

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT
UND LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG IM VDMA

Heft 4/1963

MÜNCHEN

13. JAHRGANG

Peter-Nils Evers:

Überlegungen und Versuche zur zweckmäßigen Bodenvorbereitung, Saateinbringung und Bodenpflege im Zuckerrübenbau

Institut für Landtechnik, Bonn

Der deutsche Zuckerrübenbau steht heute vor der Situation, daß der bislang noch erforderliche hohe Handarbeitsaufwand für das Vereinzeln den Anbau in seinem augenblicklichen Umfang in Zukunft gefährden kann. Diese Gefahr ist nur abzuwenden, wenn es gelingt, die Zuckerrübe von der Saat bis zur Ernte zu einer „Einmann-Kultur“ zu machen. In der hochentwickelten Mechanisierung der Erntearbeiten zeigen sich bereits interessante Ansätze für solche Einmann-Verfahren. Auch für das vollmechanische Vereinzeln sind in den letzten Jahren Verfahren entwickelt worden, mit deren Hilfe in Zukunft ein Mann in einem Arbeitsgang das Vereinzeln durchführen können. Diese Geräte arbeiten entweder „gesteuert“ (System FERTÉ) oder „blind“ (System BRINKMANN) [1] und vereinzeln in einem Arbeitsgang auf einen Endbestand von 70000 bis 80000 Pflanzen je Hektar.

Sowohl für eine weitere Erleichterung des vorläufig noch notwendigen Handvereinzeln als auch vor allem für dieses zukünftige vollmechanische Vereinzeln müssen zur Erzielung eines befriedigenden Arbeitserfolges höhere Anforderungen als bisher von dem zu vereinzeln den Bestand erfüllt werden:

1. Die Rüben müssen gleichzeitig auflaufen, damit sie zum Zeitpunkt des Vereinzeln einen in seiner Wuchsgröße einheitlichen Bestand ergeben;
2. die Pflänzchen müssen möglichst einzeln und in regelmäßigen Abständen stehen;
3. diese Abstände sollten nicht nur regelmäßig, sondern auch weit genug sein, um bei einer Handarbeit noch müheloser in aufrechter Haltung vereinzeln zu können.

Um diese Voraussetzungen auf dem Acker zu verwirklichen, gilt es, folgende Faktoren zu einem Optimum zu bringen:

1. die Keimqualität des Saatgutes (Aufgabe des Züchters);
2. die Ablagegenauigkeit der Einzelkornsäegeräte (Aufgabe des Geräteherstellers);
3. die Bodenvorbereitung, Saatbettgestaltung und Bodenpflege (Aufgabe des Landwirts).

An der Verbesserung der ersten beiden Faktoren wird seitens der Züchter beziehungsweise der Gerätehersteller intensiv und mit klarer Zielsetzung gearbeitet. Dagegen herrscht in der Praxis eine gewisse Unsicherheit darüber, ob überhaupt und durch welche Maßnahmen der Bodenvorbereitung und Saatbettgestaltung der im Vergleich zur Laborkeimung schwache Feldaufgang der Rübensamen gesteigert werden kann.

Umfangreiche Versuche verschiedener Forschungsstätten, bei denen die Knäule von Hand in gleichbleibender Tiefe in ein optimal hergerichtetes Saatbett abgelegt werden, haben immer wieder gezeigt, daß in einer zweckmäßigen Bodenvorbereitung und Saatbettgestaltung ein sehr wirksames Mittel zur Erzielung eines sicheren und gleichmäßigen Feldaufganges liegt [2; 3]. Der bei diesen Versuchen festgestellte erhebliche Unterschied im Feldaufgang zwischen der Handablage und den herkömmlichen

maschinellen Bearbeitungs- und Aussaatverfahren stellt eindeutig die Aufgabe, nach zweckmäßigeren mechanischen Verfahren der Bodenvorbereitung und Saatbettgestaltung zu suchen.

