

Feldversuche zum vollmechanischen Vereinzeln der Zuckerrüben

Institut für Landtechnik, Bonn

Für das vollmechanische Vereinzeln der Zuckerrüben bestehen heute zwei verschiedene Verfahren: Beim „gesteuerten“ Verfahren arbeitet ein schnell rotierender Messerstern in der Rübenreihe, dessen Hackmesser ausschwenken und dadurch Schonstellen, im folgenden „Blocks“ genannt, hinterlassen (Bild 1). Das Ausschwenken der Messer wird elektro-mechanisch durch die Rüben über einen Tastbügel gesteuert. Dieser Tastbügel wird in den vorher eingestellten Blockabständen von beispielsweise 20 oder 24 cm durch Anlegen einer elektrischen Spannung aktiv. Steht in dem eingestellten Blockabstand eine Rübe, so schließt diese über Tastbügel und Erdreich einen Stromkreis, der, verstärkt durch Transistoren, über einen Elektromagneten die Messer ausschwenkt. Die Zahl der gleichzeitig ausschwenkenden Messer richtet sich dabei nach der vorher eingestellten Blocklänge (Bild 2). Steht an der Stelle keine Rübe, dann bleibt der Tastbügel bis zur nächstfolgenden Rübe unter Spannung und löst dort erst den Vorgang aus. So kann die Maschine Lücken im Ausgangsbestand, ähnlich wie beim Handvereinzeln, ausgleichen.

Ohne automatischen Lückenausgleich arbeitet das von BRINKMANN entwickelte „blinde Verfahren“ [1; 2], bei dem die Blocks in gleichbleibenden Abständen, also in blinder Folge, gebildet werden. Die zwischen den Blocks liegenden Hackstellen werden bei den einzelnen von der Landmaschinenindustrie entwickelten Geräten nach verschiedenen Methoden herausgeschnitten, die bereits an anderer Stelle beschrieben wurden [3]. Der Blockabstand ist hierbei kürzer als beim gesteuerten Verfahren, um auch ohne automatischen Lückenausgleich die gleiche Zahl besetzter Blocks je Hektar zu erzielen. Er liegt je nach Reihenweite zwischen 15 und 18 cm, während der Mindest-Blockabstand¹⁾ bei den gesteuerten Geräten auf 20 oder 24 cm eingestellt wird.

1. Aufgabe der Untersuchung

Die vorliegenden Untersuchungen hatten die Aufgabe, beim gesteuerten und beim blindmechanischen Vereinzeln den Einfluß unterschiedlicher Blockabstände auf den Ertrag zu ermitteln. Weiterhin sollte hierbei die Veränderung des Pflanzenbestandes vom Vereinzeln bis zur Ernte untersucht werden.

2. Versuchsanlage und Versuchsgeräte

Um diese Vereinzlungsversuche auf verschiedenen Ausgangsbeständen durchführen zu können, wurde bei der Ver-

suchsanlage technisches Monogerm Saatgut in der kalibrierten und in der wegen etwas höherer Einkeimigkeit zunehmend verwendeten pillierten Form [4] auf 4 und 6 cm ausgesät. Zur Aussaat diente ein Versuchs-Einzelkornsägerät des Instituts für Landtechnik, Bonn, mit dem eine möglichst präzise Ablage der Knäule durch Zentralantrieb mit gleichbleibendem Schlupf, durch extrem geringe Fallhöhe sowie durch eine spitzwinklige Ausbildung der Furchensohle [5] angestrebt wird (Bild 3). Für jeden Einzelversuch wurden nach der Langparzellen-Methode acht nebeneinanderliegende Reihen mit einer Länge von 150 m bei einer Reihenweite von 50 cm vorgesehen.

Auf diesen unterschiedlichen Ausgangsbeständen wurden als Versuchsgeräte ein bereits im Handel befindliches „gesteuertes“ Gerät und mehrere zur Zeit der Versuchsanstellung erst als Prototypen vorhandene „blinde“ Geräte eingesetzt. Von

1) Man spricht beim gesteuerten Verfahren von Mindestblockabstand, da der eingestellte Blockabstand bei Lücken automatisch erweitert wird.



Bild 2: Messerstern des „Monomat“ mit Tastbügel
Die unteren Messer sind ausgeschwenkt, um eine Schonstelle zu bilden



Bild 1: „Gesteuertes“ Vereinzlungsgerät „Monomat“



Bild 3: Versuchs-Sägerät



Bild 4: Eversman-Vereinzelungsmaschine
umgebaute Versuchsausführung

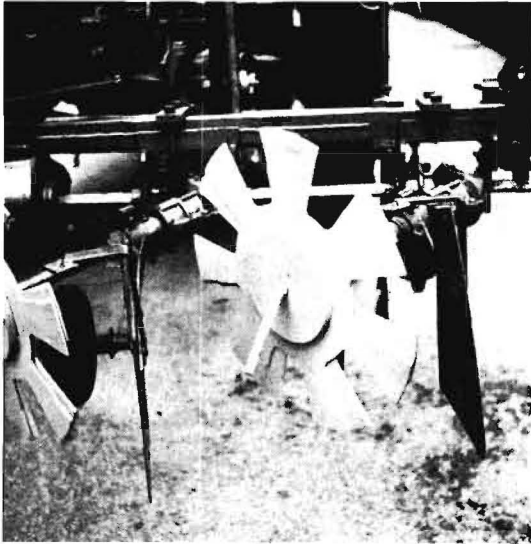


Bild 5: Doppelscheibe der umgebauten Eversman-Vereinzelungsmaschine

diesen soll im folgenden nur das Gerät behandelt werden, welches vom Institut für Landtechnik, Bonn, für diesen Zweck als Versuchsmaschine für das blindmechanische Vereinzeln aus der amerikanischen Eversman-Vereinzelungsmaschine entwickelt wurde. Die Arbeitsweise des gesteuerten Gerätes²⁾ wurde eingangs bereits beschrieben. Bei der umgebauten Eversman-Maschine werden die Hackstellen zwischen den Blocks von schräg zur Reihe angestellten zapfwellengetriebenen Scheiben herausgeschnitten, die hierfür an ihrem Umfang mit Aussparungen versehen sind. (Bild 4

