daß die Rübenfläche den größten Einfluß auf die Betriebskosten beim Vereinzeln mit Gerät ausübt. Aus diesem Grunde war es zweckmäßig, die übrigen Einflüsse auf die Betriebskosten des Vereinzlungsgerätes wie Sitzstellung, kombinierte Sitz-Kniestellung, Schleppergröße, gleichzeitiges Hacken und Arbeitsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Rübenanbaufläche darzustellen. Um den Übergang von der Reihenzahl zur Anbaufläche zu finden, wurde die wirtschaftliche Reihenzahl eingeführt. Unter dieser soll die Reihenzahl des Vereinzlungsgerätes verstanden werden, welche bei den einzelnen Rübenanbauflächen die relativ geringsten Stundenkosten aufweist.

Wird das Vereinzlungsgerät vom Schlepper gezogen, kann die „wirtschaftliche Reihenzahl“ für die verschiedenen Rübenflächen ermittelt werden, indem man eine Gerade durch den 0-Punkt an den jeweiligen Kurvenzug anlegt und bei diesem Berührungspunkt die Reihenzahl abliest. Bei 1,5 ha Rübenfläche liegt die wirtschaftliche Reihenzahl zwischen 4 und 6 und wurde für die weitere Rechnung mit 4 gewählt. Bei 5 ha Rübenfläche gilt entsprechend 8 bis 11, gewählt 8. Bei 20 ha Rübenfläche beginnt die wirtschaftliche Reihenzahl mit 16.

Beim Vereinzelungsgerät mit Aufbaumotor führt die oben genannte Methode zur Bestimmung der wirtschaftlichen Reihenzahl erst dann zum Ergebnis, wenn die Kurven nicht durch den 0-Punkt gehen. Dies liegt in Wirklichkeit auch vor, da eine Mindestmotorggröße von etwa 50 ccm als Begrenzung angesehen werden kann, wodurch sich eine 0-Punkt-Verschiebung ergibt. Um dies in etwa darzustellen, wurde die Strecke vom 0-Punkt bis zum Wert bei 20 ha Rübenfläche und Reihenzahl 16 auf die Kurven bei 5 ha und 1,5 ha Rübenfläche vom 0-Punkt aus übertragen, die gefundenen Punkte mit dem 0-Punkt durch eine Gerade verbunden, eine Parallele zu diesen Geraden an den Kurvenzug angelegt und bei dem Berührungspunkt die wirtschaftliche Reihenzahl abgelesen. Diese liegt bei einer Rübenfläche von 1,5 ha bei 4, von 5 ha bei 6 und von 20 ha bei 8.

Damit kommt zum Ausdruck, daß ein Vereinzelungsgerät mit Aufbaumotor bei geringerer Reihenzahl relativ wirtschaftlicher arbeitet als ein Gerät, welches vom Schlepper gezogen wird. Absolut genommen gilt diese Aussage nur bei einer 20-ha-Rübenfläche, da bei kleineren Rübenflächen das vom Schlepper gezogene Gerät billiger arbeiten kann.

In den Tabellen 6, 7 und 8 sind unter „wirtschaftliche Reihenzahl“ bereits für die oben ermittelten Werte die Verhältniszahlen für Handarbeit = 1 zusammengestellt. Gleichzeitig soll über diese Verhältniszahlen der Anteil der Vereinzelungskosten am Ernterohrertrag dargelegt werden. Hierzu wurden folgende Annahmen zur Bestimmung des Kopplungspunktes für Handarbeit = 1 getroffen:

durchschnittlicher Ernteertrag bei Zuckerrüben 350 dz/ha [10]  
 durchschnittlicher Preis 6 DM/dz

Ernterohrertrag =  $350 \cdot 6 = 2100$  DM/ha  
 Arbeitszeit beim Vereinzel von Hand 65 Akh/ha [5]  
 Stundenlohn 1 DM/Akh

Kosten beim Vereinzel von Hand:  $65 \cdot 1 = 65$  DM/ha

Der Kopplungspunkt kann gefunden werden, indem die Kosten beim Vereinzel von Hand in Prozentzahlen des Ernterohrertrages ausgedrückt wird. Er beträgt  $\frac{65 \cdot 100}{2100} = 3,1\%$ .

Mit diesem Faktor sind die Verhältniszahlen für die wirtschaftlichen Reihenzahlen der Tabellen 6, 7 und 8 zu vervielfachen, um die einzelnen Einflüsse auf die Kosten beim Vereinzel mit Gerät in Abhängigkeit vom Ernterohrertrag zu veranschaulichen.

