

Die Technologie der Standraumzumessung bei Zuckerrüben umfaßt je ein Glied aus den Produktionsabschnitten „Bestellung“ und „Pflege“, nämlich „Aussaat“ und „Vercinzeln“. Das Verfahren der Aussaat, das die Qualitätsmerkmale des Keimpflanzenbestands am stärksten bestimmt, ist ausschlaggebend für das anzuwendende Vercinzelnverfahren und bildet somit das Kernstück der Standraumzumessung. Als Voraussetzung zur Anwendung des produktivsten Vercinzelnverfahrens haben Bestandsqualitäten zu gelten, die mit Sicherheit nur durch die Technik der Einzelkornsaat zu erzielen sind. Eingehende Untersuchungen zur Standraumzumessung im Zuckerrübenbau haben im Laufe der letzten zehn Jahre zu Erkenntnissen geführt, die die Einführung der Einzelkornsaat auf breiter Basis ermöglichen.

Auf der Stufe der herkömmlichen Drilltechnik erschöpften sich lange Zeit hindurch die Bestrebungen nach Steigerung der Arbeitsproduktivität in der zweckmäßigen Gestaltung der Handgeräte zum Vercinzeln, in erfolglosen Versuchen zur Mechanisierung des Verhackens oder mit der Anwendung der Dibbelsaat. Ein erster, bemerkenswerter Schritt gelang jedoch erst mit der Anwendung von Monogermersaatgut in bis dahin ungewöhnlich knappen Aussaatmengen. Seitdem sind zwei Jahrzehnte vergangen. Der mit Monogerm bestellte Anteil der Zuckerrübenfläche stieg bis 1954 langsam auf etwa 17,5 % an, hat aber im Laufe der weiteren Jahre bis 1962 die Grenze von 20,0 % nicht überschritten. Die Entwicklung auf diesem Gebiet stagnierte und es war nicht sogleich zu erkennen, ob der Einsatz des Monogermersaatgutes seine natürliche Grenze gefunden hatte bzw. ob überhaupt objektive Gründe für diese Stagnation vorlagen.

In jener Situation sind von der landtechnischen Wissenschaft neue Wege gewiesen worden, den Handarbeitsaufwand beim Vercinzeln zu mindern: Das mechanische Ausdünnen der Keimpflanzenbestände wurde eingeführt, das eine Auflockerung der Pflanzenreihen auch von polykarpen Saaten bis auf die Qualität von Saaten aus Monogerm erzielt läßt [1] [2]. Geht man heute den Ursachen für die relativ enge Begrenzung des Monogermanteils an der Zuckerrübenfläche nach, so stößt man einestheils auf unklare Auffassungen und emotionell bedingte Vorurteile, aber anderenteils auch auf objektive Vorbehalte. Erstere lassen deutlich werden, daß der genannte Flächenanteil nicht als natürlich bedingtes Maximum angesehen werden kann, letztere dagegen führen bei näherer Betrachtung weniger auf mangelnde Eignung der Saatgutform „Monogerm“ als vielmehr auf die technologische Einsatzgrenze der herkömmlichen Drilltechnik bei Verwendung dieser Saatgutform. Die geringe Keimreserve von Monogermersaaten bei Aussaat von 12 kg/ha und weniger führt unter erschwerten Aufgangsbedingungen zu einer Gefährdung des Bestands. Damit ist aber kein Beweis für die Mindervertigkeit des Saatgutes erbracht, sondern meistens ist zu erkennen, daß die Längsverteilung in den Saat- und Pflanzenreihen ungenügend ist. Mit der gleichen Keimreserve würde bei gleichmäßiger Längsverteilung ein völlig befriedigender Bestand und eine wesentliche Minderung des Handarbeitsaufwands zu erzielen sein.

In der vergleichenden Wertung der Zuckerrüben-Saatgutformen hinsichtlich ihrer keimphysiologischen und insbesondere ihrer technologischen Leistungsfähigkeit wurden und werden häufig falsche Maßstäbe angelegt. Dazu haben methodisch unzureichende Feldversuche, nicht zuletzt aber auch die unglücklich gewählten Handelsbeziehungen beigetragen. Da es von großer Bedeutung ist, daß auch der Landtechniker die biologischen Elemente einer modernen Technologie übersehen kann, bringen wir hier die notwendigen Erläuterungen zur Saatgutfrage.

## Saatgut und Aussaattechnik

Bei der Zuckerrübenaussaat mit der Universaldrillmaschine werden an die physikalischen Eigenschaften des Saatgutes keine besonderen Anforderungen gestellt. Die Säradre bewältigen ihre Aufgabe einer leidlich kontinuierlichen „Speisung“ der Drillreihen trotz unterschiedlicher Korngrößen, Kornformen und Kornmassen. Auf eben diese Universalität sind sie eingerichtet und eben darum arbeiten sie nur „leidlich“ kontinuierlich.

