

Landtechnische Forschung

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

Heft 5/1956

MÜNCHEN

6. JAHRGANG

Dipl.-Ing. W. Brinkmann:

Einzelkornablage von aufbereitetem Rübensaatgut

Institut für Landtechnik, Bonn

Um dem Ideal eines völlig gleichmäßigen Aufganges einzelner stehender Rübenpflänzchen in gleichmäßigen Abständen nahe zu kommen, müssen zwei Bedingungen erfüllt werden:

1. Ablage einzelner Knäule in gleichmäßigen Abständen.
2. Möglichst große Zahl von einkeimig auflaufenden Knäulen.

Die letzte Forderung ist weitgehend erfüllbar durch eine Aufbereitung des Saatgutes nach verschiedenen Spaltungs- und Sichtungungsverfahren und in weiterer Sicht vielleicht durch natürlich gewachsene einkeimige Samen. Die erste Forderung ist nur durch zuverlässig und genau arbeitende Einzelkornsäugeräte erfüllbar. Eine Einzelkornablage ist auf verschiedene Weise zu erzielen, so durch Zellen- oder Schöpfräder, die waagrecht, senkrecht oder schräg angeordnet sind, durch Zellenbänder oder pneumatisch wirkende Organe. Am meisten verbreitet sind bisher die Zellenräder, so z. B. im gesamten Rübenanbau der USA.

Um bei einer solchen Einzelkornablage durch Zellenräder Fehl- und Doppelstellen zu vermeiden, müßte eine weitgehende Angleichung der Form und Größe des Saatgutes an die in der Regel kreisrunde Zellenform versucht werden. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Umhüllen des Saatgutes mit einer Hüllmasse, möglichst zu echter Kugelform (Pille), die in bestimmte Größenbereiche zu kalibrieren ist.
2. Sortieren eines nicht umhüllten Saatgutes in bestimmte Form- und Größenbereiche, die in allen Dimensionen bestimmte Höchst- und Mindestmaße einhalten.

In jedem Fall müssen Durchmesser und Tiefe der Zellen an den gewünschten Kaliberbereich der Pillen oder des Saatgutes genau angepaßt werden.

Bisher hat in Deutschland und den europäischen Nachbarländern die Pillierung im Vordergrund gestanden. Das findet seine Erklärung darin, daß bisher nur die Drillmaschine verwendet wurde und diese keine besonderen Ansprüche an eine Größenkalibrierung des Saatgutes stellt. Für die Einzelkornsaat ging man zunächst von dem vorhandenen ungleichmäßigen Saatgut aus und suchte Unregelmäßigkeiten in der Form und Größe durch eine Pillierung auszugleichen. Diese führt zwar rasch zu dem Ergebnis, daß ein Zellenrad die gewünschte gleichmäßige Einzelkornablage erzielt, doch ist die Pille mit großen Mängeln behaftet. So kann die Hüllmasse durch Druck und Stoß leicht beschädigt werden, und dementsprechend sind Lagerung und Transport schwierig. Vor allem aber schneidet die Pille im Preisvergleich ungünstig ab. In diesem Jahr kostete 1 kg nicht pilliertes Monogermersaatgut

DM 5,85, 1 kg des gleichen Monogermersaatgutes als Pille umhüllt jedoch DM 16,—. Selbst wenn eine Herstellung in großen Mengen eine Verbilligung bringt, so bliebe doch mit einem Preis von beispielsweise DM 12,— je kg die Pille immer noch doppelt so teuer wie das nicht umhüllte Saatgut. Nur durch einen außerordentlich viel besseren Feldaufgang der Pillensaat ließe sich dieser Preisunterschied rechtfertigen. Erwartungen in dieser Hinsicht sind jedoch bisher nicht befriedigt worden, eher zeigte sich das Gegenteil. In den USA wurde dieser Weg schon seit Jahren verlassen [1] und mit dem zweiten der oben genannten Wege durch eine genaue Kalibrierung von nicht umhülltem Saatgut eine gleich gute Einzelkornablage erreicht.

So drängte sich uns die Aufgabe auf, unter Verwertung der amerikanischen Forschungsergebnisse und Erfahrungen, die Erfordernisse für eine Einzelkornablage von nicht umhülltem, aufbereitetem Saatgut mit Zellenrädern zu untersuchen¹⁾. Die bisherigen Arbeiten beschränkten sich auf die Füll- und Entleerungsvorgänge der Zellen, die um eine waagrecht angeordnete Welle rotieren, während weitere Untersuchungen, z. B. über die Einbringung in den Boden, noch zurückgestellt werden mußten.

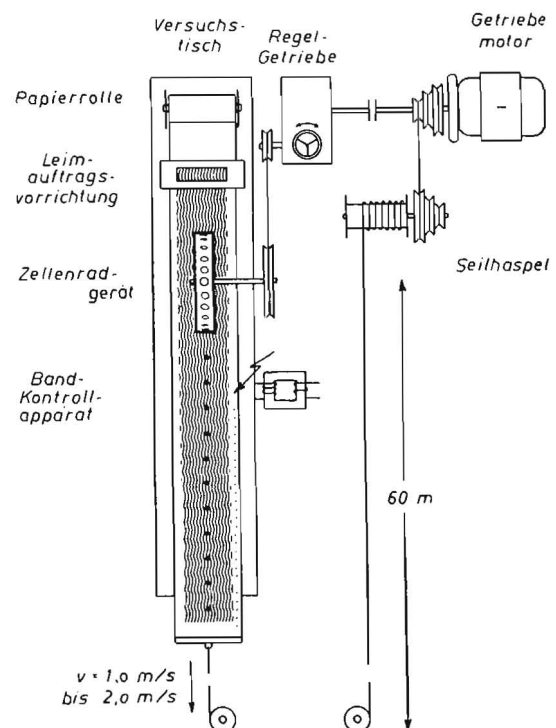


Abb. 1: Schema des Leimstreifenversuchsstandes

¹⁾ Ermöglicht wurde diese Arbeit durch die dankenswerte Unterstützung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen in Düsseldorf, des Rheinischen Rübenbauerverbandes in Bonn, der Bezirksgruppe Nordrhein-Westfalen des Vereins der Zuckerindustrie in Köln, der Süddeutschen Zucker-A.G. in Mannheim und des Verbandes Bayerischer Zuckerrübenanbauer in Regensburg.

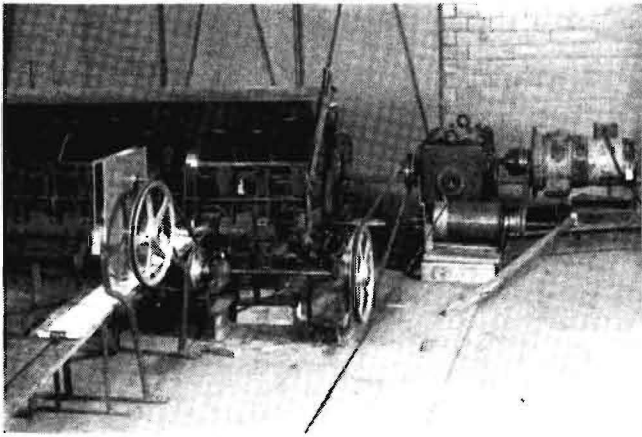


Abb. 2: Leimstreifenversuchsstand

Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden auf einem Leimstreifenversuchsstand durchgeführt. Unmittelbar unter der Auswurföffnung des zu untersuchenden Sägerätes wird dabei ein Papierstreifen mit einem frisch aufgetragenen, lückenlosen Leimfilm in einer Geschwindigkeit von 1,0, 1,5 oder 2,0 m/sec hindurchgezogen. Auf diesen Streifen fällt das Saatgut, welches unmittelbar nach dem Auftreffen im Leim haftet. So wird der zeitliche Verlauf des Saatstromes mit all seinen Regel- und Unregelmäßigkeiten festgehalten und einer Auswertung zugänglich gemacht.

Bei rund 1000 abgelegten Knäulen ist die Streuung auf einem solchen Streifen gegenüber gleichen Kontrollversuchen derart gering, daß das Ergebnis eines einzigen solchen Versuches als gesichert anzusehen ist. Im übrigen erwies es sich auch als notwendig, mit nur jeweils einem Versuch auszukommen, da es bei der Vielzahl von Untersuchungen — bis jetzt wurden 14 km Band ausgewertet — darauf ankam, die Einzelversuche möglichst schnell aufeinander folgen zu lassen.

