

Résumé

Walter Koenig: "What is Control Hydraulics and what it used for?"

Control hydraulics is important for ploughing and other operations with tractor-drawn equipment requiring much tractive power. It replaces the hitherto self-control of the implements based on the force in the bottom or at the supporting wheel. Since with control hydraulics the implements are carried by the tractor alone, all the weight and percentage of the vertical forces exercised by the soil on the implements can be supported on the tractor. Thus the tractive effort of the tractor can be increased. This applies also to the control processes, i. e. during the lifting and lowering of the implements.

The setting and constant correction of the working depth are essentially facilitated by control hydraulics as compared with floating hydraulics with and without axle load transmission. The control and transmission of the vertical forces from the implement to the tractor are scarcely dependent on the correct arrangement and setting of the guiding-rod of the three-point suspension, in opposition to the floating hydraulics.

Walter Koenig: «Les caractéristiques et le rôle du relevage asservi.»

Le relevage asservi est recommandé quand on travaille avec les charrues et d'autres outils exigeant un grand effort de traction. Il remplace l'auto-guidage des outils, utilisé jusqu'ici reposant sur une force de talonnage ou la force d'une roue de support. En utilisant le relevage asservi, les outils sont portés entièrement par le tracteur et il est possible de reporter le poids total et les forces verticales de l'effort

résistant de l'outil sur le tracteur, et d'accroître ainsi sa capacité de traction, même pendant les manoeuvres de levée et de descente des outils.

Le réglage et la correction continue de la profondeur de travail sont facilités considérablement par l'emploi d'un relevage asservi par rapport à un relevage non asservi fonctionnant avec ou sans report du poids sur le pont arrière. De plus, le réglage et la transmission des forces verticales de l'outil au tracteur sont à peu près indépendants de la disposition et du réglage correct des bras de l'attelage trois points au contraire d'un relevage non asservi.

Walter Koenig: «¿Que es la hidráulica de regulación y para qué se emplea?»

La hidráulica de regulación tiene su importancia en el trabajo con arados y con otras máquinas remolcadas con esfuerzo de tracción intenso. Sustituye a la autoconducción por rueda de apoyo u por fuerza adhesiva, empleada hasta ahora. Como en la hidráulica de regulación los aperos descansan enteramente en el tractor, es posible cargar todo el esfuerzo que da el peso y toda la componente vertical del esfuerzo que ejerce el terreno, en el tractor, aumentando así su esfuerzo de tracción. Esto rige también durante la misma regulación, o sea mientras los aperos suban o bajen.

El ajuste de la profundidad de trabajo y su reajuste se facilitan por la hidráulica de regulación, en comparación con la hidráulica de marcha libre, con o sin transmisión de la carga sobre el eje. La regulación y la transmisión de los esfuerzos verticales de los aperos al tractor dependen en la hidráulica de regulación muy poco de la disposición y del ajuste acertado de las guías de la suspensión en tres puntos en contraposición a la hidráulica de marcha libre.

Peter-Nils Evers:

Untersuchungen zur Längsverteilung von Rübensamen in der Saattrinne bei Einzelkornsaat

Institut für Landtechnik, Bonn

Durch die Aussaat von segmentiertem Monogerm-Saatgut mit Einzelkorn-Säegeräten verringert sich der Arbeitsaufwand für das Vereinzeln gegenüber gedrillten Normalsaat-Beständen um nahezu 50%, da die Rübenpflänzchen aufgelockert in der Reihe stehen und in aufrechter Haltung mit der langstieligen Hacke vereinzelt werden können [1]. Eine weitere Arbeitserleichterung und -beschleunigung ist dann zu erwarten, wenn die Pflanzen nicht nur aufgelockert, sondern in vollkommen regelmäßigen Abständen aufzulaufen. Das setzt voraus, daß die Knäule bei der Aussaat exakt im eingestellten Sollabstand von den Einzelkorn-Säegeräten abgelegt werden. Die Aufgansverteilung der mit handelsüblichen Einzelkorn-Säegeräten gesäten Rüben zeigt jedoch in der Regel, daß eine derart präzise Ablage noch nicht erreicht wird.

Eine unregelmäßige Längsverteilung der Knäule in der Saattrinne wird durch Störungen in der Knäulefolge vor der Anlieferung am Boden und durch Roll- und Prallbewegungen nach der Anlieferung hervorgerufen. Diese Störungen vor und nach der Anlieferung wurden getrennt voneinander untersucht, um die zur Erzielung einer regelmäßigen Längsverteilung erforderlichen technischen Maßnahmen aus den Untersuchungsergebnissen herleiten zu können [2]. Hierbei konnte aufgrund früherer Untersuchungen eine einwandfreie Zellenfüllung vorausgesetzt werden [3; 4], so daß die Untersuchungen in erster Linie auf die Störungen gerichtet wurden, die bei und nach der Zellenentleerung in der Knäulefolge auftreten.

Vorversuche am Versuchsgerät

Das als Versuchsgerät dienende handelsübliche Einzelkorn-Säegerät sollte die Knäule in sehr regelmäßiger Folge auswerfen, damit die nach der Zellenentleerung in der Knäulefolge entstehenden Störungen von dem Einfluß eines unsauber arbeitenden Verteilorgans meßtechnisch isoliert werden konnten. Da das Gleichmaß der Auswurffolge in erster Linie von der Zellenfolge an der Auswurfvorrichtung bestimmt wird, galt es zunächst, diese Zellenfolge am Versuchsgerät mit einer geeigneten Meßeinrichtung zu prüfen. Hierfür wurde ein Meßgerät entwickelt, das seitlich am Versuchsgerät befestigt war und mit dessen Hilfe die Aufeinanderfolge der Zellen durch mechanisches Abtasten auf einen

Papierstreifen markiert werden konnte (Bild 1). Da der Registrierstreifen an seinem Ende am Boden befestigt war und mit dem Vorschub des Säegerätes abgespült wurde, sollten die Markierungen der Zellenfolge in dem am Säegerät eingestellten Sollabstand der Knäule erscheinen. Durch Ausmessen der Markierungen konnte die Regelmäßigkeit der Zellenfolge geprüft werden.