Bei der Einzelkornsaat ist das Saatgut in hohem Grade bestimmend für die Durchbildung und Funktion der Sämaschine wie auch für den Wirkungsgrad einer Technologie der Standraumzumessung. Das Saatgut muß in seinen mechanisch-physikalischen Eigenschaften den Belangen des Konstrukteurs entsprechen, muß biologisch den Forderungen des Landwirts nach leichter und sicherer Bestandbildung genügen und schließlich in ausreichender Menge und unter volkswirtschaftlich vertretbaren Bedingungen zu erzeugen sein.

Von den herkömmlichen Saatgutformen ist Monogerm auf etwa 18 %, Bigerm auf 2 bis 3 % und Normalsaatgut auf dem größten Teil der Anbaufläche, also auf etwa 80 %, eingesetzt worden. Pilliertes Saatgut als mit mineralischen Substanzen umhülltes Monogerm ist bedeutungslos geblieben. Ihm fehlt noch immer das rechte „Arkanum“, denn auch die in neuerer Zeit verwendeten organischen Hüllsubstanzen konnten nicht befriedigen.

Die aufgeführten Saatgutformen Bigerm, Monogerm und Pillen sind technisch bearbeitete Varianten des Normalsaatgutes<sup>1</sup>. Das Normalsaatgut, auch mit gutem Recht als „Knäuelsaatgut“ bezeichnet, repräsentiert also die Ausgangsform und zugleich die bis in die jüngste Zeit einzige Zuchtform des Zuckerrüben-Saatgutes. Ihr morphologisches Kennzeichen ist die Mehrfrüchtigkeit, das Knäuel als Einheit aus zusammenge wachsenen Früchten, als Regelfall. Die wissenschaftliche Bezeichnung für dieses Saatgut lautet demgemäß Polykarp-Saatgut<sup>2</sup>.

In den letzten Jahren haben nun die Bemühungen der Pflanzenzüchter um das einfrüchtige, das Monokarp-Saatgut<sup>3</sup> den langgestrebten Erfolg gebracht. Damit steht nun neben dem Knäuelsaatgut eine zweite Saatgut-Zuchtform zur Verfügung. [3]

Eine nach technologischen Gesichtspunkten aufgestellte Übersicht über die im Handel befindlichen Zuckerrüben-Saatgutformen gibt das nachstehende Schema.

Vom züchterischen und pflanzenbaulichen Standpunkt erforderliche Kategorien wie Zuchtrichtung, Sorte, Ploidiestufe usw. sind der Übersichtlichkeit halber ausgelassen worden.

### Handelsübliche Zuckerrüben-Saatgutformen

#### 1. Saatgut-Zuchtform

1.1. Polykarp (Knäuelsaatgut)	1.2. Monokarp (einfrüchtiges S.)
----------------------------------	-------------------------------------

#### 2. Zustand / Art der technischen Bearbeitung

2.1.1. naturell	2.2.1. naturell
2.1.2. poliert	2.2.2. ?
2.1.3. geschliffen	2.2.3. —
2.1.4. segmentiert	2.2.4. —
2.1.5. pilliert	2.2.5. ?

#### 3. Siebklassierung

3.1. Rundloch-Kaliberbereich
3.1.1. Schlitzloch-Absiebung

#### 4. Sonder- bzw. Zusatzbehandlung

4.1. gebeizt
--------------

Der Zustand bzw. die Art der technischen Bearbeitung des Saatgutes ist in Anbetracht der noch zu erörternden Kaliberbedingungen von erheblichem Einfluß auf die Einzelkorn-Säarbeit. Am Anfang der Reihen unter 2 in obigem Schema steht das lediglich auf Handelsnormen aufbereitete, also nicht in engeren Sinne technisch bearbeitete, „naturelle“ Saatgut beider Zuchtformen. Es bildet jeweils die Ausgangsform zur technischen Bearbeitung.

### Die technische Bearbeitung von Zuckerrüben-Saatgut

besteht vornehmlich in der mechanischen Einwirkung auf die oberflächliche oder auch innere Struktur der Knäuel mit dem Ziel, eine Verbesserung ihrer technologischen oder physiologischen Eigenschaften zu erreichen. Im Vordergrund stand

<sup>1</sup> Im Sinne wissenschaftlich klarer Begriffsbildung und eindeutiger Kennzeichnung der Saatgutformen sollte künftig von den herkömmlichen Handelsbezeichnungen „Monogerm“ und „Bigerm“ Abstand genommen werden.