Im einzelnen sieht der Versuchsstand folgendermaßen aus (Abb. 1 und 2): Ein Elektromotor treibt gleichzeitig über ein stufenlos regelbares Getriebe das Zellenradgerät und über eine Dreifachstufenscheibe mit Keilriemen eine Seilhaspel. Das Seil der Haspel läuft durch die Länge der zur Verfügung stehenden Maschinenhalle (ca. 60 m) zu einer Umlenkrolle und dann zurück zum Versuchstisch. Hier wird es mit dem Anfang des Papierbandes verklammert, das sich von einer Rolle abspulen läßt. Beim Abziehen wird diese Rolle leicht gebremst, um das Papierband stets stramm zu halten. Zwischen Rollenhalter und Sägerät ist auf dem gleichen Tisch die Leimauftragsvorrichtung quer über der Papierbahn befestigt (Abb. 3). Diese Auftragsvorrichtung besteht aus einer

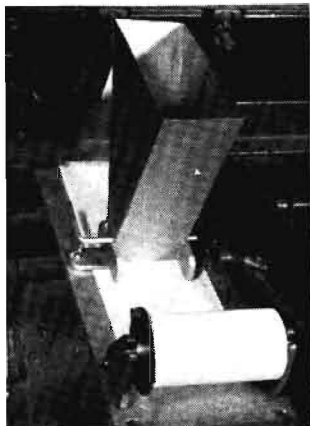


Abb. 3: Papierrolle und Leimauftragsvorrichtung

mit Leim gefüllten Kammer, auf die ein Einfülltrichter gesetzt ist. Drei ihrer Kanten liegen dicht auf dem Papierband auf, die vierte, unter der das Band herausläuft, hat 0,2 mm Abstand vom Papier und hält den überflüssigen Leim zurück. Mit dieser außerordentlich einfachen Einrichtung gelingt es, einen gleichmäßig dicken Leimfilm von 0,2 mm Stärke und

70 mm Breite in jeder beliebigen Länge auf das Papierband aufzutragen. Als Leim wird verdünnte Sulfitablauge verwendet, die sich für diesen Zweck als besonders geeignet erwies. Selbst bei einer Bandgeschwindigkeit von 2 m/sec haften die Knäule unmittelbar nach dem Auffallen, ohne zu rollen im Leim. Damit ist eine unerläßliche Grundbedingung für exakte Versuche dieser Art erfüllt.

Ebenso wichtig ist die gleichmäßige Geschwindigkeit des Papierbandes, da jede Ungleichmäßigkeit in der Bandbewegung die vom Zellenrad bestimmten Knäuelabstände verfälscht. Schon die geringste Exzentrizität der Antriebsräder kann Schwingungen erzeugen, die allerdings durch das Gleiten von Seil und Papier auf dem Boden der Maschinenhalle stark gedämpft werden. Trotzdem zeigten sich anfangs mit dem bloßen Auge erkennbare Längsschwingungen im Seil und Papierband. Es wurde daraufhin eine einfache Prüfmethode entwickelt, die jede Ungleichmäßigkeit der Bandbewegung festhält und auch nachträglich noch erkennbar macht (Abb. 4). Hierzu wird einer der leimfreien Ränder zwischen zwei voneinander isolierten Metallspitzen hindurchgeführt. An diese Elektroden wird vom Wechselstromnetz über einen Transformator eine Hochspannung gelegt, die bei jedem Spannungshöchstwert einen elektrischen Durchschlag durch das Papier verursacht, sichtbar als kleines geschwärztes Loch. Bewegt sich das Band in einer Sekunde um 100 cm voran, und erfolgen bei einer Normalfrequenz von 50 Hz in dieser Zeit hundert Überschläge, so beträgt der mittlere Lochabstand 1 cm. Gleich weite Lochabstände kennzeichnen eine konstante

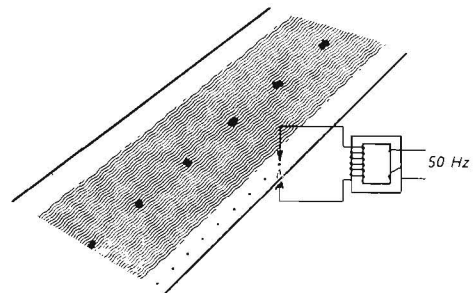


Abb. 4: Kontrollapparat für die Bandbewegung

Vorschubgeschwindigkeit, während zu- oder abnehmende Abstände eine Beschleunigung beziehungsweise Verzögerung kenntlich machen. Bei einer Schwingung folgen Beschleunigung und Verzögerung rhythmisch aufeinander, wobei die Zeitdauer einer Periode genau meßbar ist. Hieraus kann dann das Antriebsorgan ermittelt werden, das diese Schwingung verursacht.

Auswertung

Bei den verschiedensten Versuchsbedingungen umfaßt die Auswertung die Feststellung der Gleichmäßigkeit der Ablage und des Anteils an einfach und mehrfach belegten Zellen sowie an nicht belegten Zellen. Sichtbar werden diese Regel- oder Unregelmäßigkeiten auf dem Leimstreifen in den unterschiedlichen Abständen von Knäuel zu Knäuel. Aus der Anzahl der je Sekunde abgelaufenen Zellen und der Vorschubgeschwindigkeit des Bandes errechnet sich der theoretische Sollabstand der Knäule auf dem Band, der die Grundeinheit zur Herstellung einer Meßplatte bildet. Diese Meßplatte mit ihrer idealen Gleichmäßigkeit wird nun den Unregelmäßigkeiten der tatsächlichen Knäuelablage auf dem Leimstreifen gegenübergestellt. Fehlstellen und Doppelbelegungen sowie auch Unregelmäßigkeiten im Abstand der Knäule voneinander lassen sich dadurch einwandfrei erkennen.

Um ein zahlenmäßiges Ergebnis zu erhalten, werden im einzelnen ausgezählt:

1. Sämtliche vom Zellenrad ausgeworfenen Knäule,
2. alle doppelt oder mehrfach belegten Stellen,
3. alle Fehlstellen.

Um vergleichbare Werte zu erhalten, wird sowohl die Gesamtzahl der Doppelbelegungen als auch die Gesamt-

zahl der Fehlstellen auf die Zahl der abgelaufenen Zellen bezogen. Die so gewonnenen beiden Wertzahlen lassen sich mit denjenigen anderer Versuche unmittelbar vergleichen und ergeben die Unterlagen für die später zu erörternde Gesetzmäßigkeit der Zellenfüllung.

Größenkalibrierung des Saatgutes

Wie eingangs erwähnt, ist eine Größenkalibrierung des Saatgutes unbedingt erforderlich. Der Bereich ist so zu wählen, daß keine zu großen Knäule mehr vorhanden sind, die nicht in eine Zelle hineinschlüpfen können und ebenso keine zu kleinen, die zu Doppelbelegungen führen. Es muß also zwischen einem Größt- und einem Kleinstmaß kalibriert werden. Entsprechend der Verwendung der Knäule in Zellenradsgeräten mit runder Zellenbohrung empfiehlt es sich, zur Größensortierung des Saatgutes für das Ober- und das Untersieb Rundlochsiebe zu benutzen. Bei Schlitzlochsieben würde die Gefahr bestehen, daß längliche Knäule das obere Sieb passieren, weil sie mit ihrem kleinsten (Quer-) Durchmesser die Schlitzweite unterschreiten, in die Zellenbohrung jedoch nicht hineinpassen, weil ihr größter Durchmesser (Längsdurchmesser) größer ist als der Zellendurchmesser. Diese Knäule werden dagegen von einem Rundlochsieb zurückgehalten; somit ist die Gefahr von Fehlbelegungen durch zu große Knäule gebannt.

Es erwies sich jedoch, daß diese einfache Kalibrierung zwischen einem größten und einem kleinsten Rundlochsieb nicht ausreichte, denn die Zahl der Doppelbelegungen betrug dabei stellenweise noch bis zu 10%. Die Ursache hierfür liegt in einem großen Anteil an flachen, linsenförmigen Knäulen, von denen zwei über- oder nebeneinander in eine Zelle hineinpassen. Also wurde eine zusätzliche Siebung mit einem Langlochsieb nachgeschaltet, das einen beträchtlichen Anteil dieser flachen Knäule heraussiebte, und die Möglichkeit von Doppelbelegungen bis auf einen kleinen Bruchteil reduzierte. Allerdings mußte diese Schlitzweite, die kleiner ist als der Rundlochdurchmesser des kleinsten Rundlochsiebes, sehr sorgfältig bestimmt werden.