Hierbei muß von den hohen Anforderungen des Rübensamens an das Keimbett ausgegangen werden, welches mit einfachen mechanischen Mitteln im Acker hergerichtet werden soll. Zunächst verlangt das Knäuel für das Keimen eine gewisse Bodenwärme, die bei etwa 7° C liegt. Diese verhältnismäßig hohe Keimtemperatur ist vor allem für die Keimauslösung wichtig, während nach Keimbeginn auch etwas geringere Temperaturen ein Weiterwachsen des Keimlings ermöglichen [2; 4]. Weiterhin muß eine sichere Wasserversorgung der Knäule gewährleistet sein, da das Rübenknäuel nur 1/4 der Wassermenge aufnehmen kann, welches das Weizenkorn zu speichern vermag. Außerdem ist diese geringe Wassermenge im toten Perikarpgewebe sehr leicht abgabefähig gelagert [2], so daß die Samen auf ein Austrocknen des Keimbettes empfindlich reagieren. Noch empfindlicher sind die Knäule allerdings gegen eine zu hohe Feuchtigkeit im Keimbett, da bei einer Übersättigung des Perikarps mit Wasser die schon vor dem Sprengen des Perikarpedeckels relativ hohe Atmungsintensität des Keimlings erschwert wird [2]. Daher muß außer der Wasserversorgung auch die Möglichkeit eines regen Gasaustausches in der Keimschicht des Bodens gegeben sein.

Da in der Regel auf dem Felde nicht alle gekeimten Knäule auflaufen, verdient neben den genannten keimungsphysiologischen Anforderungen auch die physikalische Beschaffenheit der Deckschicht über den Knäulen besondere Beachtung. Der mechanische Widerstand der Deckschicht sollte so gering wie möglich sein, da der Rübenkeim nur eine relativ schwache Durchbruchskraft aufweist [5]. Ein zu hoher mechanischer Widerstand führt zu gestauchtem Wachstum der Keimlinge [5; 6], erschöpft die ohnehin sehr schmalen Nährstoffreserven des Samens vorzeitig und führt zu lückenhaftem Auflaufen.

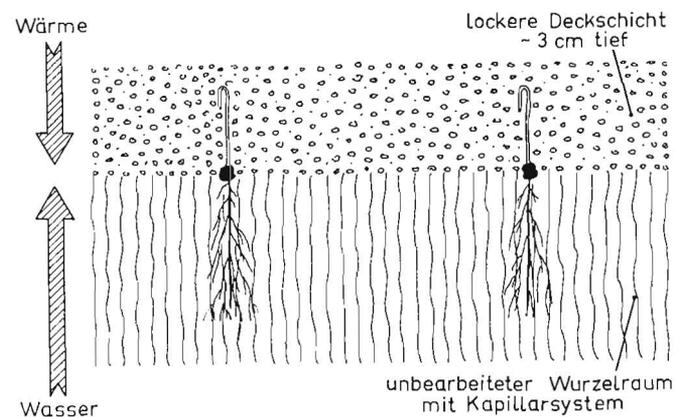


Bild 1: Schema eines zweckmäßigen Keimbettes für Rübensamen

Die genannten Anforderungen der Rübensamen an das Keimbett werden in optimaler Weise erfüllt, wenn jedes Knäuel in einer Tiefe von etwa 3 cm auf der Grenzfläche zwischen dem feuchten Wurzelraum mit unzerstörtem Kapillarsystem und einer lockeren trockenen Deckschicht liegt [2; 7] (Bild 1). In einem solchen Keimbett ist die Wasserversorgung der Knäule aus dem Wurzelraum durch die Wirkungsweise der Bodenkapillaren in der Regel gesichert, während die trockene lockere Deckschicht auf Grund ihres hohen Luftporenvolumens eine leichte Erwärmbarkeit des Keimbettes und einen regen Gasaustausch gewährleistet.

Die Aufgabe der Bodenvorbereitung liegt nunmehr darin, im Boden genau in der zukünftigen Saattiefe diese Grenzfläche zwischen dem feuchten, gut abgesetzten Wurzelraum mit hoher Kapillarität und einer lockeren, leicht abtrocknenden Deckschicht herzustellen, während es die Aufgabe der Saateinbringung ist, jedes einzelne Knäuel exakt auf dieser Grenzfläche abzulegen. Schließlich besteht die Aufgabe der Bodenpflege darin, die Deckschicht bis zum restlosen Auflaufen locker zu halten, damit alle gekeimten Knäule möglichst vollständig und vor allem gleichzeitig auflaufen können.