<sup>2</sup> polykarp = mehrfrüchtig

<sup>3</sup> monokarp = einfrüchtig

dabei bisher die Absicht einer Minderung der Mehrfrüchtigkeit, während die Maßnahmen zur Verbesserung der geometrischen Form der Knäuel und damit der technologischen Eignung erst im Hinblick auf die Einzelkornsaat Bedeutung erlangten. Zur Erklärung der Ziele und Verfahren der technischen Bearbeitung mögen folgende Ausführungen dienen:

Das Polieren von Zuckerrüben-Saatgut ist ein mechanischer Arbeitsprozeß, dessen Ziel nicht in der Minderung der Mehrfrüchtigkeit, sondern in der Verbesserung der technologischen Eignung des Saatgutes liegt. Er erstreckt sich im wesentlichen auf das Entfernen der an der verholzten Fruchtschale anhaftenden, lederartig vertrockneten Perigonblätter und Reste von Hochblättern. Scharf poliertes Saatgut ist glatt und von dunklem Aussehen, besitzt aber kantige Fruchtschalen und erscheint deshalb besonders „griffig“. Es kann kaum noch Abrieb aufweisen und ist rein von Stoppelresten. Das Polieren kann nach verschiedenen Verfahren erfolgen, zwischen denen lediglich graduelle Unterschiede bei der Nutzung der inneren Reibung im hewegten Saatgut bestehen.

Das Schleifen von Knäuelsaatgut erstrebt in erster Linie eine kugelige Form der Knäuel. Es erfolgt beim Durchlauf des Saatgutes zwischen starrer, rauher oder schwach elastischer, glatter Rollebene und planer Schleifscheibe. Dabei werden die Knäuel annähernd konzentrisch geschliffen und erhalten kugelige Form. Die Intensität der Bearbeitung ist begrenzt, da durch die ebenfalls annähernd konzentrische Anordnung der Früchte im Knäuel mit stärkerem Schliff die Gefahr der Zerstörung zugleich aller Früchte gegeben ist. Eine gezielte Minderung der Mehrfrüchtigkeit kann daher durch Schleifen nicht erwartet werden. Geschliffenes Saatgut ist gleichmäßiger in der geometrischen Form als poliertes Saatgut, weist aber noch Teile des ledrigkorkigen Perigons zwischen den Früchten eines Knäuels auf.

Einen rigorosen Eingriff in die Knäuelstruktur erfordert die Herstellung von sog. „Monogermersaatgut“, das Segmentieren von Knäuelsaatgut.

Ziel dieses 1939 von KNOLLE entwickelten Verfahrens ist die Herstellung von möglichst einsamigen Knäuelbruchstücken (Segmenten) durch mechanisches Zerteilen. Dabei wird das größtenklassierte Knäuelsaatgut in Spezial-Spaltscheibenmühlen entsprechender Spaltweite geleitet und zerschert. Die zuvor abgeseihten kleinen Knäuel werden dem gereinigten segmentierten Anteil wieder beigemischt. Das Verfahren führt zu 50 bis 60% Masse-Ausbeute. Im Gegensatz zu den vorgenannten Prozessen hat die Segmentierung eine ungünstigere geometrische Form des Produktes zur Folge. Die Knäuelbruchstücke sind meist flach und von unregelmäßigem Umriß. Der günstige Grad der Einfrüchtigkeit wird durch nachteilige technologische Eigenschaften des Saatgutes erkauft.

Das Pillieren von Zuckerrüben-Saatgut schließlich verfolgt das Ziel, den Körnern optimale Gestaltung und Oberflächenbeschaffenheit zu verleihen, verbunden mit einer günstigen Beeinflussung der physiologischen Bedingungen für Keimung und Wachstum. Ausgangssaatgut ist in der Regel segmentiertes „Monogerm“. Dieses wird nach einem dem Dragieren von Zuckerwaren ähnlichen Verfahren mit einer anorganischen oder auch organischen Hüllsubstanz umgeben. Kugel- bis eirunde „Pillen“ von Wickengröße sind das Ergebnis.

### Kalibrierung des Zuckerrüben-Saatgutes

Einzelkornsaat kann grundsätzlich mit allen Saatgutformen durchgeführt werden — auch mit natürlichem Saatgut —, sofern eine technische Voraussetzung geschaffen ist, nämlich die Siebklassierung nach einem geeigneten Kaliberbereich.

Es wurde wiederholt auch in dieser Zeitschrift auf die Abhängigkeit der Funktion mechanischer Zellenradsysteme von der technischen Qualität des Saatgutes hingewiesen [4] [5].

Zu Beginn der technischen und agrotechnischen Untersuchungen zur Einzelkornsaat stand lediglich polykarpe Saatgut (Knäuelsaatgut) in der Ausgangsform und in den oben angeführten technisch bearbeiteten Saatgutformen „Monogerm“ und „Bigerm“ zur Verfügung. Da die Aussichten auf einen Erfolg der seit Jahren anhaltenden züchterischen Bemühungen um die Schaffung einer monokarpen Zuchtsorte noch nicht abzuschätzen waren und andererseits der experimentelle Nachweis für die biologische und agrotechnische Brauchbarkeit des polykarpen Saatgutes erbracht wurde [6] [7], konnten die Entwicklungsarbeiten an der Einzelkornsämaschine auf der Basis polykarpen Saatgutes aufgenommen werden.