Es sind also zwei getrennte Siebvorgänge erforderlich, der erste mit zwei Rundlochsieben, bei denen die Knäule durch das Größtmaß hindurch und über das Kleinstmaß gehen müssen, der zweite mit einem Schlitzlochsieb, dessen Übergang das endgültig kalibrierte Saatgut bildet (Abb. 5). Diese

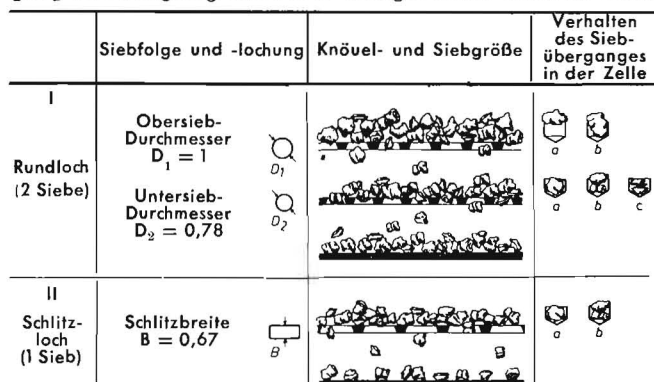


Abb. 5: Schema der Siebvorgänge für Einzelkorn-Saatgut

zusätzliche Langlochsiebung, die sich bei den Versuchen als unerlässlich erwiesen hat, wird in den USA nicht gefordert. Für die absoluten Maße der Rundlochsiebung geben die Amerikaner nur den Kaliberbereich an, nämlich die Differenz zwischen größter und kleinster Lochweite. Hierfür werden $\frac{2}{64}$ oder auch $\frac{3}{64}$, also etwa 0,8 beziehungsweise 1,2 mm empfohlen [2, 3]. Bei hiesigen Versuchen hat sich gezeigt, daß es richtiger ist, nicht nur mit einer, höchstens zwei festen Differenzen zu arbeiten wie die Amerikaner, sondern diese Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Rundlochsieb proportional zu verändern mit der mittleren Größe des Saatgutes. Mit anderen Worten, es sollte bei kleinen Knäuldurchmessern eine entsprechend kleinere Differenz genommen werden als bei größeren Knäuldurchmessern. Die Proportionalität bezieht man am besten auf den Lochdurchmesser des oberen Rundlochsiebes, wobei sich die folgenden Verhältniszahlen für den Lochdurchmesser des unteren Rundlochsiebes und für die Schlitzbreite des Schlitzlochsiebes aus einer

Vielzahl von Versuchen als zweckmäßig ergeben haben: Setzt man den Lochdurchmesser des oberen Rundlochsiebes also gleich 1, so muß der Lochdurchmesser des unteren Rundlochsiebes 0,78 und die Breite des Schlitzsiebes 0,67 sein.

Zellenabmessungen

Dem so gewonnenen kalibrierten Saatgut müssen die Zellenabmessungen entsprechen. Die Tiefe richtet sich nach dem größten Knäuel, das ja ganz in der Zelle verschwinden soll. Infolgedessen ist dieses Maß, gemessen bis zur Spitze des Bohrloches, gleichzusetzen dem Lochdurchmesser des oberen Rundlochsiebes (= 1). Der Zellendurchmesser ist 10% größer (= 1,1), um ein leichteres Einschlüpfen der Knäule zu ermöglichen; hierzu ist auch der Rand leicht gebrochen.

So ergeben sich beispielsweise die in Tabelle 1 zusammengestellten Werte für Sieb- und Zellenabmessungen.

Tabelle 1:
Saatgutgrößen, Sieb- und Zellenabmessungen

	Kaliberbereich des Saatgutes			Zellenabmessungen	
	Rundlochsieb Durchmesser Obersieb	Untersieb	Schlitzloch-sieb Schlitzweite	Tiefe	Durchmesser
Verhältniszahl	1	~ 0,78	~ 0,67	1	1,1
mm	4,0	3,2	2,6	4,0	4,4
$\frac{1}{64}$ Zoll	10	8	6,5	10	11
mm	5,2	4,0	3,4	5,2	5,8
$\frac{1}{64}$ Zoll	13	10	8,5	13	14,5

Dabei sind außer den Maßen in mm auch die entsprechenden Angaben in $\frac{1}{64}$ gemacht, die den in Amerika üblichen Abstufungen entsprechen und damit eine Vergleichbarkeit und Austauschbarkeit von Versuchsergebnissen und Geräten ermöglichen [2, 4].

Die beiden Größenbereiche der Tabelle 1 von 3,2 bis 4,0 und 4,0 bis 5,2 mm schließen aneinander an. Dies hat für den Saatguterzeuger den Vorteil größerer Ausbeute und ist für den Landwirt wertvoll, da ein kleineres Kaliber mehr einkeimige Knäule enthält, die für günstige Klima- und Bodenverhältnisse geeignet sind. Der größere Kaliberbereich mit einem höheren Anteil an Mehrkeimern ist zweckmäßiger für ungünstige Verhältnisse. Wenn beispielsweise die mittlere Keimzahl im kleinen Kaliberbereich 1,2 beträgt und im großen 1,5, so bedeutet es, daß dasselbe Zellenrad bei der Aussaat 25% mehr mögliche Keime herausbringt. Damit erledigt sich die so viel erörterte Frage, welche einheitlich mittlere Keimzahl bei der Aufbereitung anzustreben ist, von selbst.

Eine weitere Anpassung an die starken Schwankungen des zu erwartenden Feldaufganges [5] ist dadurch möglich, daß für ganz ungünstige Verhältnisse die reine Einzelkornsaat mit einer Horstsaat verbunden wird. Das Aussäen einzelner Horste ist ohne weiteres dadurch möglich, daß in bestimmten Abständen, beispielsweise im ganzen oder halben Sollabstand der späteren Pflanzen, je zwei oder drei Zellen zusätzlich angeordnet werden. Dadurch kann möglicherweise die Gleichstandssaat mit Monogerm Saatgut in sehr ungünstige Klima- und Bodenbereiche vorangetrieben werden. Es ist beispielsweise bei Verwendung des größeren Kaliberbereiches mit der mittleren Keimzahl von 1,5 und bei drei Zellen je Horst im statistischen Mittel mit einer Häufung von 4,5 möglichen Keimen je Horst zu rechnen. Bei einem Feldaufgang von nur 25% der im Labor aufgehenden Keime kann also eine sichere Besetzung der Pflanzenstelle erwartet werden. Ist umgekehrt wider Erwarten infolge günstiger Witterungsverhältnisse der Feldaufgang hoch, so kann man die Horste weghacken und hat genügend Pflanzen zur Wahl. Dieser Gedanke hat auch der sogenannten Wellensaar zugrunde gelegen [6], jedoch war eine Verwirklichung solange nicht möglich, wie man zur Aussaat auf die Drillmaschine angewiesen war. Entsprechend kann für sehr günstige Verhältnisse die Saatgutmenge herabgesetzt werden durch größere Ab-

stände der Knäule. Im Hinblick auf die Betriebssicherheit des Gerätes ist es zweckmäßiger, eine solche Anpassung durch Auswechseln des Zellenrades vorzunehmen als durch Änderung des Antriebes mittels eines Getriebes.

Es ist anzunehmen, daß mit den beiden Kaliberbereichen der Tabelle 1 auf die Dauer nicht auszukommen ist. So kann sich je nach Ausfall der Samenernte eine Verschiebung empfehlen; dann könnten zwei andere, ebenfalls aneinander anschließende Kaliberbereiche darüber oder dazwischen geschoben werden (z. B. 2,8—3,6 und 3,6—4,6 mm) mit den entsprechenden Abmessungen für Langlochsieb und Zelle. Es ist aber mit den Lieferanten von Saatgut und Geräten vereinbart worden, daß einstweilen nur die beiden Kaliberbereiche von Tabelle 1 hergestellt und benutzt werden.