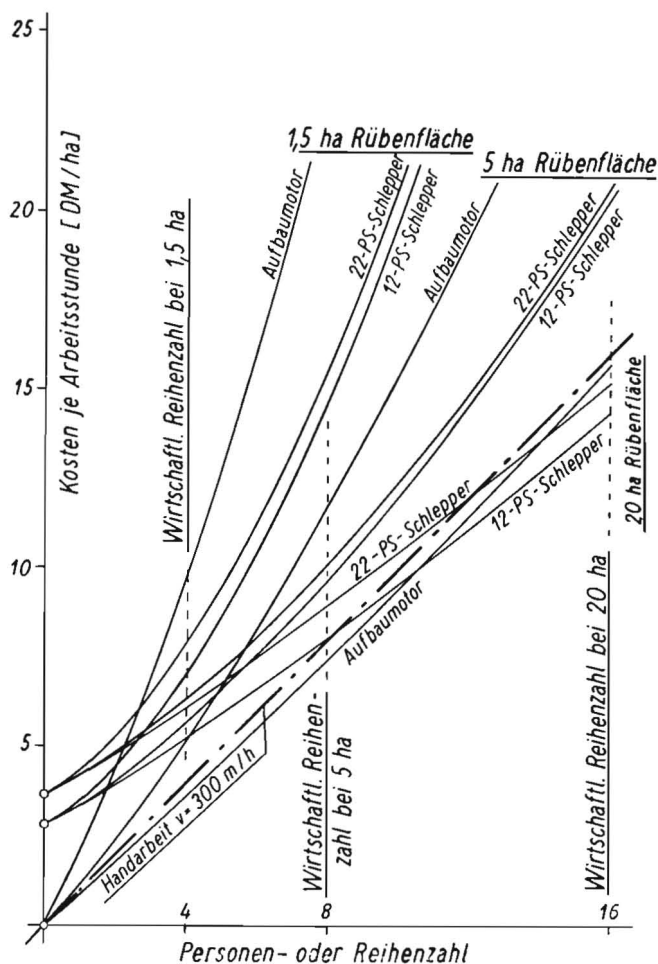


Abb. 1: Stundenkosten beim Vereinzelungsgerät mit Sitzstellung bei 500 m/h

Das Ergebnis kann den Abbildungen 2 für 12-PS-Schlepper, 3 für 22-PS-Schlepper und 4 für Aufbaumotor entnommen werden. Hierbei ist zu beachten, daß bereits nach Abbildung 1 die wirtschaftliche Reihenzahl gewählt wurde, so daß

Tabelle 5: Jährliche Vereinzelungsgerätestunden und Aufbaumotorkosten m

Rübenfläche	Geschwindigkeit beim Vereinzel m/h	Aufbaumotor für Vereinzelungsgerät					
		100 ccm 4 Reihen		200 ccm 8 Reihen		280 ccm 16 Reihen	
		(h)	m (DM/h)	(h)	m (DM/h)	(h)	m (DM/h)
1,5 ha	400	21	4,70	11	10,60	6	23,5
	500	17	5,50	9	11,80	5	25,5
	600	15	6,00	8	12,80	4	28,5
5 ha	400	70	1,88	36	4,30	19	8,85
	500	57	2,16	30	4,83	16	10,10
	600	49	2,38	26	5,42	14	11,10
20 ha	400	278	1,00	145	2,06	77	3,78
	500	228	1,04	120	2,18	64	4,13
	600	195	1,10	103	2,30	56	4,40

Die Werte für den Aufbaumotor beim 8-reihigen und 16-reihigen Gerät bei 1,5 ha Rübenfläche konnten nur überschlägig interpoliert werden. Da sie jedoch ganz aus dem Rahmen fallen, wurde auf größere Genauigkeit verzichtet.

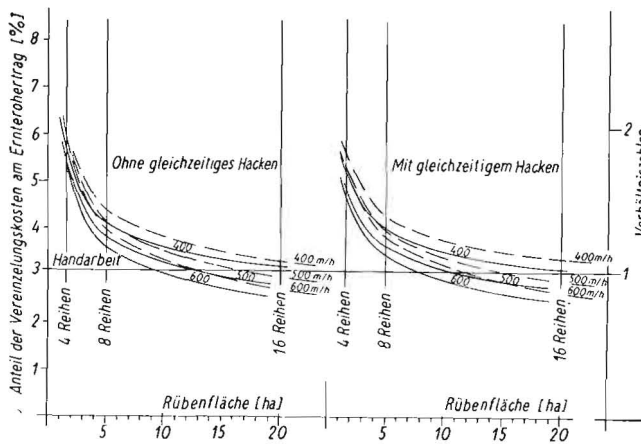


Abb. 2: Anteil der Vereinzelnungskosten am Ernterohrertrag  
Vereinzelnungsgerät vom 12-PS-Schlepper gezogen  
— — — Sitzstellung — — — Kombinierte Sitz-Kniestellung