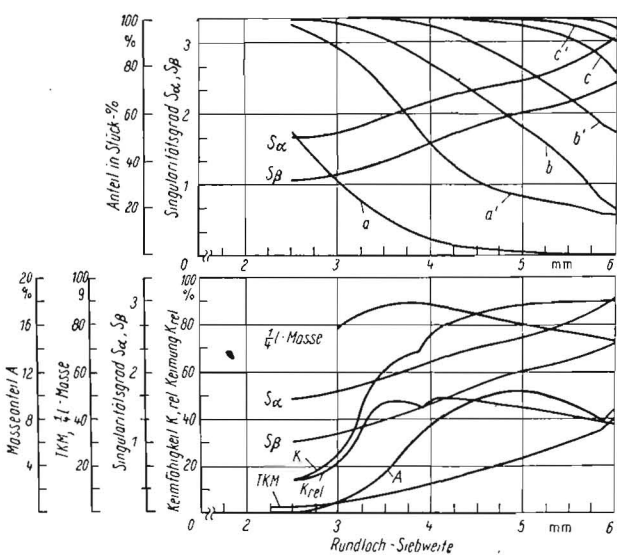


Bild 1. Diagramm der Ergebnisse aus der Siebanalyse und physikalischen sowie biologischen Untersuchungen der Rundloch-Sieb-klassen von natürlichem Knäuelsaatgut (Normalsaatgut); a einfrüchtig, a' einkeimig, b zweifrüchtig, b' zweikeimig, c dreifrüchtig, c' dreikeimig

Beim Entwurf des Funktionsschemas einer Maschine wird zur Beurteilung der Arbeitsphasen häufig erst einmal von idealen physikalischen Bedingungen ausgegangen. Im Hinblick auf den idealisierten Sävorgang ist eine derartige Bedingung in der völlig sphärischen Regelmäßigkeit des Saatkorns (Kugelform) und der entsprechenden Form der Zelle zu sehen.

Ausgehend von theoretischen Erwägungen war für die technische Lösung vorerst Klarheit über das zu verwendende Saatgut und seine Eigenschaften zu gewinnen. Im Vordergrund stand dabei die Auswahl eines brauchbaren Kaliberbereichs, seine siebtechnische Bestimmung und Tolerierung, sowie die Ermittlung einer geeigneten Passung von Zelle und Saatkorn. Grundkonzeption blieb die Entwicklung eines Zellenrades für ein nicht zu eng bemessenes Kaliber zur Verwendung aller Saatgutformen. Eine Differenzierung wurde bis zur Einführung der neuen Technologie und bis zur völligen Klärung der schwierigen physikalischen und biologischen Probleme zurückgestellt. Das auf Grund von Siebtests zu 3,25 bis 4,75 mm Dmr. bestimmte und durch Schlitzsiebung von flachen Anteilen kleiner als 3,00 mm bereinigte Saatgutkaliber ist seit den Versuchen mit dem Funktionsmuster zur A 765 beibehalten worden. Eingehende Siebanalysen, sowie physikalische und biologische Untersuchungen der Siebklassen aller gebräuchlichen Saatgutformen haben das gewählte Kaliber nachträglich als unter den gegebenen Bedingungen günstigste bestätigt. In den Diagrammen Bild 1 und 2 sind die Kennlinien der interessierenden Saateigenschaften über der Rundloch- bzw. Schlitzloch-Siebweite am Beispiel des natürlichen Polykarp-Saatgutes dargestellt. Die darin verarbeiteten Werte sind Mittelwerte aus Untersuchungen des Vf. an drei Partien Saatgut der Sorte „Plenta“ (Kleinwanzleberier E), Erntejahr 1959, 1960 und 1961. Das untere Diagramm von Bild 1 enthält die Kurven für

- a) Masseanteil A der Siebklassen [%], e) Keimfähigkeit K [%],
- b) Tausend-Korn-Masse TKM [g], f) Singularitätsgrad  $S\beta^5$  und
- c) 1/4-I-Masse [Volumen-Masse in g], g) relative Keimung  $K_{rel}$  [%]
- d) Singularitätsgrad  $S\alpha^4$

Die Breite der Siebklassen beträgt 0,25 mm und kommt in den Intervallen der Abszissen-Netzlinien zum Ausdruck. Der Bereich der Klassierung erstreckt sich von 2,25 bis 6 mm Dmr.

Die biologisch interessanteste Kurve, die der Keimfähigkeit K, läßt eine anfangs stark zunehmende, doch um 3,25 mm Siebweite bereits wieder nachlassende Progression erkennen.

<sup>4</sup> Als Singularitätsgrad S eine Saatgutes wird dessen durchschnittliche Anzahl morphologisch erkennbarer Früchte, Keime im Labor oder Keimpflanzen im Feldbestand je Knäuel bezeichnet. 
$$\frac{\text{Früchte}}{\text{Knäuel}} = S\alpha$$

<sup>5</sup> Nach dem Ergebnis der Keimprüfung im Labor: 
$$\frac{\text{Keime}}{\text{gekeimtes Knäuel } L} = S\beta$$