Bei diesen Prüfungen zeigte sich, daß die Zellenfolge unregelmäßig verlief, da die geräteeigenen Bodenantriebsräder wegen ungenügender Bodenverzahnung einen ungleichmäßigen Schlupf aufwiesen. Aus diesem Grunde wurde das Versuchsgerät statt von seinen Stützrädern von einem Schlepperhinterrad angetrieben, bei dem mit einem gleichmäßigen Schlupf gerechnet werden konnte (Bild 2). Die Prüfung der Zellenfolge ergab, daß durch diese Veränderung des Antriebes eine nahezu vollkommen regelmäßige Aufeinanderfolge der Zellen an der Auswurfvorrichtung erreicht wurde.

In Tafel 1 ist der Anteil der auf den Registrierstreifen im Sollabstand gefundenen Markierungen für steigende Fahrgeschwindigkeiten des Säegerätes aufgeführt. Hierbei wurde, wie auch bei

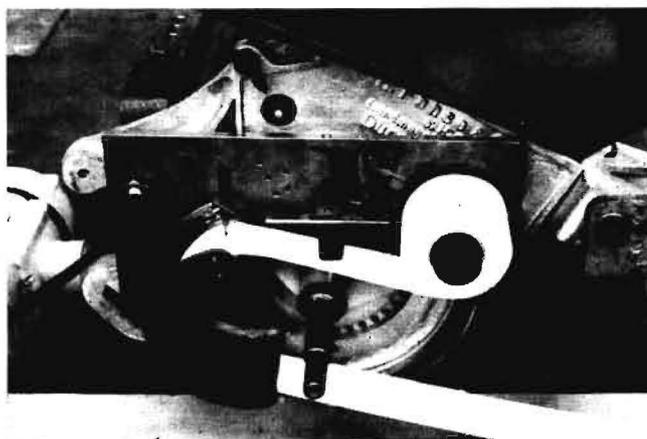


Bild 1: Meßgerät zur Registrierung der Zellenfolge

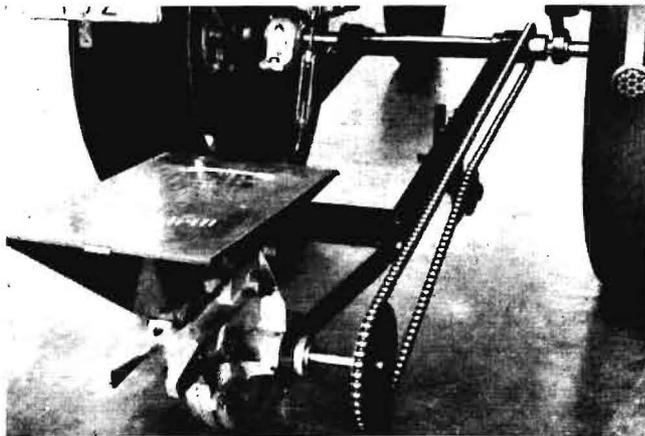


Bild 2: Anordnung und Antrieb des Versuchsgerätes am Schlepper

den weiteren Untersuchungen, eine Toleranz am Sollabstand von ± 5 mm zugelassen. Aus Tafel 1 ist zu ersichen, daß die Zellenfolge sehr regelmäßig verlief und daß die Regelmäßigkeit mit steigender Fahrgeschwindigkeit zunahm. Diese Tatsache ist wohl auf die ausgleichende Schwungradwirkung aller im Geräteantrieb rotierenden Teile zurückzuführen.

Mit dieser Regelmäßigkeit der Zellenfolge war eine wichtige Voraussetzung für die aus versuchstechnischen Gründen angestrebte exakte Auswurffolge der Knäule gegeben. Eine direkte Registrierung der Auswurffolge war wegen meßtechnischer Schwierigkeiten nicht möglich. Hierfür wäre eine fotoelektrische Meßeinrichtung erforderlich gewesen, mit deren Hilfe die in einem zeitlichen Intervall von $\frac{1}{50}$ s aufeinanderfolgender Knäule [3] unmittelbar nach dem Verlassen der Zellen hätte registriert werden können. Die Entwicklung eines derartigen Meßgerätes, wie es beispielsweise von LORENZ [5] oder SCHUPP [6] beschrieben wird, lag nicht im Rahmen der vorgesehenen Untersuchungen. Daher konnte für die eigentlichen Untersuchungen wohl mit einer regelmäßigen Zellenfolge, nicht aber mit Sicherheit mit einer regelmäßigen Auswurffolge gerechnet werden. Zweifellos wird nämlich die Art der Auswurffolge nicht nur von der Zellenfolge, sondern auch vom Vorgang der Zellenentleerung bestimmt. Diese Tatsache galt es bei den Untersuchungen zu berücksichtigen.

Untersuchung der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung

Zur Untersuchung der trotz regelmäßiger Zellenfolge auftretenden Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung in der Saattrinne mußte ein Meßverfahren gewählt werden, mit dessen Hilfe die Längsverteilung der Knäule im Moment der Anlieferung in der Saattrinne registriert werden konnte. Da ein Teil der Knäule nicht an ihrem Aufprallpunkt liegen bleiben, sondern noch etwas rollen oder springen, war es nicht möglich, die Anlieferungsverteilung an der Saattrinnensohle direkt zu messen. Stattdessen wurde im Labor eine künstliche Saattrinnensohle durch Leimstreifen hergestellt, auf der die Knäule genau an ihrem Aufprallpunkt festgehalten wurden.

Über diese Leimstreifen wurde das Versuchsgerät mit unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten des Gerätes und zwei verschiedenen Fallhöhen gefahren, um den Einfluß der Fahrgeschwindigkeit und der Fallhöhe auf die Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung zu untersuchen (Bild 3). Die Abstufungen der Fahrgeschwindigkeiten betragen 0,75—1,00—1,25 und 1,50 m/s, während die Fallhöhe der Knäule auf 40 und auf 15 mm eingestellt wurden. Für diese Versuche mußten die Stollen der Schlepperreifen abgefräst und das Sägerät am Schlepper abgestützt werden, da das Abrollen der normalen Schlepperreifen und der geräteeigenen Stützräder auf dem betonierten Hallenboden Erschütterungen auf das Versuchsgerät übertrug. So war es möglich, die Bedingungen der Laborversuche den Feldverhältnissen weitgehend anzupassen.