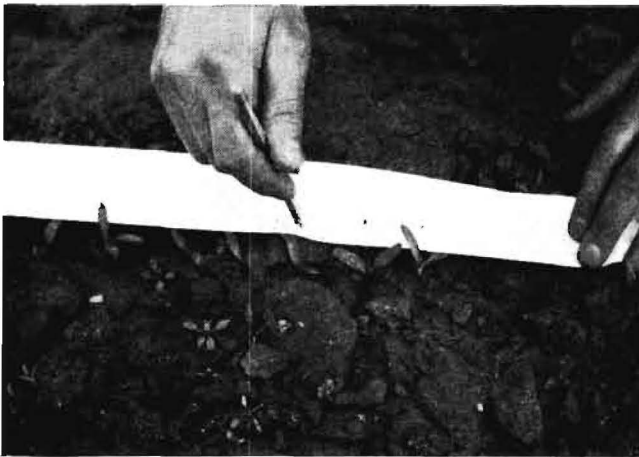


Bild 6: Registrieren der Pflanzenabstände durch Lochen eines Papierstreifens

4 und 5). Zur Veränderung der Hacklänge und damit der Blocklänge kann die Größe der Aussparungen dadurch gestellt werden, daß die als Doppelscheiben ausgebildeten Hackscheiben gegeneinander verdreht werden. Mit Hilfe eines Keilriemenvariators kann die Drehzahl so auf den gewählten Schleppgang abgestimmt werden, daß der Hackschnitt stets rechtwinklig zur Rübenreihe liegt. Dadurch werden die Blocks weder verschoben noch verschüttet, was beides einen Wachstumsschock bewirken könnte. Es ergibt sich weiterhin ein besonders sauberes Arbeitsbild, auch in schon etwas größeren Rüben, da die herausgeschnittenen Pflanzen weit aus der Reihe geschoben werden. Dies war zur einwandfreien Beurteilung des vereinzelt Bestandes bei den Zählungen von Bedeutung. Um den zu untersuchenden Einfluß unterschiedlicher Blockabstände auf den Ertrag zu ermitteln, wurde bei beiden Versuchsgeräten in jeweils gleichen Ausgangsbeständen mit zwei verschiedenen Blockabständen gearbeitet, und zwar mit 15 und 20 cm beim Eversman-Gerät und, in der Mehrzahl der Versuche, mit 20 und 24 cm beim „Monomat“. Nach der maschinellen Vereinzelung blieben die Rüben ohne Rundhacke und somit auch ohne nachträgliche Korrektur des Bestandes bis zur Ernte stehen. Lediglich die großen Unkräuter wurden einmal herausgerissen.

3. Versuchsmethodik

Hinsichtlich der Versuchsmethodik muß zunächst unterschieden werden zwischen den Untersuchungen beim Vereinzeln und bei der Ernte. Beim Vereinzeln wurde zur Einstellung der Maschinen zunächst die durchschnittliche Pflanzenzahl je Meter durch Auszählen des Ausgangsbestandes ermittelt [1]. Nach der Maschinenvereinzelung ergab eine weitere Zählung die Zahl der pflanzenbesetzten Blocks je Hektar sowie die Gesamtzahl der Pflanzen je Hektar, die naturgemäß größer ist, da je nach Vereinzelungsmaschine, Ausgangsbestand und Blocklänge 10 bis 45% doppelt oder mehrfach besetzte Blocks vorhanden sind. Zur Ermittlung der unterschiedlichen Längsverteilungen der Rüben wurden unmittelbar neben jede maschinenvereinzelte Reihe drei 50 m lange Papierstreifen hintereinander ausgelegt, auf die jede Pflanze mit einem Strich oder durch Lochen mit einem angespitzten Bleistift oder Draht übertragen wurde (Bild 6). Ausgewertet wurden die auf diese Weise „konservierten“ Pflanzenabstände dann in arbeitsärmerer Zeit im Labor.

Die Ernte erfolgte mit einem handelsüblichen Bunkerköpferoder mit Ein-Mann-Bedienung, bei dem Köpfer- und Rodeorgan um eine Reihe versetzt nebeneinander arbeiten. Nach dem Köpfen wurde wiederum die Zahl der Rüben je Hektar ausgezählt und die Längsverteilung auf Papierbändern markiert. Zur Ertragsermittlung wurde der Bunkerinhalt nach jeder einzelnen Rübenreihe folgendermaßen gewogen: Am Ende der Rübenreihe übergab die Erntemaschine die Rüben

2) „Monomat“ der Fa. Fähse

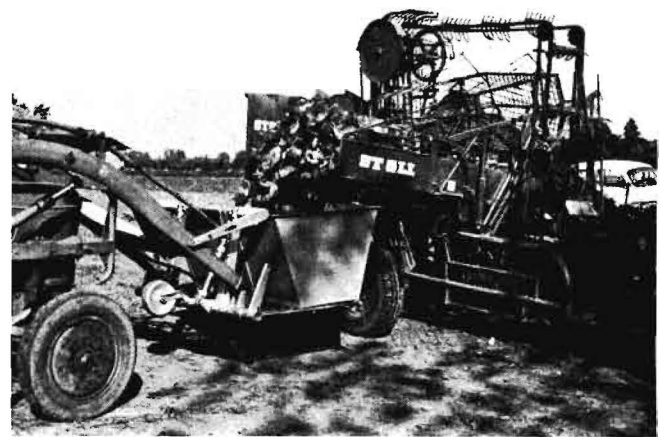


Bild 7: Umladen der Rüben in die Frontladerwanne



Bild 8: Wiegen der Rüben an der elektronischen Zugwaage

mit Hilfe des Bunker-Kratzkettenbodens in eine auf einer Frontlader-Abschiebegabel befestigte große Wanne (Bild 7). Während die Erntemaschine bereits in die nächste Rübenreihe einfuhr, brachte der Frontlader-Schlepper die gefüllte Wanne zum Wiegeplatz auf dem Vorgewende. Hier wurde die Wanne in eine Zugwaage eingehängt, die Arretierung an der Frontladergabel durch Vorstecker gelöst und der Frontlader abgesenkt, so daß die Wanne an der Waage freischwebte (Bild 8). Nach Ablesen des Meßwertes rastete der sich hebende Frontlader wieder in die Arretierungspunkte der Wanne ein und transportierte sie zum Standwagen. Das Entleeren der Wanne erfolgte durch frontales Kippen mit Hilfe der für diesen Zweck umgebauten hydraulischen Abschiebevorrichtung (Bild 9). Mit dieser Methode konnte der in jeder einzelnen Rübenreihe geerntete Ertrag ohne jede Handarbeit und ohne Unterbrechung des Erntevorganges gewogen werden.