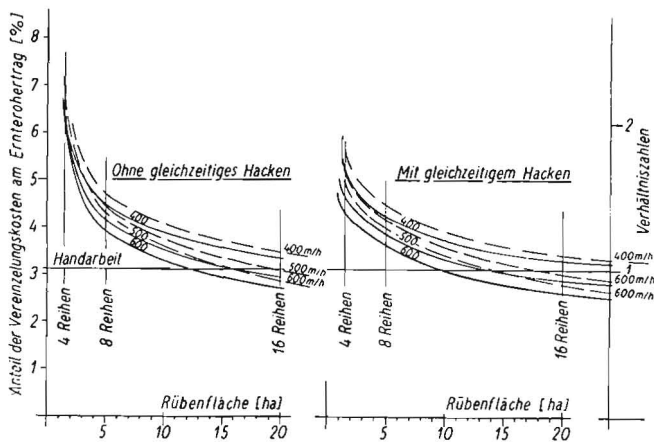


Abb. 3: Anteil der Vereinzelnungskosten am Ernterohrertrag  
Vereinzelnungsgerät vom 22-PS-Schlepper gezogen  
— — — Sitzstellung — — — Sitz-Kniestellung

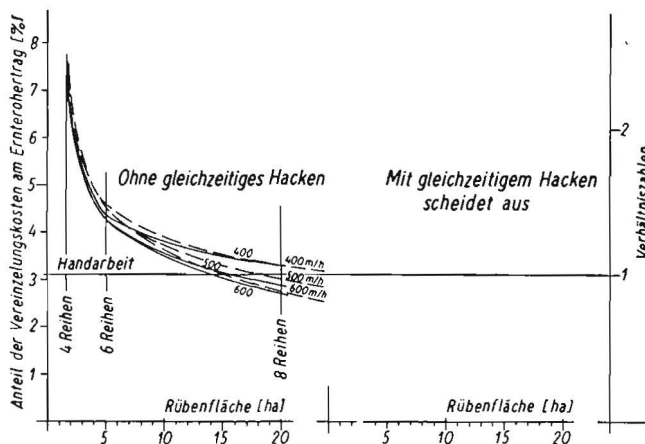


Abb. 4: Anteil der Vereinzelnungskosten am Ernterohrertrag  
Vereinzelnungsgerät mit Aufbaumotor  
— — — Sitzstellung — — — Kombinierte Sitz-Kniestellung

die aus den Abbildungen 2, 3 und 4 ersichtlichen Werte Mindestkosten darstellen, welche sich bei anderen Reihenzahlen erhöhen können.

Der Einfluß der Rübenanbaufläche ist überragend. Bei 1,5 ha Rübenfläche wird im Vergleich zu 20 ha Rübenfläche bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 500 m/h mit Vereinzelnungsgerät beim 12-PS-Schlepper der 1,86 fache, beim 22-PS-Schlepper der 2,03 fache und beim Aufbaumotor der 2,51 fache Anteil am Ernterohrertrag beansprucht. Daher ist es in keinem Falle zu erreichen, daß bei der Vielzahl der Betriebe

mit kleiner Rübenfläche die Kosten beim Vereinzeln mit Gerät in der Größenordnung der Handarbeit gehalten werden können, wie es bei der geringen Anzahl der Betriebe mit großer Rübenfläche durchweg möglich ist.

Beim vom Schlepper gezogenen Vereinzelnungsgerät muß eine Mindestreihenzahl von etwa 10 bis 12 und eine Mindestanbaufläche von etwa 10 bis 16 ha gefordert werden, wenn die Kosten bei Handarbeit nicht überschritten werden sollen. Betriebe mit kleinerer Anbaufläche können nur durch Verwendung eines gemeinschaftlichen Gerätes dieser Größe gleich günstig wie bei Handarbeit arbeiten, während Betriebe mit größerer Anbaufläche bei Geräten größerer Reihenzahl kostengünstiger vorteilhafter als bei Handarbeit arbeiten können.

Nun sind aber in den letzten Jahren Vereinzelnungsgeräte mit 5 bis 6 Reihen bekannt geworden. Da wirtschaftliche Überlegungen wohl kaum den Anstoß hierzu gegeben haben, kann vermutet werden, daß der Arbeitskräftemangel in der Landwirtschaft die entscheidende Triebfeder ist. In diesem Falle kann der betriebliche Vorteil des Vereinzelnungsgerätes darin erblickt werden, daß in dem zur Verfügung stehenden Vereinzelnungszeitraum rechtzeitig Arbeitskräfte zum Vereinzeln zu bekommen sind.