Bei der Auswertung der Leimstreifen wurde zunächst der Anteil der im eingestellten Sollabstand liegenden Knäule ermittelt, wobei wiederum eine Toleranz am Sollabstand von ± 5 mm zugelassen wurde. Als Bewertungsmaßstab für das Aus-

Tafel 1: Anteil der im Sollabstand gemessenen Markierungen auf den Registrierstreifen

(= Anteil der in regelmäßiger Folge abgelaufenen Zellen)

| | Fahrgeschwindigkeit des Sägerätes [m/s] | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 |
| Anteil der ermittelten Sollabstände [%] | 93,6 | 93,1 | 98,0 | 98,8 |

maß der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung wurde der Anteil der Knäule herangezogen, der trotz regelmäßiger Zellenfolge nicht im Sollabstand angeliefert war. Da die Zellenfolge nicht vollkommen regelmäßig war, wurde zunächst der Anteil der Zellen, die bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten in regelmäßiger Folge abliefen (s. Tafel 1), gleich 100 gesetzt und die entsprechenden Anteile der im Sollabstand angelieferten Knäule darauf bezogen. Aus diesem Wert konnte der Anteil der trotz regelmäßiger Zellenfolge nicht im Sollabstand angelieferter Knäule berechnet werden, der als „Anteil der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung“ bezeichnet wurde (Tafel 2 und Bild 4).

Dieser Anteil der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung zeigt, daß bei einem Vorschub von 0,75 m/s und einer Fallhöhe von 40 mm 37% aller Knäule trotz regelmäßiger Zellenfolge schon vor der Anlieferung in ihrer Aufeinanderfolge so gestört werden, daß sie nicht mehr im Sollabstand am Boden angeliefert werden. Dieser Wert erhöht sich durch Verdoppelung der Fahrgeschwindigkeit auf 50%, so daß bei diesem Vorschub sogar die Hälfte aller Knäule außerhalb des Sollabstandes aufprallen.

Nach Verringerung der Fallhöhe auf 15 mm beträgt der Höhenunterschied zwischen den Zellen und der Aufprallebene nur noch etwa das dreifache des größten Knäuledurchmessers, der beim segmentierten Monogermesamen etwa 4,5 mm mißt. Man sollte vermuten, daß bei dieser geringen Fallstrecke der weitaus größte Teile aller Knäule im Sollabstand im Boden angeliefert wird. Dies trifft jedoch nicht zu: Der Anteil der Knäuelverschiebungen beträgt bei dieser Fallhöhe und langsamer Fahrgeschwindigkeit 34% und erhöht sich nach Verdoppelung der Fahrgeschwindigkeit auf 49%. Das bedeutet, daß trotz regelmäßiger Zellenfolge und selbst bei sehr geringer Fallhöhe mindestens ein Drittel aller Knäule nicht im Sollabstand am Boden angeliefert werden.

Eine Ursache dieser starken Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung liegt im Vorgang der Zellenentleerung. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß trotz gleichmäßiger Aufeinanderfolge



Bild 3: Leimstreifenversuch zur Ermittlung der Anlieferungsverteilung

Tafel 2: Anteil der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung

| Fallhöhe der Knäule [cm] | Anteil der Knäuelverschiebungen bei einer Fahrgeschwindigkeit von | | | |
|-----------------------------|--|----------|----------|----------|
| | 0,75 m/s | 1,00 m/s | 1,25 m/s | 1,50 m/s |
| | [%] | | | |
| 4,0 | 37,5 | 40,4 | 48,3 | 50,5 |
| 1,5 | 34,1 | 39,5 | 45,7 | 48,6 |

der Zellen am Auswerfer Störungen in der Auswurfhöhe auftreten, die auf dem Vorgang der Zellenentleerung beruhen.

Diese Störungen können durch die Unterschiede in Form und Größe der einzelnen Knäule hervorgerufen werden. Kleinere und sehr lose in den Zellen liegende Knäule fallen etwas früher ab, während größere Knäule zum Teil erst gewaltsam vom Auswerfer aus der Zelle gestoßen werden müssen. Weiterhin ist es dem Zufall überlassen, ob die Knäule, deren äußere Hüllform meistens mehr oder weniger linsenförmig ist [4], mit einer Breit- oder Schmalseite an die Scherkante des Auswerfers gelangen. Erfaßt der Auswerfer das Knäuel an einer Schmalseite, so kann dieser Knäuelteil während des Herausschiebens aus der Zelle von der Scherkante abrutschen oder abkippen, so daß eine Stockung im Entleerungsvorgang auftritt. Außerdem kann eine Verzögerung im Entleerungsvorgang dadurch entstehen, daß sich ein Knäuel mit einer Spitze in dem die einzelnen Zellen verbindenden Führungsschlitz des Auswerfers verklemmt. Die hier geschilderten möglichen Störungen der Knäuelfolge bei der Zellenentleerung konnten im einzelnen wegen meßtechnischer Schwierigkeiten nicht nachgewiesen werden, sondern wurden lediglich bei sehr langsamem stationärem Antrieb des Versuchsgerätes beobachtet.

Neben diesen Verschiebungen in der Knäuelfolge kann sich auch die Fallrichtung der einzelnen Knäule unterschiedlich gestalten und dadurch Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung hervorrufen. Bei stationärem Antrieb des Versuchsgerätes war nämlich zu beobachten, daß sich die Knäule nach dem Ablösen von der Zelle nicht auf einer für alle Knäule gleichbleibenden Fallkurve bewegen. Es zeigte sich eine gewisse, mit dem Abstand vom Zellenrad zunehmende Streuung nach allen Seiten um die häufigste Form der Fallkurve. Hierin liegt eine der Ursachen, daß mit zunehmender Fallhöhe die Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung stärker werden (Bild 4). Die Beobachtung, daß die Knäuelbahn streuen, wird durch bisher noch nicht veröffentlichte Untersuchungen bestätigt, die BRINKMANN im Institut für Landtechnik, Bonn, durchgeführt hat. Er fotografierte die Fallbahnen der von einem stationär angetriebenen Einzelkorn-Versuchsgesetz ausgeworfenen Knäule und stellte unter anderem fest, daß die Fallbahnen nicht nur einen Streubereich zeigen, sondern daß der Durchmesser dieses Streubereiches mit der Umfangsgeschwindigkeit des Zellerades zunimmt. Hierdurch wird die Tatsache erklärt, daß mit steigendem Vorschub zunehmende Knäuelverschiebungen verbunden sind (Bild 4), wenn auch hierbei vermutlich noch andere Einflüsse wirksam werden (s. weiter unten).