Abkämrvorrichtung

Liegt in einer Zelle ein kleines Knäuel von der unteren Grenze des Kaliberbereiches, so besteht die Möglichkeit, daß sich ein ebenso kleines Knäuel darüberlegt. Bei den vorhin beschriebenen Abmessungen von Siebkaliber und Zellengröße ragt dann in der Regel das zweite Knäuel gut zur Hälfte aus der Zelle heraus. Dieses zweite Knäuel muß durch eine Abkämrvorrichtung wieder herausgekämmt werden, ehe die Zelle in den Abdeckkanal hineinwandert, der das Zellenrad bis zur unteren Bodenablage umschließt. In den meistgebräuchlichen Geräten der USA ist zu diesem Zweck ein feststehendes oder gefedertes Messer eingebaut, gegen das

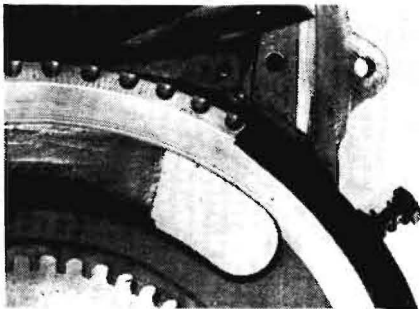


Abb. 6: Abkämrmesser

diese Knäule prallen und dadurch aus der Zelle gekippt werden (Abb. 6). Bei dieser Anordnung ist jedoch ein unzulässig hoher Anteil an zerstörten Saatkeimen zu befürchten. Eigene Versuche mit deutschem Saatgut in diesen amerikanischen Geräten sowie die amerikanische Literatur haben dies in gleicher Weise bestätigt [7].

In Einzelkornsäegeräten des europäischen Marktes wird als Abkämrvorgang für Pillen eine rotierende Walze aus elastischem Material verwandt, die auch nichtpilliertes Saatgut besser abstreift als ein Messer und zudem keine nennenswerten Keimbeschädigungen verursacht. Die Kanten und Spitzen eines aufbereiteten Saatgutes, besonders des segmentierten, sind jedoch so außerordentlich scharf und hart, daß sie selbst einen äußerst abriebfesten Kunststoff schon nach kurzer Betriebszeit rillenförmig einschneiden und damit unbrauchbar machen. Das führte zu der Überlegung, ob es überhaupt richtig ist, hier einen gummiartig elastischen Belag für die Abkämrrolle zu fordern. Zur Beurteilung dieser Frage ist es zweckmäßig, sich den Abkämrvorgang an Hand einiger typischer Fälle von Belegungen vor Augen zu halten (Abb. 7).

Im Falle a) in Abbildung 7 ist die Zelle mit einem Knäuel voll ausgefüllt. Ein darauf liegendes zweites Knäuel kann dann von der Abkämrmwalze, die durch die Art ihres Belages gut griffig ist, ohne besondere Schwierigkeit in den Füllraum zurückgebracht werden.

Im Falle b) füllen zwei kleinere Knäule die Zelle so, daß das obere mit seinem Schwerpunkt über den Zellenrand herausragt. Dieses wird zuerst bis an die rückwärtige Zellenwand geschoben und angepreßt. Hierbei verzahnen sich die Spitzen und Kanten des Knäuels mit dem elastischen Belag der Walze, die dann das Knäuel über den Zellenrand hinauskippt (gestrichelt gezeichnet).

Im Falle c) ragt bei zwei kleinen Knäulen das obere nur wenig über den Zellenrand hinaus, wird an die rückwärtige

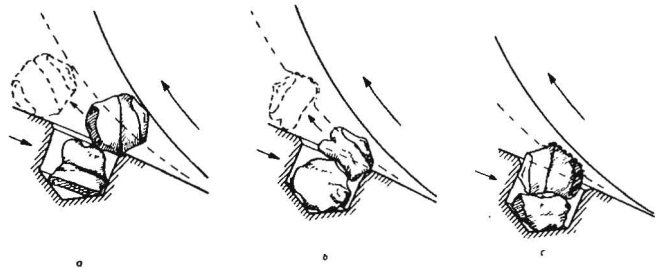


Abb. 7: Abkämrvorgang bei Verwendung einer elastischen Walze

Zellenwand gepreßt und drückt sich in den Belag der Walze ein. Es liegt jedoch zu tief, als daß — wie bei b) — ein Herauskippen über den Zellenrand erfolgen könnte. Mit zunehmender Vorwärtsbewegung des Zellenrades nimmt der Anpreßdruck zu, pflanzt sich nach unten fort und führt in den meisten Fällen zur Zerstörung der Saatkeime beider Knäule. Hierbei ritzen die hervorstehenden Kanten des oberen Knäuels den elastischen Belag der Walze. Selbst wenn dieser Fall durch die erwähnte genaue Anpassung der Saatgutgröße an die Zellenabmessungen verhältnismäßig selten auftritt, so genügt doch bereits dieses Minimum, um schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit an der Abkämrmwalze eine umlaufende Rille hervorzurufen. Diese Rille bildet eine Vertiefung unter der Füllraumbegrenzung an der mit a bezeichneten Stelle der Abbildung 8. Hier kann sich ein Knäuel verhaken und wirkt auf den rotierenden Gummibelag wie ein Drehstahl ein. Diese Rille wird dadurch bei jeder Umdrehung tiefer und breiter, bis weitere Knäule Platz haben und die Zerstörung vollständig machen (Abb. 9).

Fände sich wirklich ein elastischer Werkstoff, der dieser Materialbeanspruchung gewachsen wäre, so hätte man doch im Falle c) der Abbildung 7 die Möglichkeit einer Keimzerstörung der beiden Knäule nicht ausgeschaltet. Würde es gelingen, für diesen Fall die Keimbeschädigung vom unteren Knäuel fernzuhalten, das obere gewissermaßen abzufräsen, so wäre aus einer ursprünglich doppelt belegten eine normal belegte Zelle geworden. Die Voraussetzung hierfür ist eine Abkämrmwalze aus einem Material größeren Härtegrades als dem der Knäule.

Aus den beschriebenen Beispielen von Belegungen kann die Folgerung gezogen werden, daß die Abkämrmwalze eines

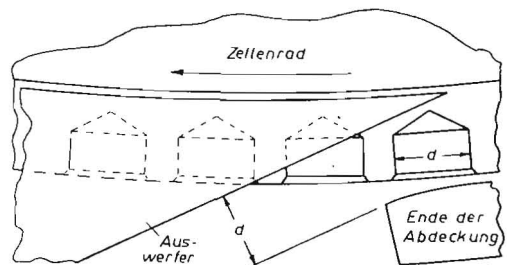
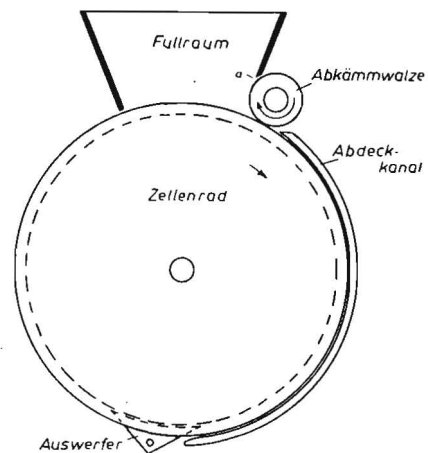


Abb. 8: Schnittbild und Auswerfer

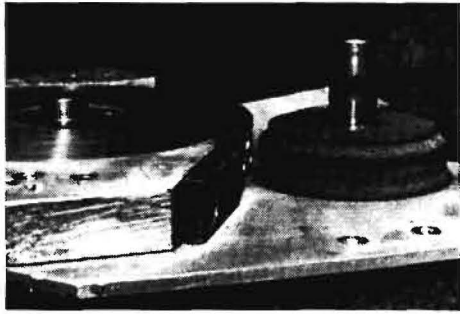


Abb. 9: Verschleiß einer Abkämmwalze aus Gummi

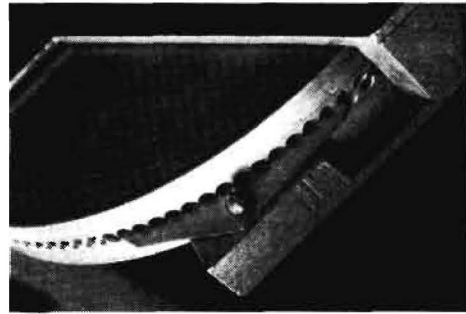


Abb. 12: Auswurfvorrichtung

Einzelkornsäugerates für aufbereitetes Monogermersaatgut eine gute Griffigkeit (aus Fall a) und b)) und eine ausreichende Materialhärte (aus Fall c)) haben muß, so daß auch bei einer längeren Betriebsdauer ein Verschleiß durch das Einwirken der scharfkantigen Knäule nicht auftritt. In eingehenden Versuchen mit verschiedenem Material wurde schließlich herausgefunden, daß eine Stahlwalze, die zur Erzielung einer ausreichenden Griffigkeit in Breite der Zellenreihe gerändelt ist (Abb. 10), diese zwei Forderungen erfüllt. Bei einer solchen Stahlwalze ist die Abkämmerarbeit auch im Dauerbetrieb voll- auf befriedigend. Überstehende Teile eines zweiten Knäules, wie im Fall c), fräst die Rändelung tatsächlich ab, wobei nur ein unbeschädigtes Knäuel in der Zelle zurückbleibt. Wie in