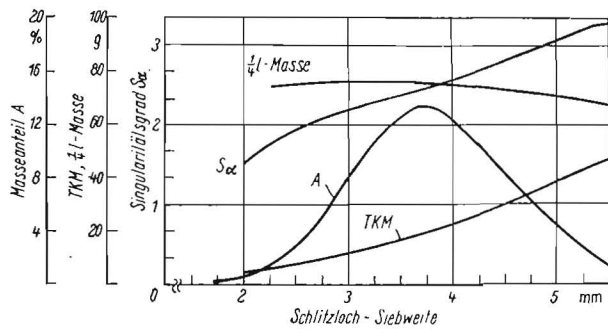


Bild 2. Kennwerte der Schlitzloch-Siebklasse<sup>6</sup> von natürlichem Knäuel- und Normalsaatgut

Aus dem Linienzug der relativen Keimung, dem Quotienten

$$K_{rel} = \frac{\text{Keimfähigkeit}}{S\beta}$$

ist zu ersehen, daß der oben angeführte, gegenwärtig zur Einzelkornsaat verwendete Kaliberbereich 3,25/4,75 mm Dmr. sich mit dem breiten Maximum der  $K_{rel}$  deckt. Das verwendete Saatgutkaliber weist also die auf die Einzelfrucht bezogene beste Keimleistung auf.

Im oberen Diagramm Bild 1 sind über der gleichen Abszisse die in den jeweiligen Kornklassen auftretenden ein-, zwei-, dreifrüchtigen bzw. ein-, zwei-, dreikeimigen usw. Körner in Stück-%-Anteilen verzeichnet. Einen Einblick in die Ergebnisse der Schlitzloch-Siebklassierung der gleichen Saatgutpartien vermittelt Bild 2.<sup>6</sup>

Aus den Ergebnissen solcher Siebanalysen an allen zur Einzelkornsaat verwendeten Saatgutformen, sowie aus denen weiterer physikalischer und biologischer Untersuchungen der einzelnen Siebklassen werden Erkenntnisse für die Weiterentwicklung auf dem unrrissenen Gebiet gewonnen. So ist zu erwarten, daß über die technische Bearbeitung des polykarpen Saatgutes eine nach unterschiedlichen Aufgangsbedingungen bestimmte Reihe standardisierter Saatguttypen zur Einzelkornsaat bereitgestellt werden kann. Bei vorerst noch einheitlichem Kaliber begegnet das Einreihen der neuen Zuchtform Monokarp wegen der ungünstigen geometrischen Form der Früchte gewissen Schwierigkeiten. Die flachen Früchte fallen überwiegend in die Schlitzloch-Siebklassen unter der für zuverlässige Einzelablage erforderlichen Grenze von 3,00 mm. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen wird daher die Schlitzlochabsiebung unterlassen, eine relativ hohe Anzahl von Doppel- und sogar Dreifachbelegungen der Zellen sind die Folge. Auf die Einzelkornsämaschine bezogen heißt dies aber: Erweiterung des zu bewältigenden Spektrums der Kornformen und erzwungene Universalität auf Kosten der Ablagegenauigkeit der Körner, sowie teilweiser Verzicht auf die technologischen Vorteile des Monokarp. Der ganze technologische Vorteil des Monokarp kann erst ausgeschöpft werden, wenn Arbeitsorgane und Funktion der Einzelkornsämaschine auf die geo-

<sup>6</sup> Aus Raumgründen wird hier auf eine Interpretation verzichtet, die ausführliche Behandlung bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

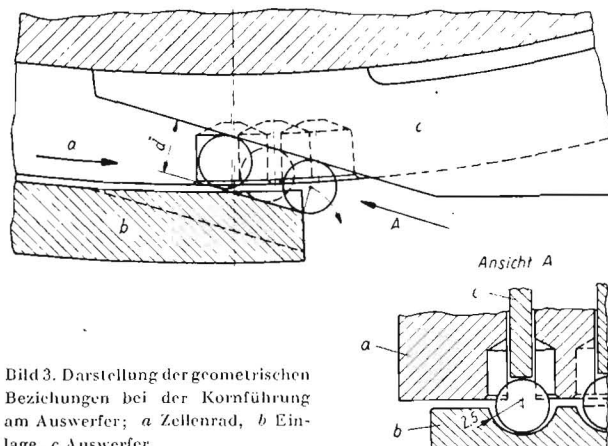


Bild 3. Darstellung der geometrischen Beziehungen bei der Kornführung am Auswerfer; a Zellenrad, b Einlage, c Auswerfer

metrische Form der Früchte abgestimmt werden. Daraus ergibt sich als weiterer notwendiger Schritt die Forderung nach Einführung einer Reihe von genau bestimmten Anschlußkalibern, die über polykarpe und monokarpe Saatgutformen hinwegreicht und zusätzlich die oben angeführten Gesichtspunkte der Eignung unter verschiedenen Anfangsbedingungen einschließt. Die Standardisierung einer solchen Kaliberreihe betrifft Saatgut wie auch Säorgane und ist daher von erheblicher Konsequenz auch für die Konstruktion und Wirtschaftlichkeit der Einzelkornsämaschine. Dem Bestreben nach hoher Ausbeute des natürlichen Saatgutes, nach hoher biologischer Qualität und gutem Anpassungsvermögen an praktische Bedingungen steht dabei die Forderung nach Einfachheit und praktischer Sicherheit des technischen Prinzips gegenüber. Wohl steht die Bemessung der Zelle in erster Beziehung zum Saatgutkaliber, doch wird die abschließende Betrachtung zum Auswurfvorgang an Zellenrad-Systemen die erforderliche Anpassung auch der Kornführung am Auswerfer an das Saatgutkaliber, seine Begrenzung und Tolerierung, deutlich machen.