Die speziell für diesen Zweck von BRINKMANN entwickelte und in der institutseigenen Werkstatt gebaute elektronische Zugwaage besteht aus einem durch die Art der Aufhängung ausschließlich in Längsrichtung belasteten Flacheisenstück, welches wie eine Kettenlasche geformt ist (Bild 10). Die Mitte der Kettenlasche ist beidseitig und in Längs- und Querrichtung mit je einem Dehnungsmeßstreifen beklebt. Der Querschnitt und die Festigkeit dieses Meßstückes ist so ausgelegt, daß die Verstimmung der in Vollbrücke mit Temperaturkompensation geschalteten vier Dehnungsmeßstreifen bei etwa 800 kg Belastung ein ohne Verstärker eingeschaltetes Multiflex-Galvanometer zum Vollausschlag bringt. Auf der mit 200 Teilstrichen versehenen Skala entspricht ein Ausschlag von einem Teilstrich einer Zunahme der Belastung von 4,08 kg im Anfangsbereich und von 4,18 kg in dem bei den Versuchen verwendeten Endbereich. Da verstärkerlos gearbeitet wurde, genügte zur Stromversorgung eine 6-Volt-Batterie, deren Spannung ständig überwacht wurde.

Zur Bestimmung des für die Ertragsumrechnung auf reine Rüben zu ermittelnden Schmutzgehaltes wurden von jeder Bunkerfüllung zwei Proben von je 25 Rüben beim Umladen der Rüben von der Wanne auf den Standwagen gezogen und in der benachbarten Zuckerfabrik durch Waschprobe auf ihren Schmutzgehalt untersucht.

Die vom Bunkerköpfröder verlorenen Rüben wurden hinter der Erntemaschine gesammelt, gezählt und gewogen. Ein Steckenbleiben von Rüben trat selbst bei kleinen Rüben-durchmessern nicht auf, da auch die kleinen Rüben vom Polderschar der Erntemaschine in dem meist geschlossen angehobenen Erdbalken mit auf den Siebsterne gelangten.

Als Vergleichsmaßstab für die Erträge der vollmechanisch vereinzelt Bestände wurde der Durchschnittsertrag einer auf dem gleichen Schlag unmittelbar an die Versuchspartelle angrenzenden handvereinzelt Parzelle von 1,2 ha Größe herangezogen. Auch hier wurde der Bunkerinhalt nach der

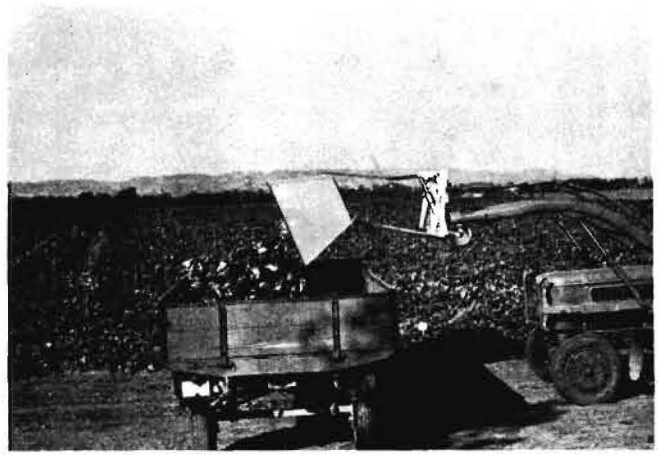


Bild 9: Entleeren der Wanne am Standwagen

beschriebenen Methode Reihe für Reihe gewogen. Auf dieser handvereinzelt Fläche waren wegen einer den Felddaufragang betreffenden Versuchsfrage jeweils vier Reihen pilliertes und vier Reihen kalibriertes Monogermsaatgut im Wechsel nebeneinander ausgesät worden.

4. Versuchsergebnisse

Von den Versuchsergebnissen interessiert zunächst der nach dem vollmechanischen Vereinzeln bis zur Ernte entstehende Pflanzenverlust, der in Bild 11 graphisch dargestellt ist. Hierbei wurde nicht nach Ausgangsbestand, Vereinzlungsmethode, Blockabstand und Blocklänge unterschieden, sondern alle Werte in einer Darstellung zusammengetragen, da nur eine Tendenz gezeigt werden soll.

Wir ersehen nun aus Bild 11, daß der relative Pflanzenverlust bis zur Ernte mit steigender Pflanzenzahl nach dem vollmechanischen Vereinzeln deutlich zunimmt. Während bei einem Bestand von 60 000 bis 100 000 Rüben/ha der von Lübecke für handvereinzelt Bestände genannte Verlustwert von 10 bis 20 % auch hier für maschinell vereinzelt Bestände zu beobachten ist [6], kann der Pflanzenverlust im Bereich von 100 000 bis 140 000 Rüben/ha auf fast 40 % ansteigen. Die durchgezogene Linie soll diese Tendenz noch deutlicher hervortreten lassen.

Diese Pflanzenverluste vom Vereinzeln bis zur Ernte werden sich vermutlich zusammensetzen aus einem bestimmten

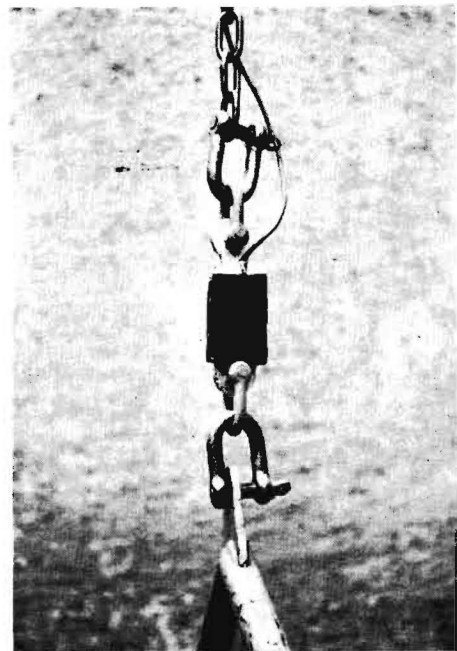


Bild 10: Mit Dehnungsmeßstreifen beklebtes Flacheisenstück der elektronischen Zugwaage
Dehnungsstreifen durch Schaumstoffpolster verdeckt