Diese aus den besonderen keimungsphysiologischen Gegebenheiten der Rübensamen hergeleitete Aufgabenstellung für die Rübenbestellung ist altbekannt und in diesem oder ähnlichem Sinne schon früher präzisiert worden [2; 5; 7]. Die eingangs erwähnten Handablage-Versuche zeigten, daß bei einer auf diese Weise durchgeführten Bestellung ein hoher, sicherer und gleichmäßiger Feldaufgang eintritt. Wenn wir also heute in der Praxis auch auf besten Rübenböden bei weitem nicht diese günstigen Aufgangsverhältnisse vorfinden, so ist das kein Gegenbeweis, sondern nur ein Zeichen dafür, wie schwierig diese Aufgabenstellung zu erfüllen ist. Daher sollen im folgenden über einige Überlegungen für eine zweckmäßige Bodenvorbereitung, Saateinbringung und Bodenpflege sowie entsprechende Versuche im Frühjahr 1962 berichtet werden.

Die *Bodenvorbereitung* sollte im Herbst mit dem Pflügen vor der Frostperiode beginnen, um die günstige physikalische Einwirkung des Frostes auf die Bodenstruktur zu nutzen und um weiterhin eine ausreichende Zeitspanne für das Absetzen des Bodens und somit für die Bildung eines Kapillarsystems zu erhalten [5; 8]. Bei dieser Herbstfurche ist darauf zu achten, daß der Acker möglichst eben gepflügt wird [9] und auf Böden, die über Winter erfahrungsgemäß nur wenig verschlammten, kann es sich sogar empfehlen, die Pflugfurche im gleichen Arbeitsgang mit einer Notzonegge oder einer Schleppe zusätzlich grob einzuebnen [10]. Das Abschleppen einer sehr rauen Pflugfurche im Frühjahr kann nämlich den Nachteil haben, daß dabei die trockenen Furchenkämme in die feuchten Furchenmulden gestrichen werden. Hierdurch entsteht dann im Saatbett ein ständiger Wechsel in der Bodenfeuchtigkeit, der ein gleichmäßiges und gleichzeitiges Keimen erschwert [11]. Dagegen sichert das grobe Einebnen der Pflugfurche im Herbst eine homogene Feuchtigkeit des Keimbettes im Frühjahr. Dieses Einebnen darf jedoch nicht mit der Gefahr einer starken Verschlämzung erkaufte werden und bleibt daher wohl auf die in ihrer Struktur unempfindlichen Böden beschränkt.

Bei der Bodenvorbereitung im Frühjahr sollte das über Winter entstandene Kapillarsystem bis zum Keimbett herauf erhalten werden, damit dort nach der Saat eine ausreichende Wasserversorgung der Knäule von unten gesichert ist. Aus diesem Grunde

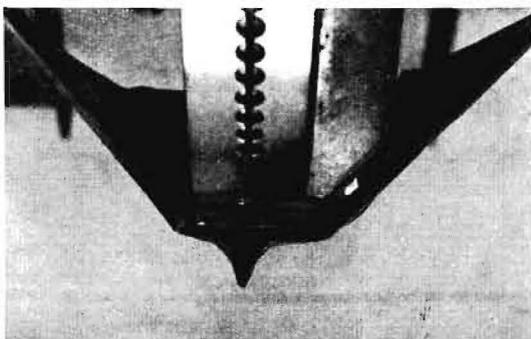


Bild 2: Scharkörper mit schmalen keilförmigen Dorn

müßte der Boden im Frühjahr möglichst nur einmal und nicht tiefer als bis zur zukünftigen Samenablage bearbeitet werden [7; 11]. Jedes tiefere Aufreißen des Bodens unterbricht das Kapillarsystem in einer zu tiefen Schicht und kann somit bei trockener Witterung zu einem Austrocknen des Keimbettes vor Keimbeginn und dadurch zu einem schwachen und ungleichmäßigen Feldaufgang führen. Neben dem Austrocknen des Keimbettes kann eine tiefere Bearbeitung des Saatbettes beispielsweise mit dem Grubber oder der Löffellegge den Nachteil haben, daß dabei noch nasser Boden in die oberste Bodenschicht oder zur Oberfläche gebracht wird und dort zu harten Kluten führt, die einen unregelmäßigen Feldaufgang beziehungsweise ein Beinigenwerden der Rüben zur Folge haben.