zurückrollen muß. Es muß sogar mit einer bestimmten Mindestgeschwindigkeit zurückrollen, die sich aus folgender Überlegung ergibt: Ist zufällig die nächstfolgende Zelle ebenfalls von zwei Knäulen belegt, von denen das obere abgekämmt werden soll, so muß das erste Knäuel das Feld geräumt haben, wenn es nicht doch zu einer Stauung kommen soll. Das abgekämmt Knäuel der ersten Zelle muß also um mehr als einen Zellenabstand zurückgerollt sein, so daß die Umfangsgeschwindigkeit der Walze mehr als doppelt so groß sein muß wie die Umfangsgeschwindigkeit des Zellenrades. Versuche bestätigten die Richtigkeit der Überlegung, und so wurde einstweilen an einem Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeiten von 1 : 4 festgehalten. Der Durchmesser der Abkämmwalze betrug bei den Versuchen 50 mm.

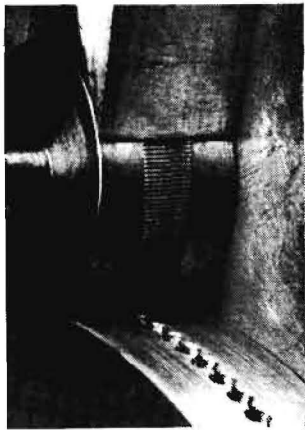


Abb. 10: Stahlabkämmwalze

Auswurfvorrichtung

Die weitgehend mit Einzelknäulen gefüllten Zellen wandern durch den Abdeckkanal zur Bodenablage mit der Auswurfvorrichtung (Abb. 8 und 12). Um die große Bedeutung dieser Vorrichtung zu ermessen, muß man sich klar machen, mit welcher hoher Geschwindigkeit die Knäule maximal aufeinander folgen und ausgeworfen werden müssen. Der kleinste, mit der langen Hacke vereinzelbare Pflanzenabstand wird bei 3 cm liegen, so daß auf einen Meter in der Reihe drei- unddreißig Knäule abzulegen sind. Die Fahrgeschwindigkeit sollte möglichst bis auf den zweiten Ackergang unserer Schlepper zwischen 10 und 24 PS gesteigert werden, der im Durchschnitt etwa in der Größenordnung von 5,4 km/h, also 1,5 m/sec. liegt. Danach müssen in einer Sekunde fünfzig Knäule in gleichmäßigen Abständen fallen. Wenn hierbei eine nur geringe Abweichung erfolgt, z. B. ein Knäuel nur $\frac{1}{100}$ Sekunde zu früh oder zu spät ausgeworfen wird, so würde sich der Abstand zweier Knäule bereits um einen halben Sollabstand verändern. Daraus folgt, daß die Zellen unter keinen Umständen zufällig durch freien Fall der Knäule sondern nur zwangsläufig entleert werden dürfen. Zu diesem Zweck ist der Zellenkranz in bekannter Weise mit einem schmalen Schlitz versehen, in den als Auswerfer ein ebenso breites Blech keilförmig hineingreift. Bei der Bewegung des Zellenrades schiebt dieses vom Zellengrund her das Knäuel aus der Zelle heraus, und erst nachdem dieses die Zelle zu etwa zwei Drittel verlassen hat, wird es von der Abdeckung zum Fallen freigegeben. Das Ende der Abdeckung läuft hierzu mit dem Keil parallel in einem Abstand, der gleich dem Zellendurchmesser sein muß (Abb. 8 unten). Ein kleinerer Abstand würde Klemmung der Knäule und somit Keimbeschädigungen verursachen; bei zu großem Abstand können Unregelmäßigkeiten durch kleine Knäule entstehen, die zwischen Zellenrad und Abdeckung vorzeitig hindurchgleiten. Das Auswerferblech ist nach Vorschlägen, die aus der amerikanischen Literatur vorliegen [2], auch an seinem hinteren Ende als Auswerfer geformt, um gegebenenfalls bei einer Rückwärtsdrehung des Zellenrades die Zellen ebenfalls entleeren zu können. Sonst besteht die Gefahr, daß bei einem unvorhergesehenen Rückwärtslauf des Gerätes — z. B. bei Rückwärtssetzen des Schleppers ohne vorheriges Aussetzen des Gerätes — einzelne, in die Zellen eingeklemmte Knäule von rückwärts unter den Auswerfer gelangen und ihn beschädigen. Die Abmessungen aller an diesem Auswurfvorgang beteiligten Organe müssen durch die gleiche Präzisionsherstellung gewährleistet sein wie die Bohrung der Zellen.

Abbildung 10 zu sehen ist, sind die beiden Ränder dieser Walze glatt gehalten, um bei einem etwaigen Verkanten der Antriebswelle oder des Zellenrades ein Einfräsen in diese zu vermeiden.

Durch die Drehung der Abkämmwalze sind die Knäule des Füllraumes nahe der Walze in steter Aufwärtsbewegung (Abb. 11) und nehmen ein Knäuel, das von der Abkämmstelle her in diesen Strom hineingerät, ohne weiteres mit fort; hierdurch wird eine Stauung der abgekämmt Knäule unter der Abkämmwalze vermieden. Voraussetzung dazu ist jedoch eine bestimmte Umfangsgeschwindigkeit der Walze. Sind beispielsweise die Umfangsgeschwindigkeiten von Zellenrad und Abkämmwalze einander gleich, so kann ein dazwischenliegendes Knäuel nur auf der Stelle rollen, während es bei einer höheren Umfangsgeschwindigkeit der Abkämmwalze

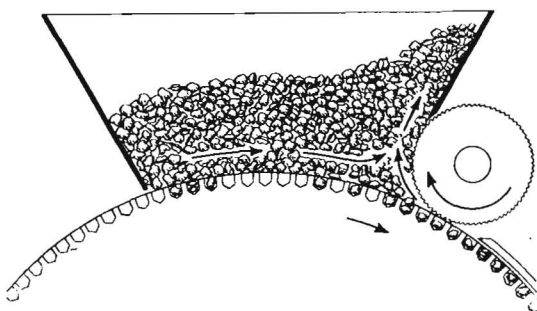


Abb. 11: Knäuelbewegung im Füllraum

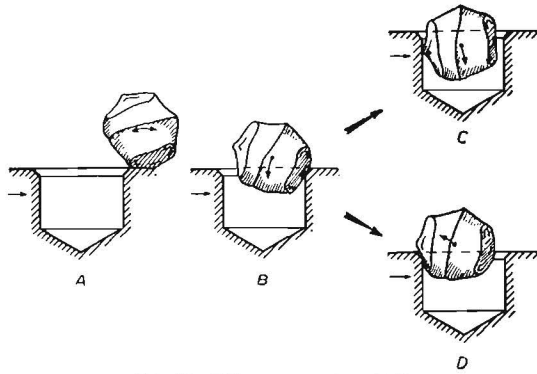


Abb. 13: Füllvorgang einer Zelle

Die Fragen der Fallhöhe und der Einbringung in den Boden sind, wie eingangs erwähnt, noch nicht untersucht worden. Doch läßt sich aus den angeführten notwendigen kurzen Folgezeiten der Knäule folgern, daß nur bei einem möglichst kurzen Fallweg von wenig Zentimetern unter möglicher Vermeidung eines Saatleitungsrohres oder einer Rutsche die Gleichmäßigkeit der Knäuelfolge auch bis zur Ablage auf die Saatsfurche erhalten bleibt.