Die Entstehung der Streuungen der Fallbahnen beruht wahrscheinlich darauf, daß die Knäule in Form und Größe sehr verschieden sind und dadurch unterschiedliche Impulse beim Ablösen von den Zellen erhalten. Es ist anzunehmen, daß sich die Streuung der Fallbahnen noch verstärkt, sobald das Sägerät von einem Schlepper gezogen wird, da die Vibrationen des Schleppers auf das Gerät übertragen werden und die Knäule hierdurch bei der Zellenentleerung noch zusätzliche Impulse erhalten.

Als weitere Ursache der aus Bild 4 zu ersehenden starken Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung kann der Luftwiderstand angesehen werden, der den Knäulen auf dem Fallweg entgegenwirkt. Das Gewicht der Knäule ist im Verhältnis zur Größe ihrer Oberfläche sehr gering, so daß ein relativ kleiner „Flugkoeffizient“ [7] entsteht. Da das Verhältnis von Gewicht zur Größe der Oberfläche bei den einzelnen Knäulen jedoch sehr verschieden ist, ist auch der Flugkoeffizient sehr unterschiedlich. Hierdurch entstehen auf dem Fallwege Verschiebungen in der Knäuelfolge. Das Ausmaß dieser Verschiebungen muß um so mehr zunehmen, je höher die absolute Geschwindigkeit auf dem Fallweg

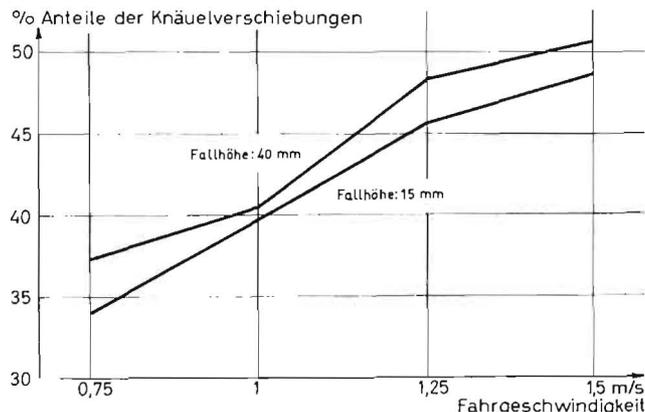


Bild 4: Anteil der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung

und je länger dieser Fallweg ist, da der Luftwiderstand eines Körpers mit dem Quadrat seiner Geschwindigkeit proportional anwächst. Da sowohl die Fallgeschwindigkeit als auch die Länge des Fallweges mit der Fahrgeschwindigkeit des Sägerätes und der Fallhöhe der Knäule zunehmen, müssen auch die Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung mit einer Steigerung der Fahrgeschwindigkeit und der Fallhöhe stärker werden. Diese Folgerung wird durch die Versuchsergebnisse bestätigt (Bild 4).

Wenn auch die Ursachen der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung dargestellt werden konnten, so wirkt doch die Tatsache, daß mindestens ein Drittel aller Knäule trotz regelmäßiger Zellenfolge nicht im Sollabstand auf die Saatrinnensohlen gelangen, in dem Bestreben nach exakter Einzelkornablage etwas entmutigend. Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, daß im Vorgang der Zellenentleerung noch unerforschte Fehlerquellen stecken und daß die gewählte Toleranz am Sollabstand von ± 5 mm sehr eng ist. Würde man diese Toleranz auf ± 10 mm erweitern, so betrüge der Anteil der Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung beispielsweise bei einer Fahrgeschwindigkeit von 0,75 m/s und einer Fallhöhe von 15 mm nicht 34% (Bild 4), sondern nur noch 18%. Also vermindert sich der Anteil der nicht im Sollabstand angelieferten Knäule durch diese Erweiterung der Toleranz um nahezu die Hälfte. Dies muß bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Solange jedoch wegen der vergleichsweise geringen Keimqualität des Zuckerrüben-Saatgutes ein Knäuelabstand von 3—4 cm bei der Aussaat eingehalten werden muß [8], darf die Toleranz nicht über ± 5 mm ausgedehnt werden, da eine exakte Einzelkornsaat bei dieser engen Knäuelablage nur bei strengen Bewertungsmaßstäben zu erreichen ist. Wenn die Keimqualität durch Züchtung erst soweit verbessert ist, daß die Knäule auf 5—6 cm abgelegt werden können, dann wird auch eine Erweiterung der Toleranz auf ± 10 mm tragbar sein. So spielt es zum Beispiel bei der Einzelkornsaat von Mais, der wegen seiner hohen Keimfähigkeit auf wesentlich größere Abstände abgelegt werden kann, in arbeitswirtschaftlicher und pflanzenbaulicher Hinsicht eine untergeordnete Rolle, ob bei der Ermittlung des Anteils der Sollabstände eine Toleranz von ± 5 mm oder von ± 10 mm berücksichtigt wird.

Untersuchung der Knäuelverschiebungen nach der Anlieferung in der Saattrinne

Eine unregelmäßige Längsverteilung der Knäule in der Saattrinne wird neben den vor der Anlieferung entstehenden Knäuelverschiebungen auch durch Roll- und Prallbewegungen nach der Anlieferung verursacht. Da anzunehmen war, daß das Ausmaß dieser Knäuelbewegungen außer von der Fahrgeschwindigkeit und der Fallhöhe auch von der Saattrinnenform bestimmt wird, wurden Versuche mit verschieden gestalteten Scharkörpern angestellt, um die zur Einschränkung der Roll- und Prallbewegungen zweckmäßigste Form des Saattrinnenquerschnittes zu ermitteln.

Diese Saattrinnenversuche wurden auf einer für die Rübenaussaat hergerichteten Ackerfläche durchgeführt, um sie den praktischen Verhältnissen anzupassen. Es handelte sich hierbei um einen milden Lößlehm Boden, der während der Versuche in

normal-feuchtem und gut krümelndem Zustand war. Bei diesen Feldversuchen wurden die Fahrgeschwindigkeiten in gleicher Weise abgestuft wie bei den bereits beschriebenen Leimstreifenversuchen, um neben dem Einfluß der Saatrinnengestaltung auch die Auswirkungen unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeiten des Sägerätes auf das Ausmaß der Roll- und Prallbewegungen zu ermitteln. Dagegen konnte die Fallhöhe der Knäule wegen noch zu erläuternden versuchstechnischen Schwierigkeiten nicht bei jedem der untersuchten Scharkörper verändert werden.