Man darf nicht übersehen, daß in dem rechtzeitigen, sorgfältigen Vereinzeln die Verantwortung für die kommende Ernte liegt, und daß durch zu spätes oder mangelhaftes Vereinzeln ein weit größerer Anteil am Ernterohrertrag verlorengehen kann, als durch Mehraufwendung für ein Vereinzelnungsgerät aufzuwenden ist.

Das Beispiel zeigt, daß man in besonderen Fällen die Bedeutung der Wirtschaftlichkeitsrechnung nicht überschätzen darf. Wenn jedoch bereits Vereinzelnungsgeräte verwendet werden, sollte man den Nutzen aus dieser Wirtschaftlichkeitsrechnung ziehen und ein Vereinzelnungsgerät mit mindestens 10 bis 12 Reihen verwenden.

Wie bereits erwähnt, ist der wirtschaftliche Einsatz des Vereinzelnungsgerätes mit Aufbaumotor ganz besonders stark von der Größe der Rübenfläche abhängig. Daher bringt seine Verwendung keinerlei wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem vom Schlepper gezogenen Gerät. Nur wenn es gelingt, den Aufbaumotor noch für andere Zwecke nutzbar zu machen, so daß eine größere Betriebsstundenzahl erreicht wird, kann mit einer größeren Wirtschaftlichkeit gerechnet werden. Aber selbst dann ist noch zu prüfen, ob wegen der physiologischen Belastung der Vereinzelnungspersonen durch den 2-Takt-Motor nicht doch auf einen Dieselschlepper zurückgegriffen werden muß.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit des Vereinzelnungsgerätes bringt der 12-PS-Schlepper gegenüber dem 22-PS-Schlepper bei 20 ha Rübenfläche und 500 m/h Arbeitsgeschwindigkeit einen Vorteil von 5 %, wenn für Handarbeit = 100 % gilt. Das gleichzeitige Hacken beim Vereinzeln kann die Wirtschaftlichkeit des Vereinzelnungsgerätes bei 500 m/h Arbeitsgeschwindigkeit und 20 ha Rübenfläche beim 12-PS-Schlepper um 1 % und beim 22-PS-Schlepper um 2 % steigern, wenn für Handarbeit = 100 % gilt. Der Gewinn ist bei diesen Arbeitsgeschwindigkeiten derart gering, daß kaum ein Grund zu dieser Koppelung von Arbeitsgängen verschiedener Arbeitsgeschwindigkeiten besteht, zumal erst noch nachzuweisen wäre, daß der Hackvorgang bei den geringen Arbeitsgeschwindigkeiten ungestört abläuft und keine Verstopfung der Hackmesser durch Unkraut eintritt.

Aus physiologischen Überlegungen wurde eingangs die Verwendung eines Vereinzelnungsgerätes mit kombinierter Arbeitsstellung Sitzen und Knien vorgeschlagen, um durch Arbeiterleichterung größere Arbeitsgeschwindigkeiten erreichen zu können. Eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit von 500 auf 600 m/h bringt bei 20 ha Rübenfläche einen Gewinn von 8 %, sowohl beim 12-PS-Schlepper als auch beim 22-PS-Schlepper.

Wenn man unterstellt, daß bei gleicher Vereinzelnungsqualität diese Geschwindigkeitssteigerung durch die kombinierte Arbeitsstellung erreichbar wäre, ist von diesen 8 % die Verteuerung durch die kombinierte Arbeitsstellung von 5 % in



Tabelle 6—8: Kosten der Vereinzelnungsstunde in DM/h bei 1,5, 5 und 20 ha Rübenfläche