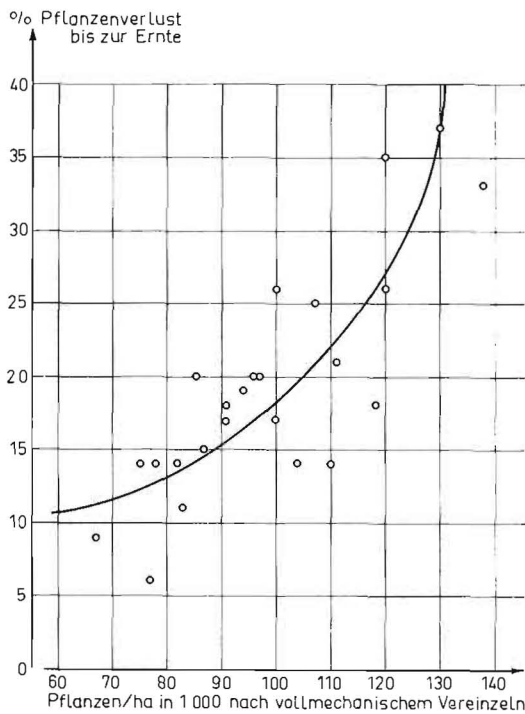


Bild 11: Pflanzungsverlust bis zur Ernte nach vollmechanischem Vereinzeln

„Grundverlust“, der, unabhängig vom Vereinzelnungsverfahren, durch Fehllenkungen bei der maschinellen Längshacke, durch Krankheiten und Schädlinge entsteht und aus verfahrensbedingten Verlusten. Diese entstehen wahrscheinlich durch die Zahl doppelt- oder mehrfach besetzter Blocks nach vollmechanischer Vereinzelnung in denen jeweils eine oder auch zwei Rüben im Konkurrenzkampf um den Standraum einer stärkeren Rübe unterliegen. Wenn diese Vermutung richtig ist, dann könnte man von einer nachträglichen „Selbstvereinzelnung“ maschinell vereinzelter Bestände sprechen, die umso stärker wirksam wird, je höher die Zahl mehrfach besetzter Blocks ist. Nach der im Bild 11 dargestellten Tendenz würde sich dann ein Bestand von 140 000

Rüben/ha bei einem Pflanzungsverlust von etwa 40 % auf 80 000 bis 90 000 Rüben/ha selbsttätig reduzieren. Dies wäre für die Praxis des vollmechanischen Rübenvereinzeln in sofern von Bedeutung, als auch bei einem hohen Anteil (z. B. 35—40 %) mehrfach besetzter Blocks der Bestand nicht durch einen die Doppelt Rüben vereinzelnenden nachträglichen Handarbeitsgang korrigiert zu werden braucht.

Im Zusammenhang mit den besprochenen Pflanzungsverlusten ist es verständlich, daß sich die Längsverteilung der Rüben vom Vereinzeln bis zur Ernte ebenfalls verändert, wie die Säulendiagramme der relativen Häufigkeit gleicher Abstände für das gesteuerte und das blinde Vereinzelnungsverfahren in Bild 12 erkennen lassen. Als Beispiel wurde hier die Verteilung nach dem Vereinzeln eines praxisnahen Ausgangsbestandes von neun Pflanzen/m ausgewählt, der in diesem Falle durch günstigen Feldaufgang von auf 6 cm abgelegten pillierten Monogermssamen aufwuchs. Die Gegenüberstellung der Längsverteilung beider Verfahren zeigt zunächst, daß der Anteil engstehender Rüben (0 bis 10 cm Abstand) beim blindmechanischen Vereinzeln deutlich größer ist als bei der gesteuerten Methode. Das ist damit zu begründen, daß bei einem Blockabstand von 15 cm, einer Blocklänge von 7 cm und der daraus sich ergebenden Hacklänge von 8 cm die auf den Kanten benachbarter Blocks sich gegenüberstehenden Pflanzen noch in die Abstandgruppen 0 bis 10 cm einzuordnen sind, was beim gesteuerten Verfahren wegen des längeren Mindestblockabstandes von 20 cm bei einer Blocklänge von 8 cm nicht auftritt. Der Pflanzenbestand verringert sich in dieser Abstandsgruppe bis zur Ernte bei beiden Verfahren in ungefähr gleichem Verhältnis, da die Höhe dieses Pflanzungsverlustes, wie wir sahen, von der Zahl der engstehenden Rüben bestimmt wird.

Entsprechend den verschiedenen Blockabständen liegt der Schwerpunkt der Abstände bei der blinden Methode zwischen 11 und 20 cm, beim gesteuerten Verfahren dagegen zwischen 21 und 30 cm, da ja hier der Mindestblockabstand schon 20 cm beträgt. Die wichtigste Folgerung aus der Darstellung in Bild 12 liegt darin, daß der Anteil der Lücken (Pflanzenabstände über 50 cm) beim blindmechanischen Vereinzeln nicht größer ist als bei der gesteuerten Maschine. Diese Tatsache wurde bei allen Versuchen festgestellt und geht auch aus den Tafeln 1 und 2 hervor. Die gleiche relative Häufigkeit von Lücken bei beiden Verfahren gilt mit Sicherheit jedoch nur für solche Ausgangsbestände, aus denen auch das blinde Verfahren noch einen ausreichenden Endbestand herausvereinzeln kann, also für Bestände mit mehr als acht Pflanzen/m bei einer Reihenweite von 50 cm. In geringen Ausgangsbeständen ist mit den blindmechanischen Geräten bei den Versuchen nicht gearbeitet worden. Es ist jedoch zu vermuten, daß dann die relative Lückenhäufigkeit beim blinden Verfahren wegen des fehlenden automatischen Lückenausgleichs größer ist.