Für die Auswertung der Versuche mußte zunächst ein Meßverfahren entwickelt werden, mit dessen Hilfe der Anteil der nach den Roll- und Prallbewegungen im Sollabstand liegenden Knäule ermittelt werden konnte. Diese Feststellung konnte nicht erst nach dem Auflaufen der Rübenpflänzchen vorgenommen werden, da hierbei durch das teilweise schräge Hochwachsen der Keimlinge [9 . . . 11] und durch das Versagen der Keimfähigkeit einzelner Knäule unkontrollierbare Einflüsse in die Ergebnisse einbezogen worden wären. Aus diesem Grunde wurden die Versuchsscharkörper so gestaltet, daß die Saatrinnen hinter dem Schar nicht zusammenfielen. Auf diese Weise konnte der Anteil der nach den Roll- und Prallvorgängen im Sollabstand liegenden Knäule durch Ausmessen der Abstände bestimmt werden. Hierbei wurden zwar die Störungen der Längsverteilung nicht berücksichtigt, die durch das Zustreichen der Saatrinne entstehen, doch mußte diese Ungenauigkeit in Kauf genommen werden.

Als Bewertungsmaßstab für das Ausmaß der Knäuelbewegungen in der Saatrinne wurde der „Anteil der verrollten Knäule“ herangezogen, der aus dem im Labor ermittelten Anteil im Sollabstand angelieferten Knäule und dem nach den Roll- und Prallbewegungen gefundenen Anteil der Sollabstände errechnet werden konnte (s. weiter unten).

Bei den Untersuchungen wurde zunächst ein walzender Scharkörper verwendet, da bei amerikanischen Versuchen ein sehr guter Feldaufgang in gewalzten Saatrinnen zu beobachten war [12; 13]. Bei den eigenen Untersuchungen interessierte diese Art der Saatrinne hinsichtlich der darin entstehenden Roll- und Prallbewegungen. Dieser walzende Scharkörper preßte eine 30 mm tiefe V-förmige Furche mit abgerundeter Furchensole in den Boden (Bild 5). Da die Saatrinnenwalze wegen ihrer Bauweise vor dem Sägerät lief (Bild 6), durfte die Fallhöhe der Knäule nicht weniger als 40 mm betragen, damit die Seitenflanken der Saatrinne bei seitlichen Steuerabweichungen nicht von der Unterkante des Sägerätes eingerissen wurden.

Als zweites Versuchsschar wurde ein Schleppschar eingesetzt, wie es in der Regel an Drillmaschinen und Einzelkornsägeräten zu finden ist. Bei diesem Versuchsschar mußten die Scharflanken

nach hinten verlängert und nach außen abgewinkelt werden, um die Furche offenzuhalten (Bild 7). Auch dieser Scharkörper konnte wegen seiner Bauform nur vor dem Sägerät angebracht werden, so daß auch hier eine Fallhöhe von mindestens 40 mm einzuhalten war.

Schon bei den Vorversuchen zeigte sich, daß in der gewalzten und in der vom Schleppschar ausgebildeten Saatrinne verhältnismäßig starke Roll- und Prallbewegungen der Knäule auftraten. Aus diesem Grunde wurde ein völlig neuer Scharkörper entwickelt, der im folgenden als Keilschar bezeichnet wird. Die Entwicklung des Keilschares ging von der Überlegung aus, daß die Knäuelbewegungen nur dann wirksam gebremst oder unterbunden werden können, wenn die Fläche, mit der die Knäule den Boden berühren, vergrößert wird. Das bedingt, daß die Knäule in einem schmalen keilförmigen Bodenschlitz angeliefert werden, in dem sie statt mit einer Fläche auf der Furchensole nunmehr mit zwei Flächen beidseitig auf den Furchenflanken aufliegen.

Das Keilschar war so gestaltet, daß es eine Furche in den Boden zog, auf deren Sohle eine schmale Rinne mit Hilfe eines keilförmigen Spornes an der Unterseite des Scharkörpers aufgespalten wurde (Bild 8). Diese Keilrinne hatte eine Tiefe von 10 mm und ihre Seitenflanken standen in einem Winkel von 50° zueinander. Das Keilschar wurde so unter dem Sägerät befestigt, daß die Knäule unmittelbar hinter der Scharsole in der Keilrinne angeliefert wurden. Hiermit sollte erreicht werden, daß die Knäule auch bei seitlichen Abweichungen des Sägerätes in die Mitte der Keilrinne fielen. Ein wirksames Abbremsen war nämlich nur dann zu erwarten, wenn die Knäule auf beiden Keilrinnenflanken gleichzeitig auftrafen. Aus dem gleichen Grunde wurde die Fallhöhe auf 15 mm verringert, was bei dieser Scharform und -anordnung ohne weiteres möglich war (Bild 8). Es war nämlich zu beobachten, daß die Knäule bei größerer Fallhöhe durch die Streubreite ihrer Fallbahnen nicht mehr genau in der Mitte der Keilrinne, sondern zum Teil nur einseitig auf einer Rinnenflanke und sogar neben der Keilrinne aufprallten. Durch diese Verringerung der Fallhöhe sind allerdings die Versuchsergebnisse nur bedingt mit denen zu vergleichen, die bei den Untersuchungen mit den beiden anderen Versuchsscharen ermittelt wurden, da dort eine Fallhöhe von 40 mm eingehalten werden mußte.