Personen-Reihenzahl	Handarbeit	12-PS-Schlepper						22-PS-Schlepper						Aufbaumotor ohne Hacken		
		ohne Hacken			mit Hacken			ohne Hacken			mit Hacken			400 m/h	500 m/h	600 m/h
		400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h
4	4	7,31 (7,89)	7,05 (7,75)	6,96 (7,78)	6,75 (7,33)	6,35 (7,05)	6,12 (6,94)	8,17 (8,75)	7,91 (8,61)	7,82 (8,64)	6,62 (7,20)	5,97 (6,67)	5,49 (6,31)	9,24 (9,82)	9,78 (10,48)	10,19 (11,01)
8	8	14,67 (16,89)	14,71 (17,37)	15,02 (18,12)	14,11 (16,33)	14,01 (16,67)	14,18 (17,28)	15,53 (17,75)	15,57 (18,23)	15,88 (18,98)	13,98 (16,20)	13,63 (16,29)	13,55 (16,65)	22,50 (24,72)	23,74 (26,40)	25,05 (28,15)
16	16	37,01 (45,31)	38,91 (48,81)	41,17 (52,47)	36,50 (44,85)	38,31 (48,31)	40,43 (51,93)	37,87 (46,17)	39,77 (49,67)	42,03 (53,33)	36,32 (44,62)	37,93 (47,73)	39,70 (51,00)	57,74 (66,04)	61,64 (71,54)	66,90 (78,20)
wirtschaftl. Reihenzahl		1,83 (1,97)	1,76 (1,94)	1,74 (1,94)	1,69 (1,83)	1,58 (1,76)	1,53 (1,73)	2,04 (2,18)	1,98 (2,15)	1,95 (2,16)	1,65 (1,80)	1,49 (1,67)	1,37 (1,58)	2,31 (2,45)	2,45 (2,62)	2,55 (2,75)

Die in Klammern gesetzten Werte gelten auch hier wieder für ein Gerät mit kombinierter Arbeitsstellung (Sitzen und Knien). In der Zeile „wirtschaftliche Reihenzahl“ sind für die bei 1,5 ha Rübenfläche günstigste Reihenzahl 4 die Werte in Verhältniszahlen zur Handarbeit = 1 umgerechnet.

Personen-Reihenzahl	Handarbeit	12-PS-Schlepper						22-PS-Schlepper						Aufbaumotor ohne Hacken		
		ohne Hacken			mit Hacken			ohne Hacken			mit Hacken			400 m/h	500 m/h	600 m/h
		400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h
4	4	6,24 (6,41)	5,74 (5,95)	5,43 (5,67)	6,01 (6,18)	5,46 (5,67)	5,09 (5,33)	7,10 (7,27)	6,60 (6,81)	6,29 (6,53)	6,57 (6,74)	5,94 (6,15)	5,50 (5,74)	5,35 (5,52)	5,13 (5,34)	5,04 (5,28)
8	8	10,55 (11,2)	9,73 (10,52)	9,25 (10,18)	10,32 (10,99)	9,45 (10,24)	8,91 (9,84)	11,41 (12,08)	10,59 (11,38)	10,11 (11,04)	10,88 (11,55)	9,93 (10,72)	9,32 (10,25)	12,08 (12,75)	11,79 (12,58)	11,90 (12,83)
16	16	21,49 (23,97)	20,37 (23,33)	19,89 (23,31)	21,26 (23,78)	20,09 (23,05)	19,55 (22,97)	22,35 (24,83)	21,23 (24,19)	20,75 (24,17)	21,82 (24,30)	20,57 (23,53)	19,96 (23,38)	27,57 (30,05)	27,70 (30,66)	28,22 (31,64)
wirtschaftl. Reihenzahl für gezogenes Gerät		1,32 (1,40)	1,22 (1,32)	1,16 (1,27)	1,29 (1,37)	1,18 (1,28)	1,11 (1,23)	1,43 (1,51)	1,32 (1,42)	1,26 (1,38)	1,36 (1,44)	1,24 (1,34)	1,17 (1,28)	1,51 (1,59)	1,47 (1,57)	1,50 (1,60)

Die in Klammern gesetzten Werte gelten auch hier wieder für ein Gerät mit kombinierter Arbeitsstellung (Sitzen und Knien).

In der Zeile „wirtschaftliche Reihenzahl“ sind für die bei 5 ha Rübenfläche günstigste Reihenzahl 8 beim gezogenen Gerät und Reihenzahl  $6 = \frac{4+8}{2}$ , beim Gerät mit Aufbaumotor die Werte in Verhältniszahlen zur Handarbeit = 1 umgerechnet.

wirtschaftl. Reihenzahl für gezogenes Gerät; Reihenzahl 4, Handarbeit 1

wirtschaftl. Reihenzahl für Gerät mit Aufbaumotor  $6 = \frac{4+8}{2}$ , Handarbeit 1

1,34 (1,38)	1,28 (1,34)	1,26 (1,32)
1,41 (1,49)	1,38 (1,46)	1,38 (1,46)