### Kornführung am Auswerfer des Zellenrad-Systems

Das Zellenrad bewegt sich im gleichen Drehsinn wie das Bodenantriebsrad. Nach dem Durchlaufen der Füllstrecke und dem Abkännen der Zellen durch das Abkämmermesser passieren die gefüllten Zellen eine durch die „Einlage“ abgedeckte Strecke. Das als Kugel von mittlerem Kaliber-Durchmesser gedachte Korn wird durch Zentrifugal- und Schwerkraft an die Einlage gedrückt und gleitet an dieser entlang, geführt von der rückwärtigen Zellenwand. Im Modellbeispiel stößt das Korn etwa in Höhe der Mittelsenkrechten des Zellenrades auf die in spitzem Winkel zur Tangente angestellte Auswerferbrust (Bild 3). An diesem Punkt beginnt der Auswurfvorgang.

Eine gleichmäßige Kornablage erfordert die Gewähr sicherer, gleichförmiger Kornführung im Auswurfkanal und einheitlicher Ausgangsbedingungen für die Schlussphase des Auswurfvorgangs, den „schiefen Wurf“ der Körner bis zum Auftreffen auf dem Grund der Saattrille. Der Auswurfkanal wird, wie Bild 3 zeigt, durch Einlage, Zellenwand und Auswerferbrust gebildet. In der Anfangsphase tritt zur Bewegung des Korns auf der Kreisbahn eine zentrifugale Bewegungskomponente hinzu. Die Bewegungsbahn ist nun parallel zur Auswerferbrust gerichtet und die Führung des Korns durch eine in die Einlage eingefräste schräge Auslaufrinne gegeben. Eigene Versuchsbeobachtungen an dem beschriebenen Prinzip haben erkennen lassen, daß es unerläßlich ist, das Korn bis zum Abwurfpunkt in möglichst gleichmäßig beschleunigter Bewegung zu führen. Die in Richtung der Bewegung antreibende Kraft muß bis zum Erreichen des Endpunktes der Auslaufrinne in Eingriff bleiben. Oder vom anderen Ende her besehen: Die Auslaufrinne ist in ihrer Länge durch den Endpunkt der Wirkungsbahn der antreibenden Kraft bestimmt.

Im vorgestellten Modellfall wird angenommen, daß die Differenz zwischen Korngeschwindigkeit in der Führungsgeraden und der entsprechenden Komponente der Umfangsgeschwindigkeit am genannten Endpunkt vernachlässigbar klein ist und daß in dieser Phase die Ablösung des Korns von der Schubkante der Zellenwand erfolgt, somit also der Nullpunkt des „schiefen Wurfes“ gegeben ist. Aus der an diesem Punkt vorhandenen Anfangsgeschwindigkeit, dem Elevationswinkel usw. lassen sich dann Bahn- und Auftreffverhältnisse bestimmen.

### Schlußbetrachtungen

In vorliegendem Beitrag ist versucht worden, einige technische Voraussetzungen zur Einzelkornsaat darzulegen. Als vielfach noch mißverständene, aber wohl wichtigste, wurden die zwischen Saatgut und Maschine bestehenden Beziehungen hervorgehoben. Sie sind gekennzeichnet durch aufeinander abgestimmte Abmessungen von Saatkorn und Säorgan. Unter der Voraussetzung der Gleichkalibrigkeit in den zur Zeit gültigen Grenzen kann jede Saatgutform zur Einzelkornsaat mit der vom VEB Landmaschinenbau Bernburg hergestellten Einzelkornsämaschine A 765 Verwendung finden. Eine Beschränkung der Saatgutkalibrierung auf die angeführte Rundloch-Siebklassierung führt je nach dem Anteil flacher Körner zu Doppelbelegungen der Zellen und Störungen der Körnerfolge. Das neugezüchtete monokarpe Saatgut ist von typischer Linsenform und die geforderte Schlitzloch-Absiebung bringt eine zu geringe Ausbeute. Bei Verzicht auf diese Absiebung und

## Vergleich von sieben in- und ausländischen Rübenausdünnmaschinen und -geräten

Die Mittel zur Handarbeitersparung bei der Rübenpflege sind von landtechnischer Seite die Einzelkornsaat und das Ausdünnen. Auf diesen technischen Lösungen bauen eine Reihe Arbeitsverfahren der Rübenpflege, speziell der Vereinzelung auf. Die Vielfalt der natürlichen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen verlangt nach anpassungsfähigen Arbeitsverfahren. Die Einzelkornsaat und das Ausdünnen gestatten in getrennter oder kombinierter Anwendung bei dem derzeitigen technischen Entwicklungsstand die arbeitswirtschaftlichen Forderungen weitgehend zu erfüllen. Ein Aufwand von 90 bis 120 AKh/ha für die Handarbeit sollte das Nahziel unserer landwirtschaftlichen Praxis sein. Als Fernziel sind 40 bis 90 AKh/ha anzusehen, während im wissenschaftlichen Bereich Untersuchungen über den völligen Verzicht auf Handarbeit fortzusetzen sind.