Diese Ergebnisse der Untersuchungen lassen eindeutig erkennen, daß die Art der Saatrinnengestaltung einen erheblichen Einfluß auf das Ausmaß der Roll- und Prallbewegungen hat. Wie aus Tafel 3 und Bild 9 zu ersehen ist, sind in der gewalzten Saatrinne die stärksten Knäuelbewegungen nach der Anlieferung zu verzeichnen. Der Anteil der verrollten Knäule beträgt hier bei langsamer Fahrgeschwindigkeit 61% und steigt durch Erhöhung



Bild 5: Walzender Scharkörper (hier in für Vorversuche verwendeter Bodenrinne)

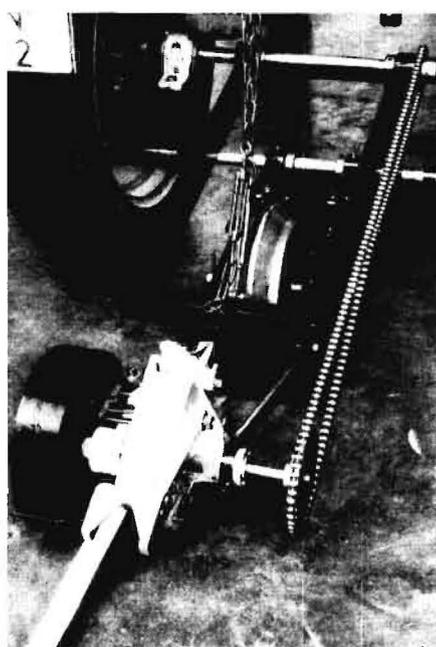


Bild 6: Versuchsgerät mit walzendem Scharkörper



Bild 7: Schleppschar in der Versuchsausführung

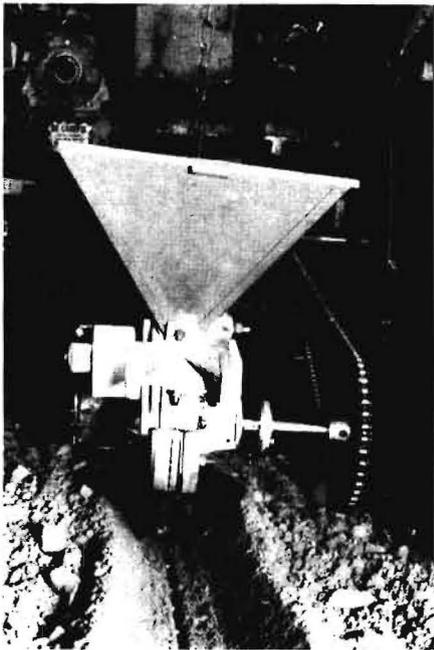


Bild 8: Vom Keilschar gestaltete Saatrinne

des Vorschubes auf 1,50 m/s bis auf 67% an. Das bedeutet, daß sich bei dieser Saatrinnengestaltung der Anteil der im Sollabstand angelieferten Knäule durch die Roll- und Prallvorgänge um weit mehr als die Hälfte verringert.

Die Ursache der unregelmäßigen Längsverteilung in der gewalzten Saatrinne liegt darin, daß die Knäule auf einer geglätteten Oberfläche angeliefert werden, die dem Verrollen nur wenig Hindernis bietet. Außerdem ist der Boden durch das Walzen sehr fest und unelastisch, wodurch auch die Prallbewegungen verstärkt werden. Außerdem entstehen weitere Prallbewegungen dadurch, daß ein Teil der Knäule nicht in die Mitte der Saatrinne, sondern auf die schrägen Furchenflanken treffen: Diese seitliche Verschiebung der Knäuelanlieferung entsteht durch die seitliche Streuung der Knäuelfallbahnen bei einer Fallhöhe von 40 mm. Weiterhin bewirkt der Abstand zwischen Scharkörper und Sägerät schon bei geringen Steuerabweichungen des Schleppers eine seitliche Verschiebung des Sägerätes gegenüber der Saatrinne.

Eine Saatbettgestaltung durch walzende Scharkörper ist also für die Praxis der Einzelkornsaat nicht zu empfehlen. Den pflanzenbaulichen Vorteilen [12; 13] stehen erhebliche arbeitswirtschaftliche Nachteile beim späteren Vereinzeln gegenüber, die auf der sehr unregelmäßigen Längsverteilung beruhen.

Gegenüber den gewalzten Saatrinnen ist das Ausmaß der Knäuelbewegungen in den Schleppscharfurchen geringer. Jedoch beträgt auch hier der Anteil der verrollten Knäule 46% bei einem Vorschub von 0,75 m/s und 58%, wenn die Fahrgeschwindigkeit auf 1,50 m/s erhöht wird. Es verrollen also bei dieser Saatrinnengestaltung schon bei geringem Vorschub fast die Hälfte aller im Sollabstand angelieferten Knäule. Die Tatsache, daß die Knäuelbewegungen hier geringer sind als in der gewalzten Saatrinne, beruht auf der rauheren und elastischeren Oberfläche, die das im Boden schleppende Schar hinterläßt. Auf dieser Oberfläche können sich die Knäule leichter an den Bodenpartikeln verhaken, sie springen weniger als auf der festen Unterlage der gewalzten Furchensohlen.

Die handelsüblichen Schleppschar sind allerdings nicht generell auf Grund der vorliegenden Ergebnisse zu bewerten, da sie in ihrer Bauform von der Versuchsausführung abweichen. Weiterhin lag bei den eigenen Versuchen eine zusätzliche Fehlerquelle darin, daß das Versuchsschar wegen seiner besonderen Bauweise nicht unter, sondern vor dem Sägerät angebracht war. Dadurch fiel ein Teil der Knäule bei den allerdings geringen Steuerabweichungen des Schleppers auf die schrägen Furchenflanken, so daß hier wahrscheinlich stärkere Prallbewegungen auftraten als bei der normalen Anordnung des Scharkörpers unter dem Sägerät. Unter Berücksichtigung dieser Fehlerquellen können die Ergebnisse der

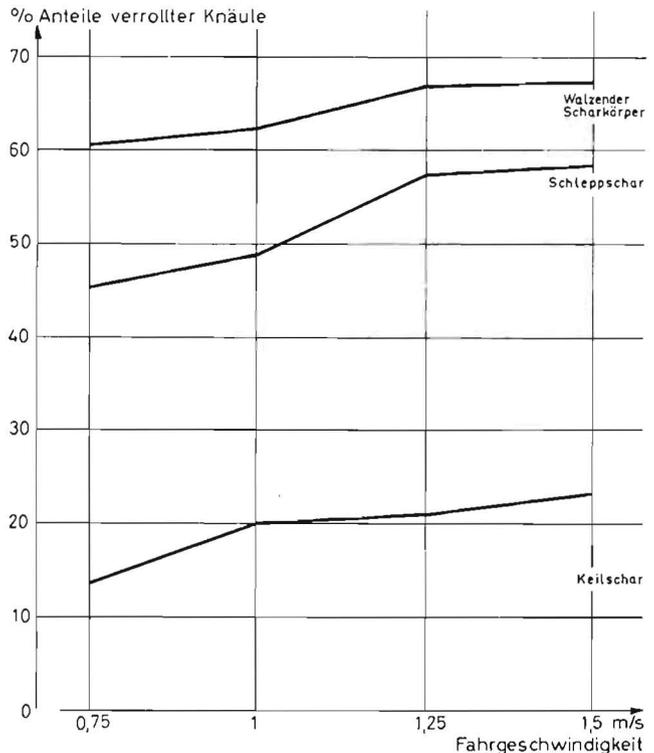


Bild 9: Anteil der verrollten Knäule in den verschiedenen Saatrinnen

Schleppscharversuche nur als Annäherungswerte angesehen werden.