In Tafel 1 ist nun für das gesteuerte Verfahren und in Tafel 2 für das blindmechanische Vereinzeln der Einfluß je eines kürzeren und eines längeren Blockabstandes bei unterschiedlichen Ausgangsbeständen auf den Pflanzenbestand und die Pflanzenverteilung einerseits sowie den hieraus resultierenden Erträgen andererseits dargestellt. Betrachten wir zunächst die mit dem gesteuerten Verfahren erzielten Ergebnisse der Tafel 1: Auf den mit kalibriertem Monogermssamen bestellten Beständen wurden absichtlich große Unterschiede im vereinzeln Bestand dadurch erzielt, daß mit der Erweiterung der Blockabstände von 20 auf 24 cm gleichzeitig die Blocklängen von 7 auf 6 cm verringert wurden. Auf den mit der pillierten Saatgutform bestellten Ausgangsbeständen wurden dann jeweils gleiche Blocklängen beibehalten, dafür auf den Ausgangsbestand von neun Pflanzen/m der Blockbestand nicht von 20 auf 24 sondern sogar von 21 auf 28 cm erweitert.

Die verschiedenen Einstellungen bewirken auf jeweils gleichem Ausgangsbestand deutliche Unterschiede in der Zahl der besetzten Blocks/ha nach dem Vereinzeln (Spalte 6) und der Zahl der Pflanzen/ha bei der Ernte (Spalte 7), sowie

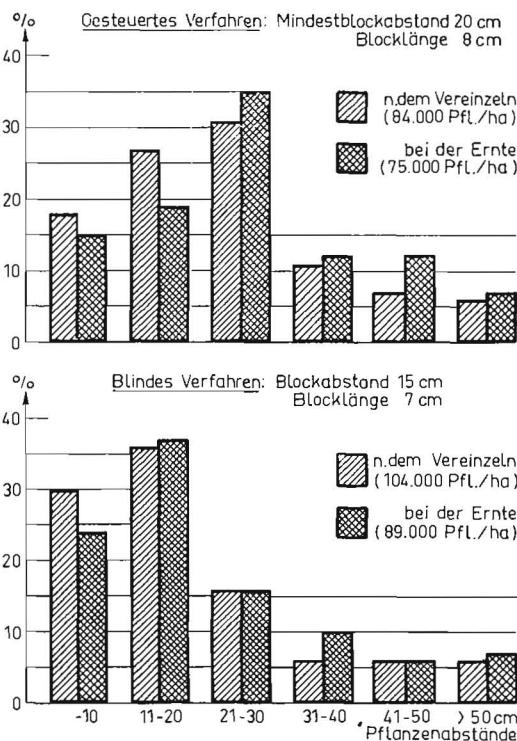


Bild 12: Relative Häufigkeit gleicher Pflanzenabstände beim „gesteuerten“ und beim „blinden“ Vereinzelnungsverfahren

Tafel 1:

Einfluß des Blockabstandes auf Pflanzenbestand, Pflanzenverteilung und Ernteertrag beim „gesteuerten“ Vereinzeln														
Spalte Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Saatgutform	Samen- abstand	Pflanzen/m vor dem Vereinzeln	Block- abstand	Block- länge	besetzte Blocks/ha bei der Ernte	Pflanzen/ha bei der Ernte	Pflanzen- abstände bei der Ernte	geernteter Ertrag	verlorene Rüben	gewach- sener Ertrag				
	[cm]		[cm]	[cm]			< 10 cm > [%]	> 50 cm [dz/ha][%]	[St%]	[Gew%]	[dz/ha][%]			
Handvereinzelnung														
kalibriert u. pilliert Monogerm	5					63 000			593	100	2	0,5	596	100
gesteuert-mechanische Vereinzelnung mit „Monomat“														
kalibriert Monogerm	4	16	20 24	7 6	74 000 52 000	96 000 67 000	30 24	4 14	598 552	101 93	9 5	2,2 0,9	621 557	104 93
	6	10	20 24	7 6	70 000 56 000	83 000 67 000	23 23	5 14	558 531	94 89	7 5	2,3 1,3	571 538	96 90
pilliert Monogerm	4	14	20 24	7 7	77 000 64 000	95 000 77 000	21 23	3 6	591 582	100 98	8 6	2,6 1,1	606 588	102 99
	6	9	21 28	8 8	66 000 46 000	75 000 56 000	15 19	7 19	560 528	94 89	5 4	2,2 1,8	572 537	96 90

Tafel 2:

Einfluß des Blockabstandes auf Pflanzenbestand, Pflanzenverteilung und Ernteertrag beim „blindmechanischen“ Vereinzeln														
Spalte Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Saatgutform	Samen- abstand	Pflanzen/m vor dem Vereinzeln	Block- abstand	Block- länge	besetzte Blocks/ha bei der Ernte	Pflanzen/ha bei der Ernte	Pflanzen- abstände bei der Ernte	geernteter Ertrag	verlorene Rüben	gewach- sener Ertrag				
	[cm]		[cm]	[cm]			< 10 cm > [%]	> 50 cm [dz/ha][%]	[St%]	[Gew%]	[dz/ha][%]			
Handvereinzelnung														
kalibriert u. pilliert Monogerm	5					63 000			593	100	2	0,5	596	100
blindmechanische Vereinzelnung mit „Eversman“														
kalibriert Monogerm	4	16	15 20	5 6	88 000 64 000	86 000 74 000	26 24	3 10	563 568	95 96	10 8	2,0 1,4	574 576	96 97
	6	10	15 20	7 8	75 000 58 000	80 000 74 000	26 26	8 12	632 562	107 95	12 10	2,4 2,2	647 574	108 96
pilliert Monogerm	4	14	15 20	5 6	72 000 58 000	78 000 61 000	25 23	4 10	566 547	95 92	8 5	2,4 2,1	580 558	97 94
	6	9	15 20	7 8	78 000 61 000	89 000 76 000	24 22	7 11	556 510	94 86	5 4	2,0 1,2	567 516	95 87

dem Anteil der Lücken bei der Ernte (Spalte 9). Dagegen bleibt der Anteil der entstehenden Rüben bei der Ernte (Spalte 8) bei den einzelnen Ausgangsbeständen in etwa der gleichen Größenordnung. Aus Spalte 10 und 11 ersehen wir die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Bestände auf den geernteten Ertrag. Auch hierbei müssen wir wieder jeweils die beiden für den gleichen in Spalte 2 und 3 aufgeführten Ausgangsbestand ermittelten Erträge vergleichen. Wir sehen, daß die mit dem kürzeren Blockabstand erzielten höheren Pflanzenbestände und geringeren Lückenhäufigkeiten deutliche Mehrerträge bringen. Bei diesen höheren Pflanzenzahlen stehen nach vollmechanischer Vereinzelnung natürlich mehr kleine Rüben, was aus dem Anteil verlorener Rüben in Spalte 12 und 13 hervorgeht. Wenn wir den im Bunker geernteten Ertrag und das Gewicht der verlorenen Rüben addieren, so erhalten wir in Spalte 14 und 15 den gewachsenen Ertrag, bei dem die durch die Blockabstände verursachten Ertragsunterschiede noch deutlicher hervortreten.