Die Herstellung der erwünschten Grenzfläche zwischen dem Wurzelraum mit unzerstörtem Kapillarsystem und der lockeren Deckschicht bei der Bodenbearbeitung im Frühjahr ist für die Erzielung eines gleichmäßigen Feldaufganges ohne Zweifel um so wirkungsvoller, je mehr es gelingt, diese Grenzfläche auf dem ganzen Acker in völlig gleichbleibender Tiefe zu gestalten. Daraus folgt, daß sich das Bearbeitungsgerät auch kleineren Bodenunebenheiten anpassen müßte. Bei der Wahl des Bearbeitungsgerätes ist nun zu bedenken, daß jedes großfeldrige und starre Gerät, welches — soweit überhaupt möglich — auf eine Bearbeitungstiefe von beispielsweise 3 cm eingestellt wird, die Ackerfläche gewaltsam nivelliert, wobei die Bearbeitungstiefe von 0 bis etwa 6 cm schwanken kann. Daher kann es vielleicht ratsamer sein, für die Bodenvorbereitung zur Rübensaat vielteilige oder flexible Geräte einzusetzen, die auch den kleinen Unebenheiten der Oberfläche mit gleichbleibendem Tiefgang folgen können. Hierfür käme entweder eine sehr schwere Netzegge infrage, die allerdings für diesen Verwendungszweck nur in etwas geänderter Bauweise einzusetzen ist [12] oder aber eine Hackmaschine, deren Messer einzeln mit Tiefenreglern (Rollern) ausgerüstet sind und so den Boden in gleichbleibender Tiefe abschälen.

Für die gezielte flache Bodenvorbereitung ist natürlich jede Schlepper- oder Maschinenradspur vor der eigentlichen Bestellung von Nachteil. Dies läßt sich jedoch durch das Düngestreuen vorläufig nicht vermeiden. Um so interessanter sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen, bei denen nicht nur die volle PK-Gabe, sondern auch der vor der Saat zu streuende Stickstoff bereits im Herbst zur Pflugfurche gegeben wird [13; 14]. Auf alle Fälle sollte sowohl beim Düngestreuen im Frühjahr als auch bei allen folgenden Bearbeitungsmaßnahmen der Schlepper nicht nur an den Hinterrädern sondern auch an den Vorderrädern mit Gitterrädern ausgerüstet werden, da der spezifische Bodendruck hier wegen der viel geringeren Auflagefläche besonders groß ist.

Nach der Bodenvorbereitung besteht die Aufgabe der *Saateinbringung* nunmehr darin, jedes einzelne Knäuel exakt auf der bei der Bodenbearbeitung entstandenen Grenzfläche zwischen unbearbeitetem Wurzelraum und der trockenen lockeren Deckschicht abzulegen. Diese Aufgabenstellung betrifft also die Ausrüstung des Drillschares oder des Einzelkornsägers [15]. Eine derartig gezielte Ablage erfordert eine Tiefenführung des Schares, die auch kleineren Bodenunebenheiten zu folgen vermag. Hierfür erscheint es zweckmäßig, die Bodenoberfläche zur genauen Tiefenführung in unmittelbarer Nähe der Knäuelablage abzutasten, was am ehesten dann zu erreichen ist, wenn sich das Einzelkornsägergerät auf einem kufenförmigen Scharkörper abstützt und nicht auf geräteeigenen Stützrädern, die meist in größerem Abstand vom Schar laufen. Natürlich kommt eine solche Schargestaltung nur für zentralgetriebene Geräte in Frage, da das Abstützen des Gerätegewichtes auf Kufen die geräteeigenen Bodenantriebsräder zu sehr entlasten und damit zu unerwünschten, unregelmäßigem Schlupf im Antrieb führen würde.