Fehl- und Doppelstellen

Der Anteil an Fehlstellen wird außer durch die in dem vorigen Abschnitt behandelte Frage der genauen Größenabstimmung von Saatgut und Zelle durch eine Reihe von Umständen bestimmt, die Einfluß auf den Füllvorgang der Zellen haben. Zum besseren Verständnis sei dieser Vorgang an einigen typischen Fällen erläutert. Die Knäule sind in einer Randzone über dem Zellenkranz in einer ständigen Nick-Kipp-Bewegung (Abb. 13 A), und es bleibt dem Zufall überlassen, wann eine günstige Position zum Einkippen in eine Zelle eintritt (Abb. 13 B). Das Knäuel rollt hierbei über die vordere Zellenkante nach hinten in die Zelle hinein und kann im Falle dann, bevor es den Zellengrund erreicht hat, von der hinteren Zellenkante oder -wand nach vorwärts in die Richtung der Zellenradrotation gestoßen werden. Im Fall C ist das Knäuel zu diesem Zeitpunkt so weit gefallen, daß sein Schwerpunkt unter dem Zellenrad liegt, und es daher nach vorne abwärts in die Zelle hineingestoßen wird. Liegt jedoch wie bei D der Schwerpunkt des Knäuels zur Zeit des Stoßes noch oberhalb des Zellenrades — etwa durch ein langsames Kippen infolge größeren Trägheitsmomentes oder größerer Reibung mit der Umgebung (rauhe Oberfläche) — so kann der Stoß ausreichen, um das Knäuel über den hinteren Zellenrand wieder herauskippen zu lassen. Diese Zelle kann dann ungefüllt bleiben und verursacht in der Ablage eine Fehlstelle.

Aus dieser Überlegung ist ersichtlich, daß eine bestimmte durchschnittliche Mindestzeit zur Verfügung stehen muß, um dem Knäuel ein Einschlüpfen in die Zelle zu ermöglichen oder umgekehrt: Die Umfangsgeschwindigkeit des Zellenrades darf

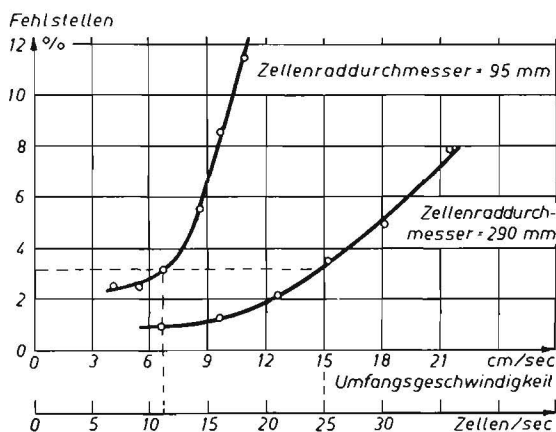


Abb. 14: Fehlstellenanteil bei verschiedener Umfangsgeschwindigkeit des Zellenrades (Füllstreckenlänge 100 mm)

ein bestimmtes Höchstmaß nicht überschreiten. Die vermuteten Zusammenhänge fanden ihre Bestätigung gleichermaßen in der amerikanischen Literatur [7] wie auch in Versuchen mit verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten auf dem Leimstreifenversuchsstand. In Abbildung 14 sind diese Ergebnisse in einem Diagramm dargestellt, das die Zunahme der Fehlstellen als Funktion der Umfangsgeschwindigkeit zeigt für zwei verschieden große Zellenräder mit je einer Reihe hintereinanderliegender Zellen. Nimmt man einen Zellenabstand von 6 mm an, wie er z. B. bei einem Saatgutkaliber zwischen 3,2 und 4,0 mm möglich ist, so ergibt sich zu jeder Umfangsgeschwindigkeit eine entsprechende Zahl von sekundlich gefüllten Zellen (siehe untere Abszissenskala). Bei einem größeren Zellenabstand für größer kalibriertes Saatgut ergeben sich geringe Abweichungen der Kurvenpunkte.

Die Versuche zeigten zunächst, daß Fehlbelegungen innerhalb wirtschaftlich tragbarer Abmessungen nie völlig zu vermeiden sind. Dies ist auch nicht unbedingt erforderlich. Vielmehr genügt es, sich auf einen Mindestprozentsatz an Fehlstellen zu einigen. Setzt man diesen beispielsweise bei 3,5 % an, so würde sich bei dem Zellenrad mit 290 mm Durchmesser (untere Kurve) bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 15 cm/sec eine sekundliche Zellenzahl von fünfundzwanzig Stück ergeben. Wollte man die Zahl auf fünfunddreißig Zellen je Sekunde steigern, so würden die Fehlstellen schon auf 7 %, also das Doppelte, steigen.

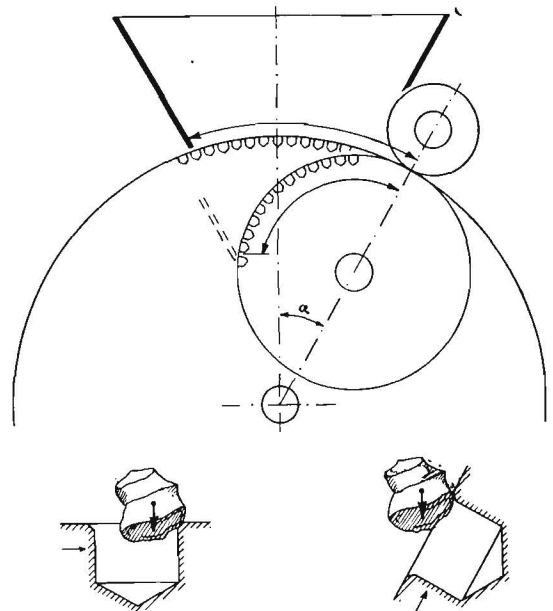


Abb. 15: Zellenlage bei verschiedenen Zellenraddurchmessern

Einen starken Einfluß auf den Fehlstellenanteil hat ferner auch der Zellenraddurchmesser. Setzt man nämlich eine bestimmte Füllstreckenlänge voraus, so kann diese Strecke sowohl auf einem Zellenrad mit großem wie auch mit kleinem Durchmesser liegen. Im letzteren Falle weisen die Zellen im Mittel eine größere Schräglage auf als bei einem großen Durchmesser des Zellenrades (Abb. 15). Zwar wäre es denkbar, auch bei einem kleinen Zellenraddurchmesser die Mitte der Füllstrecke mehr in den Scheitelpunkt des Zellenrades zu legen, wodurch die mittlere Zellenlage günstiger würde. Die Abkämmwalze käme jedoch bei dieser Anordnung so tief zu liegen, daß der Abkämmvorgang beeinträchtigt würde. Man wird also wohl davon ausgehen müssen, daß die Verbindungslinie der Mittelpunkte von Zellenrad und Abkämmwalze zur Verbindungslinie von Zellenradmittelpunkt zum Scheitelpunkt der Füllstrecke stets in einem etwa gleichbleibenden Winkel liegen muß, der nicht beliebig vergrößert werden darf. Bei den Versuchen wurde zunächst ein Winkel von ungefähr 22° eingehalten. Die auf dem stark abfallenden Teil der Füllstrecke des kleinen Zellenrades liegenden Zellen bieten jedoch andere Voraussetzungen als die durchweg in aufrechter Stellung durch den Füllrichter wandernden Zellen des großen Zellenrades. Kippt bei einer solchen aufrecht oder

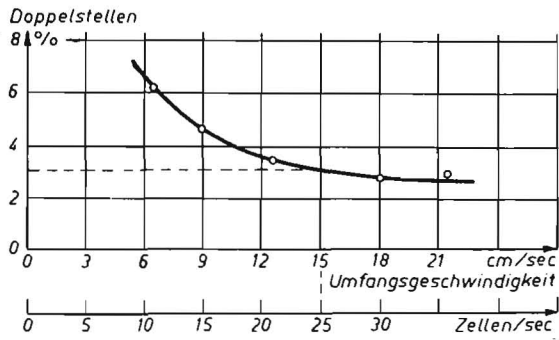


Abb. 16: Doppelstellenanteil bei verschiedener Umfangsgeschwindigkeit des Zellenrades (Füllstreckenlänge 100 mm)

fast aufrecht bewegten Zelle ein Knäuel über den vorderen Zellenrand, so hat es die in Abbildung 15 unten links gezeigte Möglichkeit, die Zelle zu füllen. Kippt es dagegen in eine Zelle mit starker Schräglage (Abb. 15 unten rechts), so fällt es nicht auf den jetzt seitwärts liegenden Zellenboden, sondern auf den tiefer liegenden hinteren Zellenrand und wird von diesem mit hoher Wahrscheinlichkeit wieder ausstoßen. Beträgt die Füllstreckenlänge z. B. ein Viertel des Umfanges, so liegen mehrere Zellen fast waagrecht und fallen für eine gesicherte Füllung völlig aus. Infolgedessen gibt, wie die Abbildung 14 zeigt, ein Zellenrad kleinen Durchmessers unter sonst gleichen Verhältnissen eine viel schlechtere Füllung. Statt der fünfundsanzig Zellen je Sekunde, die das große Zellenrad bei maximal 3,5 % Fehlstellen erreicht, sind es bei einem Zellenraddurchmesser von 95 mm nur rund zehn Zellen pro Sekunde, also weniger als die Hälfte. Sollten also die oben errechneten fünfzig Knäule je Sekunde abgelegt werden, so könnte das bei einem großen Zellenrad mit 290 mm Durchmesser mit zwei nebeneinander eingefrästen Zellenkränzen erfolgen, während bei dem kleinen Zellenrad fünf solcher Kränze erforderlich wären. Je mehr Zellenreihen aber nebeneinander angeordnet werden müssen, um so breiter ist der Streifen, auf den der Auswurf der Knäule erfolgt. Eine Saatleitung müßte diese Knäule wieder auf ein schmales Band zusammenführen, was zweifellos die Gleichmäßigkeit der Ablage stören würde.