Tafel 2 zeigt die Werte für das blindmechanische Vereinzeln. Der Blockabstand betrug gleichbleibend bei allen vier Aus-

gangsbeständen 15 und 20 cm. Die Blocklänge wurde bei dem Blockabstand von 15 cm den Empfehlungen von BRINKMANN [1] folgend eingestellt und bei Erweiterung des Blockabstandes von 20 cm auf gleichem Ausgangsbestand um 1 cm vergrößert, um auch bei diesem Blockabstand einen annähernd ausreichenden Pflanzenbestand bei der Ernte zu erzielen.

Die Ergebnisse zeigen die gleiche Tendenz wie beim gesteuerten Verfahren: Der Blockabstand von 15 cm bringt gegenüber dem von 20 cm bei jeweils gleichem Ausgangsbestand durch die höhere Zahl besetzter Blocks, die höhere Pflanzenzahl bei der Ernte und durch die geringeren Lückenanteile deutlich höhere Erträge, von einer Ausnahme abgesehen (Ausgangsbestand 16 Pflanzen/m). Diese Ertragsunterschiede sind umso verständlicher, als sich der Anteil engstehender Rüben bei der Ernte (Spalte 8) durch den engeren Blockabstand nicht oder nur unwesentlich erhöht. Es wäre zu erwarten, daß dieser Anteil hier größer ist als bei 20 cm Blockabstand, da die auf den Kanten benachbarter Blocks sich gegenüberstehenden Pflanzen bei einem Block-

abstand von 15 cm und einer Blocklänge von 7 cm noch in der Abstandsgruppe 0 bis 10 cm wachsen. Andererseits ist der Anteil mehrfach besetzter Blocks allein abhängig von der Blocklänge [1], so daß die größere Blocklänge bei dem weiteren Blockabstand durch ihren höheren Anteil mehrfach besetzter Blocks fast ebensoviel entstehende Rüben bei der Ernte bewirkt wie der engere Blockabstand.

Es ist also nicht richtig, für das blindmechanische Vereinzeln größere Blockabstände als 15 cm bei einer Reihenweite von 50 cm zu empfehlen, um dadurch den Anteil engstehender Rüben zu verringern. Man erreicht damit gerade das Gegenteil. Will man nämlich bei diesem vergrößerten Blockabstand die gleiche Zahl besetzter Blocks/ha beziehungsweise die gleiche Pflanzenzahl und Lückenhäufigkeit bei der Ernte erzielen, dann muß man die Blocklänge in noch stärkerem Maße erweitern wie bei den vorliegenden Untersuchungen, was aus einem Vergleich der Spalten 4 und 5 mit den Spalten 6 und 7 in Tafel 2 leicht zu folgern ist. Da der Anteil mehrfach besetzter Blocks aber allein von der Blocklänge nicht aber vom Blockabstand bestimmt wird, wächst dann der Anteil engstehender Rüben bei größeren Blockabständen, statt sich zu verringern. Ein Mehrertrag ist somit kaum zu erwarten und auch die Köpferarbeit beziehungsweise das Bergen kleiner Rüben wird nicht erleichtert. Erweitert man dagegen den Blockabstand unter Beibehaltung der Blocklänge, so erzielt man Mindererträge, da der Pflanzenbestand abnimmt und die Lückenhäufigkeit steigt.

Es wurde bisher noch nicht auf den Vergleich der Erträge aus den maschinenvereinzeltten Beständen mit dem Ertrag der benachbarten handvereinzeltten Parzelle eingegangen, da in erster Linie zunächst der Einfluß unterschiedlicher Blockabstände gezeigt werden sollte. Aus Tafel 1 ersehen wir nun, daß das gesteuerte Verfahren bei den vorliegenden Untersuchungen den Ertrag der handvereinzeltten Fläche voll erreicht, wenn ein durch engen Samenabstand erzielter hoher Ausgangsbestand vor dem Vereinzeln vorlag und dabei abweichend von der von LÜDECKE und SCHAUFMAYER vertretenen Ansicht [7] der kurze Mindestblockabstand von 20 cm gewählt wird. Diese hohen Erträge resultieren aus den unter diesen Bedingungen nach der Vereinzlung entstehenden hohen Pflanzenzahlen bei geringer Lückenhäufigkeit. Hohe Pflanzenzahlen nach dem Vereinzeln sind jedoch nur bei dichten Ausgangsbeständen sicher zu erreichen, und diese setzen wiederum zumindest bei Verwendung des technischen Monogermersaatgutes enge Samenabstände von beispielsweise 4 cm voraus. Man sollte daher beim gesteuerten Verfahren nicht alle Hoffnungen auf den automatischen Lückenausgleich setzen und zur Sicherung eines vollen Ertrages von Knäuelabständen nicht über 5 cm ausgehen. Knäuelabstände von 6 cm setzen nämlich den heute in der Praxis kaum zu erreichenden Feldaufgang von 60 % voraus, wenn durchschnittlich zehn Pflanzen/m im Ausgangsbestand stehen sollen. In diesem Ausgangsbestand erreichte das gesteuerte Verfahren im Ertrag selbst bei einem Mindestblockabstand von 20 cm und einer Blocklänge von 7 cm jedoch nur 94 % des Ertrages der handvereinzeltten Parzelle. Der Vergleich der Erträge nach blindmechanischer Vereinzlung mit dem Ertrag der handvereinzeltten Parzelle zeigt in Tafel 2, daß der Ertragsverlust bei einem Blockabstand von 15 cm in allen Ausgangsbeständen etwa 5 % beträgt, wenn man von dem als „Versuchsausreißer“ zu bewertenden Ertrag von 632 dz/ha (Spalte 10) absieht. Damit werden frühere Untersuchungsergebnisse bestätigt, aus denen sich Ertragsverluste von 3 bis 5 % bei blindmechanischer Vereinzlung ergaben [8]. Ein Ertragsverlust von 5 % wiegt gerade die durch das blindmechanische Vereinzeln erzielten Kosteneinsparungen im Frühjahr auf, wenn man von einem Ertrag von 400 dz/ha einen Rübenpreis von 7,25 DM/dz und den Akkordlöhnen für das Handvereinzeln ausgeht [2].