Unterstellt man die Anwendung dieser Verfahren auf der gesamten Zuckerrübenanbaufläche der DDR von 250 000 ha bei derzeitig 240 AKh/ha, so werden durch Erreichung des Nahzieles schon rund 33 Mill. und beim Fernziel rund 43 Mill. AKh jährlich eingespart. Nach den Empfehlungen des VI. Parteitag der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands soll die Zuckerrübenanbaufläche bis 1970 um 100 000 ha erweitert werden. Unter diesem Gesichtspunkt werden die Einsparungen an Handarbeit jährlich sogar 47 bis 61 Mill. Stunden betragen.

In Anbetracht der großen Bedeutung des Ausdünnens bei dieser Zielsetzung wurde am Landmaschinen-Institut der Universität Halle ein zweijähriger Vergleich folgender sieben in- und ausländischen Ausdünnmaschinen und -geräten durchgeführt:

Ausdünnstriegel für Rüben,  
Ackerbürste B 281 mit Ausdünnwerkzeugen,  
Ausdünnbürste Studie LMI Halle,  
Ausdünnmaschine P 921,  
Ausdünnmaschine Vicon (Holland),  
Ausdünnmaschine Ferguson (England),  
Ausdünnmaschine Hillesjö (Schweden).

### Begriffe

Bevor näher auf die Maschinenbeschreibung, Fragestellung und Untersuchungsergebnisse eingegangen wird, seien einige Erläuterungen zu den Begriffen vorangestellt. Die derzeitigen Technisierungsmöglichkeiten der Standraumzumessung lassen sich folgendermaßen unterteilen:

1. Verhorsten
  - 1.1. Querverhorsten

(Schluß v. S. 298)

Einhaltung lediglich der Rundloch-Kalibergrenzen kann Monokarp trotzdem mit Vorteil gegenüber der Universaldrillmaschine in Einzelkornsaat ausgebracht werden [3]. Um aber die im Monokarp liegenden Möglichkeiten in technologischer Hinsicht voll auszunutzen zu können, bedarf es in Zukunft der Entwicklung von Anschlußkalibern unter Berücksichtigung flacher, nicht kugelförmiger Kornklassen. Dabei scheidet jedoch von vornherein jedes Provisorium aus. Weder von der Landmaschinenindustrie, noch von der Saatgutaufbereitung, aber schon gar nicht von der landwirtschaftlichen Praxis kann einem wiederholten Wechsel der Kalibersprüche zugestimmt werden.

### Literatur

- [1] RIEDEL, K.: Mechanisierte Rübenpflege. Vortrag auf der 2. landtechnischen Tagung der Sektion Landtechnik der DAL; S. 69 ff. Deutscher Bauernverlag, Berlin 1955
- [2] RIEDEL, K.: Die Standraumzumessung als Technisierungsproblem der Rübenpflege. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. R., V (1955), H. 2, S. 343 bis 376
- [3] RÜSTEL, H.-J., und SCHINKEL, W.: Untersuchungen an monokarpen Zuckerrüben-Saatgut im Hinblick auf die Einzelkornsaat. Die Zuckerverzeugung (1962), Heft 2, S. 30 bis 34
- [4] FRITZSCH, K.: Maschine und Saatgut zur Einzelkornsaat von Zuckerrüben. Deutsche Agrartechnik (1962), H. 2, S. 82 bis 84
- [5] FRITZSCH, K.: Zuckerrübenansaat mit der Einzelkornsaatmaschine A 765. Deutsche Agrartechnik (1963), H. 3, S. 129 bis 131
- [6] FRITZSCH, K.: Keimleistung und Singularitätsgrad der verschiedenen Zuckerrüben-Saatgutformen im Hinblick auf die Einzelkornsaat. Archiv für Landtechnik (1959), H. 2, S. 94 bis 100  
Desgl. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. R., VIII (1958/59), H. 3, S. 285 bis 293
- [7] FRITZSCH, K.: Zuckerrüben-Saatgut zur Einzelkornsaat. Die Zuckerverzeugung (1962), H. 1, S. 6 bis 9

- 1.2. Längsverhorsten
2. Ausdünnen
  - 2.1. Querausdünnen mit ganzflächig arbeitenden Geräten
  - 2.2. Längsausdünnen mittels Ausdünnmaschinen mit rotierenden oder pendelnden Werkzeugen
3. Vereinzeln.