Für die eingangs geforderte regelmäßige Längsverteilung der Rübenpflänzchen muß der Ausbildung der Scharsole besondere Bedeutung geschenkt werden. Zwar erfolgt die Knäuelabgabe bei den heute üblichen Geräten sehr regelmäßig, doch wird dieses Gleichmaß durch das Rollen und Springen der Knäule nach dem Aufprallen in der Saattrinne erheblich gestört. Diese unregelmäßigen Knäuelbewegungen werden weitgehend unterbunden, wenn die Samen in einen schmalen keilförmigen Bodenschlitz fallen, in dem sie beidseitig auf den Rinnenflanken auftreffen und somit durch dieses „Verkeilen“ nicht weiterrollen oder -springen

[16]. Zur Herstellung des keilförmigen Bodenschlitzes muß die Scharsohle sehr spitz ausgebildet werden (Bild 2).

Weiterhin sollte jedes Knäuel bei der Saateinbringung an den feuchten, wasserführenden Wurzelraum angedrückt werden, damit die für eine sichere Keimung erforderliche Wasserversorgung des Samens gewährleistet ist [7; 8; 17; 18]. Zu diesem Zweck sollte eine schmale V-förmige Druckrolle in der offenen Saattrinne auf den unbedeckten Knäulen laufen, die die Knäule in die Kapillaren des Wurzelraumes hineindrückt, ohne die Deckschicht über den Knäulen zu verfestigen. Die dieser Druckrolle folgenden Zustrreicher müssen die Saattrinne mit einer vollkommen gleichmäßigen Schicht lockeren Bodens auffüllen. Alle vorangehenden Maßnahmen, mit denen ein gleichmäßiges und sicheres Auflaufen erzielt werden soll, sind nämlich in ihrer Wirkung zweifelhaft, solange durch die Zustrreicher eine ungleichmäßig starke Bedeckung der Knäule zustande kommt [19].

Im Gegensatz zu der oben beschriebenen Arbeitsweise wird von den heute bei Drill- und Einzelkornsäugeräten verwendeten Druckrollen die Deckschicht oder ein Teil der Deckschicht angepreßt. Hierbei wird weniger das Knäuel an den feuchten Wurzelraum angedrückt — dafür reicht die spezifische Bodenpressung je cm² Auflagefläche oft gar nicht aus —, als vielmehr der Boden über den Samen verfestigt. Das dadurch verringerte Luftporenvolumen der Deckschicht erschwert zunächst eine schnelle Erwärmung des Keimbettes. Weiterhin wird der vom Keimling zu überwindende mechanische Widerstand des Bodens unnötig verstärkt [5], was in besonderem Maße dann eintritt, wenn die Druckrollenspur verschlammmt und anschließend verkrustet. Eine solche Verfestigung kann besonders bei größerer Saattiefe zu einer starken Verminderung des Aufganges führen [20].

Das Verschlammten und Verkrusten des Rübenfeldes vor dem Auflaufen kann zuweilen zum Umpflügen des Bestandes zwingen. Aus diesem Grunde muß auch der *Bodenpflege* nach der Saat große Beachtung geschenkt werden. Als „Geburtshelfer“ werden zum Krustenbrechen Walzen, Netzeggen oder Spezialgeräte eingesetzt. Nach Untersuchungen von VERRES ist das Aufbrechen der Kruste jedoch nur dann voll wirksam, wenn es gelingt, die Schollen bis auf Pfenninggröße zu zerkleinern. Der Rübenkeimling vermag im Boden nämlich nur etwa 0,5 cm seitlich auszuweichen, um zu einem Bodenriß hinzuwachsen. Liegt dieser Bodenriß weiter entfernt, so ist ein Durchbrechen des Keimlings nicht mehr möglich [6]. Daraus ergibt sich die Aufgabe, neue Methoden zum mechanischen Krustenbrechen zu entwickeln, bei der die Schollen ungefähr bis auf 1 cm² große Stücke zerkleinert werden, ohne die Keimlinge durch zu großen Druck und zu tiefes Eingreifen zu gefährden.