Personen-Reihenzahl	Handarbeit	12-PS-Schlepper						22-PS-Schlepper						Aufbaumotor ohne Hacken		
		ohne Hacken			mit Hacken			ohne Hacken			mit Hacken			400 m/h	500 m/h	600 m/h
		400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h	400 m/h	500 m/h	600 m/h
4	4	5,90 (5,94)	5,32 (5,37)	4,93 (5,00)	5,73 (5,77)	5,11 (5,16)	4,67 (4,74)	6,76 (6,80)	6,18 (6,23)	5,79 (5,86)	6,46 (6,50)	5,80 (5,85)	5,34 (5,41)	4,13 (4,17)	3,59 (3,64)	3,26 (3,33)
8	8	9,23 (9,40)	8,12 (8,32)	7,39 (7,62)	9,06 (9,23)	7,91 (8,11)	7,13 (7,36)	10,09 (10,26)	8,98 (9,18)	8,25 (8,48)	9,79 (9,96)	8,60 (8,80)	7,80 (8,03)	8,52 (8,69)	7,53 (7,73)	6,92 (7,15)
16	16	16,48 (17,10)	14,40 (15,15)	13,06 (13,91)	16,31 (16,93)	14,19 (14,94)	12,80 (13,65)	17,34 (17,96)	15,26 (16,01)	13,92 (14,77)	17,04 (17,66)	14,88 (15,63)	13,47 (14,32)	17,49 (18,11)	15,76 (16,51)	14,69 (15,54)
wirtschaftl. Reihenzahl für gezogenes Gerät		1,03 (1,07)	0,90 (0,95)	0,82 (0,87)	1,02 (1,06)	0,89 (0,94)	0,80 (0,86)	1,08 (1,12)	0,95 (1,00)	0,87 (0,92)	1,07 (1,10)	0,93 (0,98)	0,84 (0,90)			

Die in Klammern gesetzten Werte gelten auch hier wieder für ein Gerät mit kombinierter Arbeitsstellung (Sitzen und Knien).

In der Zeile „wirtschaftliche Reihenzahl“ sind für die bei 20 ha Rübenfläche günstigste Reihenzahl 16 beim gezogenen Gerät und Reihenzahl 8 beim Gerät mit Aufbaumotor die Werte in Verhältniszahlen zur Handarbeit = 1 umgerechnet.

wirtschaftl. Reihenzahl für Gerät mit Aufbaumotor Reihenzahl 8, Handarbeit 1

1,07 (1,08)	0,94 (0,97)	0,87 (0,89)
----------------	----------------	----------------

Abzug zu bringen, so daß nur ein wirklicher Gewinn von 3 % (Handarbeit = 100 %) verzeichnet werden kann. Wenn man berücksichtigt, daß übersteigerte Arbeitsgeschwindigkeiten die Qualität der Vereinzelnungsarbeiten mindern und einen Fehlbetrag von mehreren % vom Ernterohrertrag herbeiführen können, wird es nicht sinnvoll sein, die Arbeitsgeschwindigkeiten auf 600 m/h zu steigern, um bestenfalls 3 % an Handarbeitskosten, entsprechend  $0,03 \cdot 3,1 =$  etwa 0,1 % vom Ernterohrertrag einsparen zu wollen.

Die Verteuerung der Vereinzelnungsgerätestunde durch die kombinierte Arbeitsstellung um 5 % (Handarbeit = 100 %), entsprechend  $0,05 \cdot 3,1 = 0,16$  % vom Ernterohrertrag, kann andererseits auch keine ernsthafte Schranke gegen die An-

wendung dieser kombinierten Arbeitsstellung darstellen, zumal mit einer merklichen Arbeitserleichterung durch größere Entspannungsmöglichkeit gerechnet werden kann.

Bei Normalrüben wird man jedoch mit Rücksicht auf die Vereinzelnungsqualität bemüht bleiben, die Arbeitsgeschwindigkeit nicht zu übersteigern, und daher aus wirtschaftlichen Gründen auf die kombinierte Arbeitsstellung und gleichzeitiges Hacken verzichten.

Bei Monogermersamenrüben sind bereits größere Arbeitsgeschwindigkeiten erreichbar, so daß damit gerechnet werden kann, daß die Verteuerung infolge der kombinierten Arbeitsstellung durch eine entsprechende Verbilligung bei gleichzeitigem Hacken wirtschaftlich auszugleichen ist.