Da in diesem Zusammenhang nur das Ausdünnen interessiert, wird zur Unterscheidung von den anderen Technisierungsmöglichkeiten nur darauf näher eingegangen. Das Ausdünnen ist durch die Aufeinanderfolge von mehreren Schon- und Hackstellen innerhalb der endgültig angestrebten Abstände von Wuchsstelle<sup>1</sup> zu Wuchsstelle gekennzeichnet. Hack- und Schonstellen sind beim Ausdünnen wesentlich kürzer als beim Verhorsten, wo innerhalb des Wuchsstellenabstandes nur eine Aufeinanderfolge von Schon- und Hackstellen anzutreffen ist. Beim Ausdünnen wird der Pflanzenbestand stark aufgelockert, wodurch die Vereinzelung mit der langgestielten Hacke in aufrechter Körperstellung vorgenommen werden kann. Wegen der hohen Schonstellenanzahl ist die Fehlstellenerwartung beim Ausdünnen weit geringer als beim Verhorsten, wo eine Schonstelle ohne Pflanze automatisch zu einer Fehlstelle wird. Der Vorteil von Ausdünnern liegt gegenüber den Verhorstgeräten in der größeren Anpassungsfähigkeit an den Pflanzenbestand, die durch eine ein- bis zweimalige Bearbeitung mit unterschiedlichem Ausdüneffekt auf demselben Feldstück ermöglicht wird.

Als theoretischer Ausdüneffekt wird der durch die Ausdünnwerkzeuge bearbeitete prozentuale Anteil der Pflanzenreihe bezeichnet. Er ist aus der Konstruktion der Werkzeuge und der Arbeitsrichtung oder der Anzahl der Hackschläge je 1 m Reihe zu berechnen. Der praktische Ausdüneffekt ist der prozentuale Pflanzenanteil, der sich einige Tage nach Einsatz des Gerätes als vernichtet herausstellt.

### Gegenstand der Untersuchungen

Die Arbeitsqualität wurde am Pflanzenbestand vor und nach dem Einsatz der Geräte und Maschinen gemessen. Die Verminderung des Pflanzenbestandes (Ausdüneffekt), die Veränderungen des Anteils von einzeln stehenden Pflanzen und die Entwicklung des Fehlstellenanteils wurden in erster Linie als Bewertungsmaßstäbe für die Arbeitsqualität der einzelnen Geräte herangezogen.

Die Leistungen der Maschinen und die Aufwendungen an Bedienungskräfte (BKh) so wie Motor-PS-Stunden (PSh) waren weitere Bewertungsgesichtspunkte.

Beobachtungen über Bedienbarkeit, Einsatzsicherheit, Einsatzgrenzen und Einsatzspanne wurden ebenfalls durchgeführt. Der Einsatz aller Geräte erfolgte in beiden Jahren sowohl in aus polykarpem wie auch aus monogermem Saatgut hervorgegangenen Pflanzenbeständen. Die Flächen wurden in keiner Weise bevorzugt behandelt. Vor dem Einsatz der Geräte und nach Abschluß der Vereinzelungshacke erfolgten die Bodenbearbeitungs- und -pflegemaßnahmen ortsüblich. Bei den Pflanzenauszählungen vor und nach dem Einsatz der Geräte wurde auf 5 m langen Reihenabschnitten die Pflanzenfolge auf Millimeterpapier übertragen. Je Gerät und Saatgutform geschah dies in zehnfacher Wiederholung. Diese Methode der Erhebung gestattet bei einer geringen Zahl an Hilfskräften auf dem Feld, späterhin im Labor eine in jeder Beziehung umfassende Auswertung. Für die Fixierung der Pflanzenfolge nach der Vereinzelungshacke kam die Methode der Bandaufnahme zur Anwendung. Die technischen Daten der sieben eingesetzten Maschinen und Geräte sind in Tafel 1 zusammengestellt.

<sup>1</sup> Nach TGL Vorschlag „Saat und Pflege von Zuckerrüben“: Die Anzahl der Wuchsstellen errechnet sich aus der Division der Länge der Drillreihe durch den theoretischen mittleren Pflanzenabstand zur Erzielung eines vollen Erntebestandes. Die vorgesehene Wuchsstellen führen bei der Standraumzumessung oder im Verlauf der Vegetationsperiode zu besetzten (mit 1,2 oder mehr Rüben) Wuchsstellen oder aber zu Fehlstellen. Somit entspricht die Summe der besetzten Wuchsstellen plus Fehlstellen der rechnerischen bzw. theoretischen Pflanzendichte.

Fehlstellen (unbesetzte Wuchsstellen) ergeben sich, wenn die Entfernung zwischen zwei Nachbarrüben weiter ist als das Doppelte des vorgesehenen mittleren Wuchsstellenabstandes, d. h. bei einem Reihenabstand von 41,7 cm mehr als 50 cm beträgt. Sind zwischen zwei Nachbarpflanzen zwei oder mehrere Wuchsstellen unbesetzt (75 cm, 100 cm usw.), so ist die Fehlstelle doppelt oder mehrfach zu rechnen.