Feldversuche zur Bodenvorbereitung und Saateinbringung

Im Jahre 1962 wurden auf drei rheinischen Betrieben umfangreiche Feldversuche durchgeführt, mit denen der Einfluß unterschiedlicher Bodenvorbereitung und Saateinbringung auf den Feldaufgang von Rübensamen untersucht werden sollte. Die Versuchsflächen waren im Herbst gepflügt und grob eingeebnet worden. Der Versuchsplan der Bodenvorbereitung im Frühjahr ist in Tafel 1 zusammengestellt.

Tafel 1: Versuchsplan für die Bodenvorbereitung im Frühjahr

	Parzelle I	Parzelle II	Parzelle III
1. Arbeitsgang	Grubber und schwere Ackeregge	Löflegege und Drahtkrümelwalze (Kombi-krümmler)	Netzegge mit 3 cm langen Zinken
2. Arbeitsgang	Löflegege und Drahtkrümelwalze (Kombi-krümmler)	—	—
Bearbeitungstiefe	10–12 cm	6–8 cm	3 cm

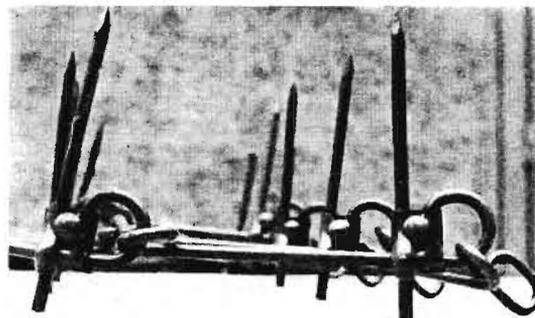


Bild 3: Abgeänderte Netzeggenzinken zur flachen Bodenbearbeitung auf 3 cm Tiefe

Mit diesen Versuchen sollten in erster Linie die Auswirkungen unterschiedlicher Bearbeitungstiefen geprüft werden. Dabei wurde auf Parzelle I ein zweiter Arbeitsgang mit dem Kombi-krümmler durchgeführt, da das Saatbett nach dem ersten Arbeitsgang noch zu grobschollig war. Auf Parzelle II wurde der Kombi-krümmler absichtlich auf eine größere Arbeitstiefe als die normalerweise übliche eingestellt. Die auf der dritten Parzelle eingesetzte besonders schwere Netzegge (Zinkengewicht 1 000 g) war eine Sonderanfertigung, bei der die Schlaufen nicht wie sonst üblich an den kurzen, sondern an den langen Zinken lagen, so daß das Gerät zur Tiefenbegrenzung ganzflächig auf seinen Verbindungsstreben aufliegen konnte (Bild 3). Durch diese Tiefenbegrenzung und durch das „Anschmiegen“ der Netzegge an die Bodenoberfläche konnte auch bei Bodenunebenheiten auf der ganzen Fläche die erwünschte Grenzschicht zwischen unbearbeitetem Wurzelraum mit unzerstörtem Kapillarsystem und der lockeren Deckschicht in einer Tiefe von 3 cm hergestellt werden.

Für die Saateinbringung wurden die Versuchsgeräte zur Herstellung einer offenen Saattrinne mit bootsförmigen Spezialscharkörpern ausgerüstet. Diese Schare waren zur sicheren Tiefenbegrenzung (3 cm) seitlich mit Kufen versehen worden, auf denen sich die zentralgetriebenen Versuchsgeräte abstützten (Bild 4). Die offene Saattrinne wurde bei einem Teil der Geräte nur mit lockerem Boden zugestrichen. Bei den anderen Geräten lief in der offenen Furche auf den unbedeckten Samen eine schmale V-förmige Druckrolle, die die Knäule an den feuchten Wurzelraum andrückte, bevor die Deckschicht aufgetragen wurde (Bild 5). Diese beiden Arten der Saateinbringung wurden auf allen drei Bodenbearbeitungsparzellen vorgenommen.