## Aufbau eines Vereinzlungsgerätes

Nach den bisherigen Ergebnissen zeichnen sich bereits folgende Einzelheiten ab:

1. Gezogenes Gerät mit zwei Mannschaftsreihen für 5 m und 7,5 m Arbeitsbreite. Dies entspricht bei den vorkommenden Reihenabständen von 50 und 41,7 cm einer Reihenzahl von 10 bis 12 und 15 bis 18.
2. Wegen der Anpassung an die Bodenunebenheiten ist eine Unterteilung in Einzelgeräte von 2,5 m Arbeitsbreite sowie die Anbringung von Stützrädern erforderlich.
3. Arbeitsstellung für die Vereinzlungspersonen aus wirtschaftlichen Gründen: Sitzen  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung.
4. Sitze zur Anpassung an die Reihenabstände seitlich verschiebbar; ebenso Fußrasten.
5. Für Hanglagen sind Stützräder mit Lenkeinrichtung erforderlich.
6. Zur Auflockerung der Schlepperspur sind Spurlockerer am Gerät zweckmäßig.
7. Anhängen des Gerätes am Schlepper in Dreipunktaufhängung.

## Umhüllte Monogermesamen

Unter der Annahme, daß umhüllter Monogermesamen mit Einzelkorn-Säscharen ausgesät werden, und daß dieses Verfahren seine Feldreife nachweisen kann, ergeben sich neue Gesichtspunkte für ein Vereinzlungsgerät. Rein formell muß man dann von einem Verdünnungsgerät sprechen, da ja nur die überzähligen einzelnen Pflanzen zu beseitigen sind. Für dieses Verdünnungsgerät kann die Form der bisherigen Vereinzlungsgeräte beibehalten werden, auf dem die Personen mit einem Krehl arbeiten oder nur die Arbeit eines Verdünnungsgerätes nach der Art des „Thinners“ kontrollieren. Auf jeden Fall kann mit höheren Arbeitsgeschwindigkeiten gerechnet werden, welche dem gleichzeitigen Hacken und der kombinierten Arbeitsstellung größere wirtschaftliche Bedeutung als bisher verleihen. An Stelle des gleichzeitigen Hackens kann auch daran gedacht werden, den „Thinner“ im gleichen Arbeitsgang vor dem Schlepper laufen zu lassen, doch werden sich die unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten nur unwirtschaftlich koppeln lassen. Es wäre zu begrüßen, wenn in dieser Richtung Untersuchungen im Vergleich zum halbautomatischen Verhackgerät angestellt würden.

## Zusammenfassung

Biologische Gründe zwingen dazu, den Vereinzlungsvorgang durchzuführen. Bei der Untersuchung der Einsatzmöglichkeit eines fahrbaren Grundrahmens am Schlepper, der die Personen zum Vereinzeln trägt, wurde von mehreren Arbeitsstellungen das Sitzen  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung als die günstigste ermittelt. Ein Vereinzlungsgerät kann besonders für große Rübenanbauflächen von 10 bis 16 ha an mit der reinen Handvereinzlungsarbeit wirtschaftlich gleichwertig arbeiten, wenn es eine genügende Reihenzahl von 10 bis 12 besitzt. Für kleinere Rübenflächen ist aus wirtschaftlichen Gründen die gemeinschaftliche Verwendung dieses Vereinzlungsgerätes erforderlich. Übersteigerte Arbeitsgeschwindigkeiten und umständliche Arbeitsstellungen sollten bei Normal Saat zugunsten einer Sitzstellung  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung mit großem Griffbereich vermieden werden. Der Einfluß der Schlepperstärke ist gering. Gleichzeitiges Hacken bringt keinen wirtschaftlichen Gewinn. Mit der Feldreife von umhülltem Monogermesamen kann ein Verdünnungsgerät bei größeren Arbeitsgeschwindigkeiten interessant werden, bei dem gleichzeitiges Hacken, oder die gleichzeitige Verwendung eines „Thinners“ größere wirtschaftliche Bedeutung erlangen wird.

### Schrifttum:

- [1] Dr. Walter Glosow: Arbeitstechnik beim Verhacken und beim Verziehen, Landtechnik, Heft 6/1952
- [2] Dr. E. Schulze: Stundweitenfragen im Zuckerrübenbau, Mitteilungen der DLG, Heft 1/1955
- [3] G. Kreher: Termine, Zeitspannen und Arbeitsvoranschläge in der nordwestdeutschen Landwirtschaft, KTL-Heft X, 1952
- [4] Dr. W. Glosow: Mechanisches Vereinzeln von Rüben, Landtechnische Forschung, Heft 2/1954
- [5] Blohm, Riebe und Vogel: Arbeitsleistung und Arbeitskalkulation in der Landwirtschaft, Seite 63
- [6] H. Köbsell: Rübenvereinzeln motorisiert, Mitteilungen der DLG, Heft 37/1954
- [7] W. Schaefer-Kehner: Kostenberechnung von Landmaschinen, Agrarwirtschaft, Heft 3/4 1955
- [8] G. Preuschen und G. Kreher: Zeitbedarf für die wichtigsten Hand- und Zugkraftarbeiten. Mentzel, Landwirtschaftlicher Kalender 1956
- [9] Bosch, Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 1952, S. 175—179
- [10] E. Wolny: Ernteerträge. Mentzel, Landwirtschaftlicher Kalender 1956
- [11] R. Koch und W. Ferlemann: Versuche zur Mechanisierung des Rübenvereinzeln, Landtechnische Forschung, 1956, Heft 2, Seite 33—39
- [12] C. Heller: Möglichkeiten und Aussichten der Mechanisierung der Vereinzlungsarbeiten bei Zuckerrüben, Landtechnische Forschung, 1955, Heft 3, Seite 77—81