Durch die Verwendung des Keilschares wird das Ausmaß der Roll- und Prallbewegungen erheblich herabgesetzt (s. Tafel 3 und Bild 9). Bei dieser Saatrinnengestaltung beträgt der Anteil der verrollten Knäule bei einem Vorschub von 0,75 m/s nämlich nur noch 13% und ist selbst nach einer Verdoppelung der Fahrgeschwindigkeit mit 23% noch um die Hälfte geringer als in der Schleppscharfurchen bei sehr langsamen Vorschub. Es muß bei diesem Vergleich allerdings berücksichtigt werden, daß die Fallhöhe der Knäule bei den Versuchen mit dem Keilschar nur 15 mm betrug, während sie bei den Untersuchungen mit den beiden anderen Versuchsscharen aus versuchstechnischen Gründen auf 40 mm eingestellt wurde. Andererseits mußte die Fallhöhe bei dem Keilschar so gering gehalten werden, um eine Anlieferung der Knäule in der Mitte der schmalen Keilrinne zu gewährleisten.

Die aus den Versuchsergebnissen eindeutig erkennbare beträchtliche Verminderung der Knäuelbewegungen in der Keilrinne findet ihre Ursache in zwei Faktoren: Einerseits haben die Knäule in einer keilförmigen schmalen Saatrinne an einem, statt, wie in den bekannten Furchenformen, an zwei Punkten Berührung mit der Furchenoberfläche, so daß sich die Bremsfläche für jedes Knäuel etwa verdoppelt. Hierdurch werden vor allem die Rollbewegungen stark eingeschränkt. Zum anderen entsteht noch zusätzlich eine Klemmwirkung durch das Auftreffen der Knäule in einem keilförmigen Bodenschlitz, so daß auch die Prallbewegungen gedämpft werden.

Das Abbremsen der Rollbewegungen durch die beidseitige Bodenberührung und die Verminderung der Prallbewegungen durch die

Tafel 3: Anteil der verrollten Knäule bei verschiedener Saatbettgestaltung

| Scharform | Anteil der verrollten Knäule bei einer Fahrgeschwindigkeit von | | | |
|---------------------------------|--|----------|----------|----------|
| | 0,75 m/s | 1,00 m/s | 1,25 m/s | 1,50 m/s |
| | [%] | | | |
| walzender Scharkörper | 60,9 | 62,5 | 67,1 | 67,3 |
| Schleppschar | 45,7 | 48,8 | 57,6 | 58,1 |
| Keilschar | 13,5 | 20,1 | 21,1 | 23,2 |

Klemmwirkung der Keilfurchung kann allerdings nur dann wirksam werden, wenn eine Anlieferung der Knäule in der Mitte der Keilrinne gesichert ist. Hierfür müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Das Zellenrad darf nur mit einem Zellenkranz versehen sein, da bei der Verwendung von zweikränzigen Zellenrädern eine Anlieferung der Knäule in der Mitte der Saattrinne nicht möglich ist. Der Übergang von einem zwei- zu einem einkränzigen Zellenrad war allerdings zunächst schwierig, wenn die sichere Zellenfüllung erhalten bleiben sollte. Neuere, noch nicht veröffentlichte Untersuchungen, die BRINKMANN am Institut für Landtechnik, Bonn, durchführte, zeigen jedoch, daß durch einfache Maßnahmen auch bei einem einkränzigen Zellenrad und höherer Fahrgeschwindigkeit eine ausreichende Zellenfüllung zu erzielen ist.
2. Die Knäule müssen unmittelbar hinter dem Ende der Scharsole in der Saattrinne angeliefert werden, um auch bei Seitenverschiebungen des Sägerätes ein Auftreffen der Knäule in der Saattrinnenmitte zu gewährleisten.
3. Die Fallhöhe der Knäule sollte so gering wie möglich gehalten werden, um die mit der Fallhöhe zunehmende Streuung der Fallbahnen und um die Aufprallgeschwindigkeit der Knäule zu beschränken.

Wenn diese Anforderungen berücksichtigt werden, dann können die Roll- und Prallbewegungen der Knäule in der Keilrinne, wie die Versuchsergebnisse zeigen, auf ein Mindestmaß verringert werden.

Bei der Besprechung der Untersuchungsergebnisse blieb bisher unberücksichtigt, daß mit einer Steigerung der Fahrgeschwindigkeit des Sägerätes zunehmende Knäuelbewegungen in den Saattrinnen verbunden sind (s. Tafel 3 und Bild 9). Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß das Ausmaß der Roll- und Prallvorgänge nicht nur von der Saattrinnenform, sondern auch von der Aufprallgeschwindigkeit der Knäule abhängig ist, deren Größe von der Fahrgeschwindigkeit des Sägerätes und auch von der Fallhöhe der Knäule bestimmt wird. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß die Knäule in der Keilfurchung bei einer Steigerung der Fahrgeschwindigkeit weniger verrollen als in den beiden anderen Versuchsfurchen (Bild 9). Diese Tatsache ist ebenfalls auf die stärkere Bremswirkung der Keilfurchung zurückzuführen.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen behandeln die Ursachen einer unregelmäßigen Längsverteilung der Rübensamen in der Saattrinne bei der Einzelkornsaat. Eine unregelmäßige Längsverteilung wird durch Verschiebungen in der Knäuelfolge vor der Anlieferung an der Saattrinne und durch Roll- und Prallvorgänge nach der Anlieferung hervorgerufen.

Die Knäuelverschiebungen vor der Anlieferung beruhen bei einwandfreier Zellenfüllung und regelmäßiger Zellenfolge auf Störungen bei der Zellenentleerung und weiterhin auf Verschiebungen während des Fallvorganges, die durch die Einwirkungen des Luftwiderstandes entstehen.