Selbstverständlich ist auch die Länge der Füllstrecke von einem gewissen Einfluß, da dem Knäuel bei einer längeren Füllstrecke häufiger die Chance des Einschlüpfens in eine Zelle gegeben ist. Da aus den im vorigen Abschnitt dargelegten Gründen ein großer Zellenraddurchmesser immer zweckmäßig ist, ergibt sich, wie in Abbildung 15 gezeigt, stets eine Füllstrecke in dem Bereich leidlich aufrechter Zellenlage, die lang genug ist.

Analog dem Verhalten des Fehlstellenanteils wurde auch eine Gesetzmäßigkeit des Doppelstellenanteils bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten beziehungsweise Zellenzahlen je Sekunde festgestellt (Abb. 16). So ist, wie zu erwarten war [7], bei langsamer Drehung des Zellenrades der Doppelstellenanteil höher, während er mit zunehmender Zellenzahl je Sekunde abnimmt und sich offenbar asymptotisch einem Mindestwert nähert. Durch die bereits erwähnte Siebmethode bleibt der Doppelstellenanteil eines Zellenrades mit großem Durchmesser im normalen Bereich von fünfundsanzig Zellen je Sekunde bei rund 3%. Dabei ist noch zu beachten, daß unter diesen wenigen doppelten noch mehrere Knäule Keimbeschädigungen aufweisen, die mit dem bloßen Auge nicht erkennbar sind und daher bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden können.

Résumé:

Dipl.-Ing. W. Brinkmann: „Einzelkornablage von aufbereitetem Rübensaatgut.“

Um dem Ideal eines völlig gleichmäßigen Aufganges einzeln stehender Zuckerrübenpflänzchen in gleichmäßigen Abständen nahe zu kommen, müssen zwei Bedingungen erfüllt werden: Die Ablage einzelner Knäule in gleichmäßigen Abständen und eine möglichst große Zahl von einkeimig auflaufenden Knäulen. Die zweite Forderung ist weitgehend erfüllbar durch Aufbereitung des Saatgutes nach verschiedenen Spaltungs- und Sichtungungsverfahren, später vielleicht durch einkeimig gezüchteten Samen. Die Forderung nach Ablage einzelner Knäule in gleichmäßigen Abständen ist nur durch zuverlässig und genau arbeitende Einzelkornsäugeräte erfüllbar. Der Verfasser hat an einem dafür gebauten Leimstreifenversuchsstand Untersuchungen über die günstigste Größenkalibrierung des Saatgutes, die Abmessungen der Zellen des Zellenrades, über eine Abkämivorrichtung zur Vermeidung von Doppelbelegungen und über die Vorrichtung zum Auswerfen der Knäule aus den Zellen durchgeführt. Aus den dabei festgestellten Fehl- und Doppelstellen werden Rückschlüsse auf die Konstruktion von Einzelkornsäugeräten gezogen.

Saatgutaufbereitung

Die Ausführungen gelten für jede Art der Saatgutaufbereitung, sofern nur die schärfsten Kanten und Zacken durch leichtes Polieren etwas gebrochen sind. Das Saatgut kann also unter dieser Voraussetzung nach Größe kalibriert (Kleinwanzlebener Saatgut-A.G., Einbeck) oder segmentiert werden (Saat- und Erntetechnik GmbH., Eschwege). Letztere Aufbereitungsart lag den abgebildeten Kurven zugrunde. Der einzige Unterschied besteht bei einem Saatgut glatterer Oberfläche darin, daß infolge der besseren Rollfähigkeit der Knäule die Kurve der Fehlstellen etwas flacher, also günstiger verläuft. Es ist zu erwarten, daß auch mit einem durch Züchtung gewonnenen, natürlich gewachsenen Monogermersaatgut dieselben Ergebnisse erzielt werden.

Zusammenfassung

Es ist mit einer einfachen mechanischen Vorrichtung, bestehend aus Zellenrad, Abkämmlwalze und Auswerfer, möglich, aufbereitetes, nicht pilliertes Rübensaatgut in Einzelkornablage abzulegen. Hierzu müssen folgende Grundregeln beachtet werden:

1. Die Aufbereitungsart ist beliebig, nur sollten die scharfen Spitzen und Kanten der Knäule durch ein leichtes Polieren gebrochen werden.
2. Dieses Saatgut ist mittels zweier Rundlochsiebe in bestimmte Bereiche zu kalibrieren. Jeder so gewonnene Kaliberbereich muß dann über ein Schlitzlochsieb gehen, um flache Knäule auszuscheiden, die zu vermehrten Doppelbelegungen führen würden. Die Siebgrößen der zwei Rundlochsiebe und die Schlitzbreite des Schlitzlochsiebes stehen zueinander in einem festen Verhältnis. Jedem Saatkaliberbereich müssen ganz bestimmte Abmessungen der Zellen des Zellenrades entsprechen, die den amerikanischen Erfahrungen und Empfehlungen angeglichen wurden. Das Ausgangssaatgut kann in zwei aneinander anschließende Kaliberbereiche zerlegt werden, so daß sich eine verschiedene mittlere Knäuelzahl und damit auch eine verschiedene mittlere Keimzahl ergibt. Letztere erleichtert die Anpassung an verschiedene Klima- und Bodenverhältnisse. Eine noch weitergehende Anpassung an ungünstige Feldaufgangsbedingungen kann durch den Einbau von zusätzlichen Zellen erfolgen, die in bestimmten Abständen zwei oder drei Knäule an einer Stelle ablegen, so daß eine kombinierte Einzelkorn-Horstsoat entsteht.
3. Die Zahl der Fehl- und Doppelstellen ist in erster Linie abhängig von der Umfangsgeschwindigkeit und dem Durchmesser des Zellenrades. Die hierbei zweckmäßigerweise zugrundezulegenden Daten wurden durch Versuche ermittelt. Es zeigte sich, daß bei einem Sollabstand von 3 cm und einer Drillgeschwindigkeit von 5,4 km/h (2. Schleppgang) der Prozentanteil an Fehl- und Doppelstellen je unter 3—4 % zu halten ist.

Schrifttum:

- [1] I. Bjurling, och I. Gottfries: Erfarenheter från studier i USA. Odlaresmeddelande Nr. 21, Sv. Sockerfabriks A.B.
- [2] Roy Bainer: Precision Planting Equipment. Agr. Eng. 28 (1947) S. 49-54.
- [3] Mc Birney: The Development of Sugar Beet Planting Equipment. Agr. Eng. 27 (1946) S. 547-548.
- [4] The new and improved Milton Planter, Seed spacing chart Harbinson-Paine, Inc. Loveland-Colorado.
- [5] C. Heller: Untersuchungen über die Saatbettgestaltung bei Zuckerrüben. Z. Zucker 8 (1955) Nr. 14 S. 305.
- [6] W. Reinhardt: Das „Wellensaat“-Verfahren im Rübenbau. Z. Deutsche Landw. Presse, (1950) Nr. 25 S. 3.
- [7] Barmington: The Relationship of Seed an Cell Size to Planter Performance. Proceedings American Society of Sugar Beets Technologists, (1948) S. 240-250.

Dipl.-Ing. W. Brinkmann: "Precision-drilling of Prepared Sugar Beet Seed."