## Résumé:

*Dipl.-Ing. E. Balk: „Zur Mechanisierung des Rübenvereinzeln — Technische Möglichkeiten und biologische Grenzen.“*

*Verfasser untersucht die denkbaren Arbeitsstellungen, die der Vereinzelnende auf einem hinter oder vor dem Schlepper herfahrenden Gerät einnehmen kann: Sitzen in Fahrtrichtung, Sitzen quer zur Fahrtrichtung, Sitzen im Winkel von  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung, Knien quer zur Fahrtrichtung, Sitzknien quer und im Winkel von  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung und Liegen in Fahrtrichtung. Er kommt unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs, der Spannungsmöglichkeiten und des Greiffaktors (Arbeitserfolg) zu dem Ergebnis, daß, wenn überhaupt auf diese Weise das Rübenvereinzeln mechanisiert werden kann, das mit einem Gerät am aussichtsreichsten erscheint, auf dem der Vereinzelnende im Winkel von  $60^\circ$  zur Fahrtrichtung sitzt.*

*Dipl. Ing. E. Balk:*

*“On the Mechanisation of Turnip Thinning — Technical Possibilities and Biological Limits.”*

*The author investigates all possible working positions which can be assumed on equipment which is either being pushed or hauled by a tractor:— sitting facing the direction of movement, sitting at right angles to the direction of movement, sitting at an angle of  $60^\circ$  to the direction of movement, kneeling at right angles to the direction of movement, squatting at right angles and at an angle of  $60^\circ$  to the direction of movement and reclining in the direction of movement. Taking into consideration such factors as the expenditure of physical energy, the possibilities of relaxing during operation and the “gripping factor” — which latter determines the efficiency of the operation — the author comes to the conclusion that if turnip thinning can at all be mechanised, the best results would appear to be obtained when the operator sits at an angle of  $60^\circ$  to the direction of movement of the equipment.*

*Dipl.-Ing. E. Balk: «La mécanisation du démarrage des betteraves — les possibilités techniques et les limites biologiques.»*

*L'auteur examine les différentes positions que l'ouvrier peut prendre sur l'outil qui se déplace, soit avant soit derrière le tracteur. L'ouvrier peut être assis soit parallèlement au sens de la marche, soit perpendiculairement au sens de la marche ou, encore, dans un angle de  $60^\circ$  par rapport au sens de la marche; il peut être à genoux perpendiculairement au sens de la marche ou assis sur les jambes croisées perpendiculairement au sens de la marche ou dans un angle de  $60^\circ$  par rapport au sens de la marche, ou enfin, il peut être couché dans le sens de la marche.*

*Dans la mesure où une mécanisation du démarrage des betteraves pourrait être résolue par cette méthode, et en tenant compte de la consommation d'énergie, des possibilités de délaçement et du facteur rendement (nombre de plants enlevés), l'auteur arrive à la conclusion que la position la plus favorable de l'ouvrier sur l'outil est celle assise dans un angle de  $60^\circ$  par rapport au sens de la marche.*

*Ing. dipl. E. Balk:*

*«La mecanización de la separación de remolachas — Posibilidades técnicas y límites biológicos.»*

*El autor investiga las posturas posibles que pueda adoptar el separador en un dispositivo enganchado delante o detrás de un tractor, es decir, sentado en dirección de la marcha, sentado en dirección transversal, sentado en un ángulo de  $60^\circ$  con la dirección de la marcha, arrodillado en dirección transversal o en ángulo de  $60^\circ$  y también en dirección de la marcha. Teniendo en cuenta el consumo de energía, las posibilidades de descanso y el factor de ataque (resultado del trabajo), llega a la conclusión de que, si de esta forma resultase posible la mecanización de la separación de remolachas, sólo presentaría posibilidades de resultados un dispositivo en el que el operario esté sentado en un ángulo de  $60^\circ$  con la dirección de marcha.*