Zusammenfassung

1. Mit beiden heute zur Diskussion stehenden vollmechanischen Vereinzlungsverfahren können ausreichende Pflanzenbestände und ausreichende Erträge erzielt werden.

2. Als Voraussetzung hierfür müssen bei der Saat enge Samenabstände von 4 bis 5 cm eingehalten werden.
3. Als weitere Voraussetzung müssen bei beiden Verfahren enge Blockabstände eingehalten werden, um den für den Ertrag entscheidenden hohen Endpflanzenbestand von 80 000 bis 90 000 Rüben bei der Ernte zu erzielen. Bei einer Reihenweite von 50 cm sollte unter allen Umständen mit einem Blockabstand von 15 cm beim blindmechanischen Vereinzeln und von 20 cm beim gesteuerten Vereinzeln gearbeitet werden. Bei einer engeren Reihenweite können die gleichen Blockabstände beibehalten werden, da dann mit noch größerer Sicherheit eine hohe Pflanzenzahl je Hektar bei der Ernte zu erzielen ist. Der Blockabstand kann aber auch im gleichen Verhältnis, wie sich die Reihenweite verringert, erweitert werden.
4. Nachteilige Auswirkungen eines sehr dichten Endbestandes von 100 000 bis 150 000 Rüben je Hektar nach dem Vereinzeln sind für den Ertrag kaum zu befürchten, da eine mit der Bestandsdichte zunehmende „Selbstvereinzlung“ beobachtet wird.

Schrifttum

- [1] BRINKMANN, W.: Mechanisches Vereinzeln der Zuckerrüben. Landtechnische Forschung 11 (1961), S. 130—138
- [2] BRINKMANN, W.: Möglichkeiten zum mechanischen Vereinzeln von Zuckerrüben. In: Grundlagen der Landtechnik, Heft 21. Düsseldorf 1964, S. 38—48
- [3] EVERS, P.-N.: Vereinzeln von Zuckerrüben — heute und in Zukunft. Landtechnik 21 (1966), S. 288—293
- [4] EVERS, P.-N.: Feldaufgang, Arbeitsaufwand und Kosten bei pillirtem und kalibriertem Monogermersaatgut. Zucker 19 (1966), S. 93—97
- [5] EVERS, P.-N.: Untersuchungen zur Längsverteilung von Rübensamen in der Saatrinne bei Einzelkornsaat. Landtechnische Forschung 12 (1962), S. 173—178
- [6] LÜDECKE, H.: Zuckerrübenanbau. Verlag Paul Parcy, Hamburg und Berlin 1961
- [7] LÜDECKE, H. und H. SCHAUFMAYER: Mechanisierung der Rübenpflege durch elektronisch gesteuerte Vereinzlungsmaschinen. Zucker 18 (1965), S. 264—273
- [8] EVERS, P.-N.: Vollmechanisches Vereinzeln der Zuckerrüben und Ernteverluste. Mitteilungen d. DLG 81 (1965), S. 391—397
- [9] STRICKER, H. W.: Vergleichende Untersuchungen über das blindmechanische Vereinzeln und das Vereinzeln von Hand bei Zuckerrüben. Zucker 19 (1966), S. 33—38

Résumé

Peter-Nils-Evers: "Field Experiments on Fully-Mechanized Thinning Operations with Sugar Beets"

Two fully mechanized thinning methods are discussed which enable both sufficient yields.

Presupposition is that at sowing close spacings of 4—5 cm are kept. Moreover, both procedures require close block distances in order to obtain at harvest the final plant stand of 80 000 to 90 000 beets which is decisive for the yield. With a row spacing of 50 cm, a block distance of 15 cm at blind-mechanical thinning and of 20 cm at controlled thinning should in any case be observed. With closer spaced rows the same block distances can be used because it can be taken for granted that then a great number of plants per hectare can be harvested. The distance between the blocks can be enlarged in the same proportion as the row width decreases.

Detrimental effects on the yield of a very dense final stand of 100 000 to 150 000 beets per hectare after thinning are hardly to be feared as with a growing stand density an increasing "self-thinning" was noted.

Peter-Nils Evers: „Essais dans le champ des procédés de démariage de betteraves entièrement mécaniques.“

Les deux procédés de démariage entièrement mécaniques discutés actuellement permettent d'obtenir une population et des récoltes satisfaisantes.

La condition primordiale est que l'on fasse attention lors du semis que la distance entre les grains ne soit pas supérieure

à 4 à 5 cm. De plus, les deux procédés exigent des distances entre les blocs réduites afin de disposer au moment de la récolte d'une population de 80 000 à 90 000 betteraves indispensable pour que le rendement soit suffisant. En choisissant une distance entre les rangs de 50 cm, on doit en tout cas avoir une distance entre les blocs de 15 cm quand on applique le démarrage mécanique aveugle et de 20 cm quand on applique le démarrage contrôlé. Si la distance entre les rangs est plus réduite, on peut prévoir les mêmes distances entre les blocs pour être plus sûr de disposer au moment de la récolte d'un nombre de plantes/ha élevé. Mais on peut également augmenter la distance entre les blocs en proportion inverse de la diminution de la distance entre les rangs.

Il n'est pas à craindre que la conservation lors du démarrage d'une population très dense de 100 000 à 150 000 plantes/ha entraîne des inconvénients, car on a remarqué que les plantes opèrent elles-mêmes un auto-démarrage d'autant plus intense que la densité de peuplement est plus élevée.

Peter-Nils Evers: „Ensayos prácticos de aislamiento enteramente mecánico de la remolacha azucarera.“

Con los procedimientos de aislamiento enteramente mecánicos que se discuten se pueden conseguir plantaciones y cosechas satisfactorias.