In Order to approach the ideal of obtaining a perfectly regular row of single sugar beet plants placed at equal distances from each other, two precautions must be observed, viz., the deposition of single seed clusters at definite regular intervals and a maximum number of monogerm seed clusters. The second precaution can be observed by proper preparation of the seed by various methods of splitting and inspection. It may even be found possible to cultivate monogerm seeds in the future. The necessity for the depositing of single seed clusters at regular intervals can only be met by the use of reliable and accurate precision-drills. In order to determine the optimum calibration of the seed, the dimensions of the cells in the cell-wheel, the efficiency of the separating device for the prevention of double seeding and the arrangement for the ejection of the seed clusters from the cell-wheel, the author has conducted a series of experiments on specially designed strips of glued paper. The points at which failure to deposit the seed and double seeding occur are determined and enable conclusions to be drawn which are of value in the design of precision-drills.

Dipl.-Ing. W. Brinkmann: «Semis monograine de semences de betteraves préalablement traitées.»

Pour obtenir une levée aussi régulière que possible de plants de betterave isolés et équidistants, il faut remplir deux conditions: Les graines doivent être distribuées à des distances uniformes et le nombre de graines monogermes doit être aussi élevé que possible. La deuxième exigence peut facilement être satisfaite en soumettant la semence aux différentes méthodes de segmentation et de sélection, plus tard peut-être par la culture d'une betterave monogerm. La distribution isolée et équidistante des graines ne peut être réalisée que grâce à des semoirs monograines travaillant d'une façon impeccable et précise. L'auteur a effectué à l'aide d'un banc d'essai à bande adhésive, des essais visant à déterminer les caractéristiques les plus avantageuses quant au calibre de la semence, aux dimensions des cavités de distribution, au dispositif destiné à empêcher l'introduction simultanée de deux graines dans la même cavité et aux organes de distribution: Il tire de la fréquence des «vides» et des «doubles» des conclusions sur la construction des semoirs monograines.

Ing. dipl. W. Brinkmann: «La siembra de semillas aisladas preparadas de remolacha.»

Deben cumplirse dos condiciones fundamentales para poder acercarnos al estado deseado, el brote uniforme de plantas de remolacha azucarera a distancias iguales: la siembra de glomérulos aislados a distancias iguales y un número lo más grande posible de glomérulos monobrote. La segunda condición se cumple ampliamente con la preparación de las semillas, empleándose varios procedimientos de división y de selección, en adelante posiblemente también el cultivo de semillas monobrote. El cumplimiento de la otra condición, la siembra de glomérulos individuales a distancias iguales, sólo puede conseguirse con sembradoras de semillas aisladas que trabajen con la debida precisión. En un campo de pruebas con faja de papel engomado, preparado para el caso, el autor ha investigado el calibre más favorable de la semilla, las dimensiones de las cavidades de la rueda celular, un dispositivo separador que evite que haya más de una semilla en una célula y un dispositivo para el lanzamiento de los glomérulos de las células. Del número de fallos o de lanzado doble, se han podido sacar conclusiones en cuanto a la construcción de sembradoras de semillas aisladas.

Diplomlandwirt W. Richarz:

Untersuchungen an Rübenausdüngergeräten

Institut für Landtechnik, Bonn

Von allen Arbeiten im landwirtschaftlichen Betrieb ist das Rübenvereinzeln der Mechanisierung bisher am wenigsten zugänglich gewesen. Hier stehen wir heute noch auf der Stufe der Handarbeit. Die Ergebnisse aller Versuche, diese Handarbeit zu mechanisieren, waren bisher nicht zufriedenstellend. An eine vollmechanische Lösung wird auch wohl nicht zu denken sein, solange an den bisherigen Forderungen hinsichtlich des Pflanzenbestandes und des Ertrages festgehalten wird.

Wohl aber haben sich in neuerer Zeit teilmechanische Lösungen herausgeschält, die die Möglichkeit eröffnen, die Handarbeit wesentlich zu erleichtern, zu beschleunigen und auf einen längeren Zeitraum auszudehnen. Hierbei verbleibt der Handarbeit das letzte Einzelstellen der Rüben. Jedoch kann es in bequemer aufrechter Haltung mit der langen Hacke durchgeführt werden. Das mühevoll Verziehen wird also weitgehend ausgeschaltet.

Diese restliche Handarbeit wird um so weniger Zeit und Anstrengung in Anspruch nehmen, je lichter der Pflanzenbestand in der Reihe ist. Ein solch lichter Bestand ist auf zwei Wegen zu erreichen:

1. indem man durch entsprechende Saatmethoden und Saatgutförmern bereits einen lichten Bestand in der Reihe mit möglichst vielen Einzelpflanzen zu erzielen sucht,
2. indem man einen dichten Bestand vor dem Vereinzeln mit mechanischen Geräten ausdünn.

Der erste Weg führt über die Verwendung von aufbereitetem Saatgut zum Einzelkornsäegerät [1]. Auf die Voraussetzungen und Aussichten dieses Weges ist in dem vorangegangenen Beitrag von Brinkmann näher eingegangen worden. Jedoch braucht dieser Weg keinesfalls den zweiten auszuschließen. In den USA wird die Verwendung von Einzelkornsäegeräten sogar als selbstverständliche Voraussetzung für den nachfolgenden Einsatz von Ausdüngergeräten gefordert. Ob wir den Amerikanern hierin folgen werden, wird sich erst nach Vorliegen weiterer Untersuchungen und Erfahrungen entscheiden lassen.

Der zweite Weg, das Auflockern des Pflanzenbestandes in der Reihe durch mechanisches Ausdünnen, stellt eine konsequente Weiterentwicklung des maschinellen Querhackens mit der Hackmaschine dar [2].

Beim maschinellen Querhacken mit der Hackmaschine wird der Keimpflanzenbestand auf den endgültigen Pflanzenabstand verhackt. In der Reihe bleiben Horste im Abstand von 25 bis 30 cm stehen. Diese Methode hat immer einen dichten Ausgangsbestand zur Voraussetzung, da sonst zu leicht größere Fehlstellen auftreten. Infolgedessen sind die verbleibenden Horste dicht besetzt und müssen immer von Hand verzoogen werden. Das mühevoll Verziehen wird also durch dieses Verfahren weiter erschwert. Man hat die an sich leichtere Handarbeit des Verhackens mechanisiert und muß dafür einen Verzicht auf eine Beseitigung der sehr viel schwereren Handarbeit des Verziehens in Kauf nehmen [3]. Das gleiche gilt auch für alle die Verfahren, bei denen in Längsrichtung zur Pflanzenreihe maschinell auf den Pflanzenabstand verhackt wird. Auch hier ist die Gefahr größerer Fehlstellen nur durch eine entsprechend hohe Saatstärke auszuschalten.

Aus diesen Gründen ist man seit langem bemüht, ein anderes Verfahren zu finden, bei dem auch in lichten Beständen die Gefahr der Fehlstellen gering gehalten wird und gleichzeitig die Verzieharbeit erleichtert oder, wenn möglich, sogar weitgehend ausgeschaltet werden kann [12]. Diese Bemühungen führten zu dem Gedanken, nicht sogleich auf den späteren Endabstand zu verhacken, sondern mehrere kleine Horstchen von 3 bis 5 cm Länge innerhalb des späteren Sollabstandes stehen zu lassen. Die breiten Hackstellen, wie sie beim maschinellen Querhacken entstehen, werden also durch die mehrfache Zahl kleinerer Hackstellen ersetzt. Dabei steigt zwar die relative Zahl der nicht mit Pflanzen besetzten Horstchen gegenüber dem alten Verfahren an, aber nicht in dem Maße, wie die Gesamthorststellenzahl vermehrt worden ist. Man hat somit eine gewisse Reserve an Pflanzstellen und kann Fehlstellen weitgehend wieder ausgleichen. Außerdem nimmt die Wahrscheinlichkeit zu, daß die Zahl der Horste mit nur einer Rübenpflanze im verbleibenden Bestand erhöht wird. Dieses Verfahren wurde zuerst aus dem anglo-amerikanischen Fachschrifttum unter dem Namen „thinning“ bekannt [12]. In Deutschland hat man es entsprechend als A u s d ü n n e n bezeichnet.

Dieses A u s d ü n n e n ist aber mit einer normalen Hackmaschine nicht durchzuführen. Die dazu erforderliche Vielzahl von kleinen starren Hackmessern würde bei der Arbeit sehr schnell zur Verstopfung neigen. Außerdem wäre für