Das Ausmaß der Roll- und Prallbewegungen der Knäule nach der Anlieferung in der Saattrinne wird entscheidend von der Form des Saattrinnenquerschnitts bestimmt. Bei den untersuchten Saattrinnenformen zeigte sich, daß die Knäule in einer gewalzten Saattrinne zu mindestens 60% verrollten, während der Anteil der verrollten Knäule in der Schleppscharrinne mindestens 45% betrug. Durch eine schmale keilförmige Ausbildung der Saattrinnensole wurden die Knäuelbewegungen so eingeschränkt, daß bei langsamer Fahrgeschwindigkeit nur noch 13% der Knäule verrollten.

Schrifttum

- [1] HELLER, CL.: Das Vereinzeln von Zuckerrüben. Landtechnik 16 (1961), S. 130—137
- [2] EVERS, P.-N.: Untersuchungen zur Längsverteilung von Rübensamen in der Saattrinne. Dissertation, Bonn 1962 (im Druck)
- [3] BRINKMANN, W.: Einzelkornablage von aufbereitetem Rübensaatgut. Landtechnische Forschung 6 (1956), S. 125—132
- [4] BRINKMANN, W.: Kalibrierung von Monogermersaatgut. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 76—79
- [5] LORENZ, F.: Beitrag zur Messung der Körnerfolgen von Einzelkornsäugeräten. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 170—173
- [6] SCHUPP, A. A.: An Electric Device for Recording Distribution of Seed from Planters. Proceedings Am. Soc. Sug. Beet Techn. (1946), S. 448

- [7] BRENNER, W.: Beiträge zur Kenntnis des Sortiervorganges bei der Sichtung von Saatgetreide durch Windströme. (Schriften des RKTL, Heft 2) Berlin 1928
- [8] DENCKER, C. H., W. BRINKMANN, und CL. HELLER: Saatgut und Saatstärke im Zuckerrübenbau. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 1—8
- [9] DENCKER, C. H.: Verfahren und technische Hilfsmittel für den Rübenbau. In: Handbuch der Landtechnik, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1961, S. 849—942
- [10] HEGE, JR.: Die Säarbeit von Drillmaschinen. Deutscher Zentralverlag, Berlin 1949
- [11] HÖVEL, F.: Untersuchung über den Einfluß des Pflanzenabstandes und der Lückigkeit auf die Höhe des Handarbeitsaufwandes beim Vereinzeln von Zuckerrüben. Diss. Hohenheim 1955
- [12] BARMINGTON, R. D.: Physical Factors of the Soil Affecting Beet Seedling Emergence. Proc. Am. Sug. Beet Techn. (1950), S. 228
- [13] FRENCH, G. W.: Progress Report on Sugar Beet Planter Studies in 1949/50. Proc. Am. Soc. Sug. Beet Techn. (1951), S. 47

Résumé

Peter-Nils Evers: "Examinations on the Down-the-Row Distribution of Beet Seeds with Single-Grain Sowing."

The present examinations deal with the causes of an irregular down-the-row distribution of beet seeds with single-grain sowing. An irregular distribution is brought about by displacements in the cluster succession before dropping into the row as well as by rolling and rebounding after having been put into the row.

With an unobjectionable cell feeding and regular cell succession, cluster displacements are due to troubles during the discharge and also to displacements during the dropping phase, which are caused by the effects of the air resistance.

The extent of the rolling and rebound movements of the clusters after having been put into the seed row is decisively determined by the form of the row's cross section. The examinations of the seed rows showed that in a rolled row at least 60 per cent of the clusters rolled on, while the percentage of rolled on clusters in the wheeled-share row amounted to at least 45 per cent. By forming a narrow wedge-shaped row bottom the cluster movements were limited such that with a slow traveling speed only 13 per cent of the clusters rolled on.

Peter-Nils Evers: «Recherches des causes de l'irrégularité de la répartition longitudinale dans la raie, des grains de betteraves distribués à l'aide d'un semoir monograins.»

Les essais entrepris ont eu pour but de déterminer les causes d'une répartition longitudinale irrégulière dans la raie, des grains de betteraves distribués au moyen d'un semoir monograins. L'irrégularité de la répartition longitudinale peut être causée, d'une part, par la déviation des grains avant leur chute dans la raie et, d'autre part, par des phénomènes de roulement et de rebondissement intervenant après leur chute.

Si le remplissage des alvéoles est correct et les alvéoles se succèdent régulièrement, la déviation des grains avant leur chute est causée par la vidange irrégulière des alvéoles et la résistance de l'air qui agit sur les grains pendant leur chute.

Les phénomènes de roulement et de rebondissement des grains après leur chute dans la raie dépendent en premier lieu de la forme de la section de la raie. L'examen des différentes formes de raie a montré qu'au moins 60% des grains sont déplacés dans une raie confectionnée par roulage tandis que le pourcentage de grains déportés par roulement dans une raie faite à l'aide d'un soc traîné s'élève à environ 45%. En créant une raie dont la section forme un angle très pointu vers le bas, on peut réduire le pourcentage des grains déplacés par roulement à 13% condition que l'on utilise une vitesse de marche réduite.

Peter-Nils Evers: «Investigaciones sobre el reparto longitudinal de la semilla de remolacha en el canal de sembrado en la siembra individual.»

Las investigaciones se refieren a las causas del reparto desigual de la semilla de remolacha en sentido longitudinal en la siembra de grano por grano. Este reparto desigual se debe al ritmo de llegada de los ovillos al canal y a los fenómenos de rotación y de rebote después de la llegada.

Encontrándose las células normalmente llenas y siguiéndose éstas con regularidad, el desorden anterior a la llegada se debe a perturbaciones en el vaciado de las células y después a desplazamientos durante la caída que se producen por la resistencia del aire.

El valor de los movimientos de rotación y de rebote después de la llegada al canal de sembrado, dependen de manera decisiva de la forma de la sección transversal del canal. Las pruebas con las diferentes formas de canal demostraron que en los canales laminados por lo menos el 60% de los ovillos yerran, mientras que en el canal de arrastre por el surco la cuota de los ovillos desplazados llega al 45% como mínimo. Con un canal estrecho en forma de cuña, el movimiento de los ovillos ha quedado reducido de tal manera que solamente el 13% de los ovillos quedaba desplazado, cuando la velocidad de marcha quedaba reducida.