Para esto es necesario que en la siembra se coloquen las semillas con intervalos de 4 a 5 cm. Ambos procedimientos requieren también distancias reducidas entre los grupos, para conseguir el número de plantas suficiente en una cosecha de 80 000 a 90 000 remolachas por hectárea. Siendo el ancho de los surcos de 50 cm, la distancia entre los grupos tendría que ser siempre de 15 cm para el aislamiento mecánico ciego, y de 20 cm para el aislamiento controlado. Siendo los surcos más estrechos, las distancias entre los grupos pueden ser los mismos, porque aumenta la seguridad de conseguir el número elevado de remolachas por hectárea, pudiendo entonces ampliarse la distancia entre los grupos en idéntica proporción que se reduzca la distancia entre los surcos.

No han de temerse resultados perjudiciales por el aumento de remolachas a 100 000 y hasta 150 000 por hectárea después de aislar, porque se observa entonces un aislamiento que podríamos llamar automático.

130 Ingenieurschulen in der Bundesrepublik

Neues Verzeichnis nach Angaben der Kultusminister

Die VDI-Hauptgruppe Ingenieurausbildung des Vereins Deutscher Ingenieure hat nach Angaben der Kultusministerien ein neues Verzeichnis der Ingenieurschulen (Stand 1. 1. 1966) herausgegeben. Das Verzeichnis enthält 130 Ingenieurschulen. Seit 1964 sind zwei neue Ingenieurschulen in Wilhelmshaven und Hamburg-Bergedorf eröffnet worden. Sechs weitere Ausbildungsstätten erhielten vom zuständigen Kultusministerium den Status einer Ingenieurschule. Die 130 Ingenieurschulen in der Bundesrepublik haben insgesamt 65 000 Studierende. Das neue Verzeichnis wird von der VDI-Auskunftsstelle für Ingenieurausbildung, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10 250, gegen einen Unkostenbeitrag abgegeben. Ein amtliches Verzeichnis der Ingenieurschulen in der Bundesrepublik und in West-Berlin gibt es zur Zeit noch nicht. Es ist jedoch von der Kultusminister-Konferenz seit 1964 geplant. Die Deutsche Kommission für Ingenieurausbildung hält in ihrer 17. Entschliebung vom 11. Februar 1966 die Aufstellung und Veröffentlichung dieses Verzeichnisses für vordringlich, um zu dokumentieren, welche Ingenieurschulen das Recht haben, ihre Absolventen zum Ingenieur zu graduieren.

„Frequenzanalyse mechanischer Schwingungen in drei Richtungen am Schleppersitz“

Berichtigung zu dem gleichnamigen Aufsatz — Heft 5/65 der „Landtechnischen Forschung“.

Zu diesem Thema haben wir über ein einfaches Analysenverfahren mit Hilfe eines elektronischen Tiefpasses berichtet. Dieses Verfahren wurde deshalb angewandt, weil Bandfilter für die interessierenden niedrigen Frequenzbereiche nicht zur Verfügung stehen und uns bis dahin die Möglichkeit des Transponierens in höhere Frequenzbereiche mit Hilfe verschiedener Bandgeschwindigkeiten nicht gegeben war.

Da der Tiefpaß jeweils alle Frequenzen unterhalb der gewählten Grenzfrequenz durchläßt und somit immer bis gegen 0 Hz arbeitet, ist es notwendig, für ein bestimmtes Frequenzband (z. B. 4 bis 8 Hz) den Effektivwert aus den Effektivwerten zweier benachbarter Tiefpaßstufen (z. B. 0 bis 8 Hz und 0 bis 4 Hz) zu berechnen. Die Berechnung erfolgte in der genannten Arbeit durch einfache Differenzbildung der Effektivwerte (a):

$$a = a_2 - a_1$$

Dieses Rechenverfahren erwies sich jedoch als falsch. Inzwischen konnte festgestellt und durch Messungen belegt werden, daß sich die Effektivwerte solcher stochastischer Schwingungen rechnerisch ebenso verhalten wie die von Sinusschwingungen. Es gilt hierfür also auch folgender Zusammenhang:

$$a = \sqrt{a_2^2 - a_1^2}$$

Das bedeutet, daß der gesuchte Effektivwert eines Frequenzbandes gleich der Wurzel aus der Differenz der Quadrate der betreffenden Effektivwerte ist.

Während in der erwähnten Arbeit die Meßergebnisse (Tafel 2) von dieser Feststellung unberührt bleiben, treffen die in Tafel 3 wiedergegebenen berechneten Effektivwerte in den verschiedenen Frequenzbändern nicht zu. Die richtig berechneten Werte werden im folgenden angegeben:

Tafel 3: Errechnete Effektivwerte in verschiedenen Frequenzbändern

Umrechnung der Werte nach Tafel 2

Art der Schlepperarbeit	Frequenzband [Hz]	mittlere quadratische Abweichung σ (Effektivwert)		
		Z-Achse	X-Achse	Y-Achse
		[m/s ²]		
Feldarbeit	0— ∞	1,549	2,533	5,179
(Kettenschlepper H, 55 PS)	<— 4	0,326	0,751	0,116
	4— 8	0,393	0,489	0,444
	8— 16	0,973	1,247	1,221
	16— 30	0,644	0,789	0,783
	30— 60	0,409	0,936	2,460
	60—120	0,505	1,352	3,498
	>—120	0,595	0,852	2,490
Feldarbeit	0— ∞	1,039	2,268	4,938
(Radschlepper D, 35 PS)	<— 4	0,730	0,730	0,449
	4— 8	0,399	0,365	0,100
	8— 16	0,222	0,324	—
	16— 30	0,182	0,457	0,140
	30— 60	0,374	0,657	3,292
	60—120	0,152	1,412	3,647
	>—120	0,377	1,308	—

Ebenso ändert sich der Kurvenverlauf in den Schaubildern. Bei den Frequenzen > 4 Hz liegen die Kurven durchweg höher. Da das jedoch alle Versuchsvariationen betrifft, bleibt die Tendenz der Ergebnisse davon unberührt. Interessenten können die korrigierten Schaubilder gern zur Verfügung gestellt werden.

Heinrich Dupuis und Hans-Adolf Broicher