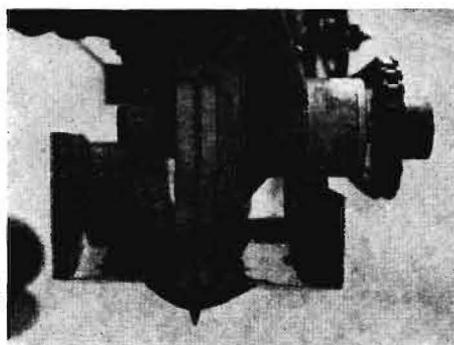


Bild 4: Versuchsscharkörper

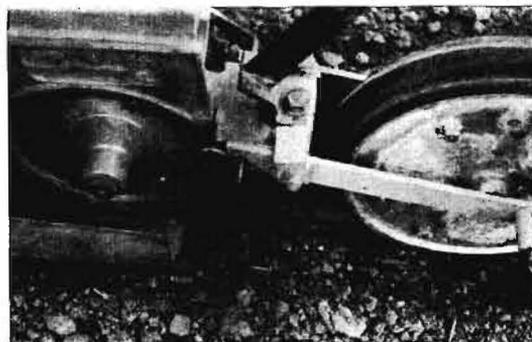


Bild 5: V-förmige Druckrolle in der offenen Saattrinne

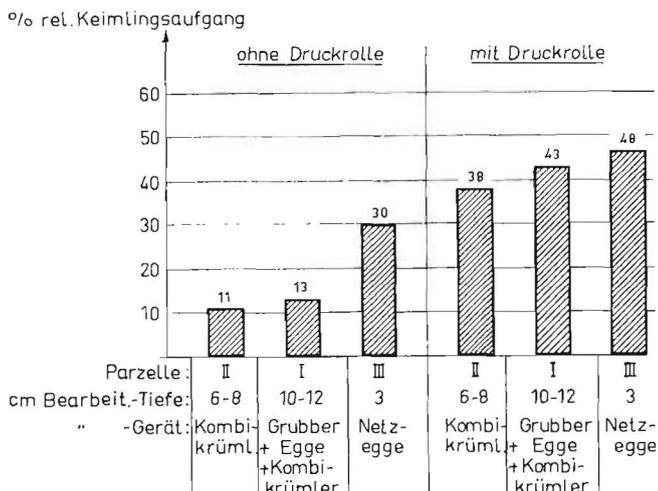


Bild 6: Relativer Keimlingsaufgang

16 Tage nach der Saat, Durchschnitt von drei Betrieben, je Betrieb 80 Wiederholungen mit 20 m Reihelänge

Bei der Auswertung der Versuche wurde vom Auflaufen bis zum Vereinzeln der relative Keimlingsaufgang festgestellt. Die Anwendung dieses Bewertungsmaßstabes setzt voraus, daß man die Zahl der mit dem Einzelkörnsäuger auf dem Felde ausgelegten Knäule genau kennt. Aus diesem Grunde wurde im Institut für Landtechnik, Bonn, ein vierreihiges Versuchsgerät mit wegabhängigem Zentralantrieb entwickelt, in dem die von BRINKMANN bei seinen Untersuchungen über die Einzelkorn-Sätechnik gewonnenen Ergebnisse in der Weise berücksichtigt wurden, daß die obige Voraussetzung für solche exakten Feldversuche gegeben war. Bei diesem Versuchsgerät liegt der Anteil der doppelt beziehungsweise der nicht belegten Zellen jeweils unter 3%. Hinzu kommt, daß der Schlupf im Antrieb der Versuchsgeräte konstant ist. So kann die Anzahl ausgelegter Knäule genau errechnet werden.

Die durchschnittlichen Ergebnisse der drei Versuchsbetriebe, die am 16. Tag nach der Aussaat ermittelt wurden, sind in Bild 6 dargestellt. Leider war es aus versuchstechnischen Gründen im Jahre 1962 nicht möglich, die Pflanzenzählungen vom Auflaufen bis zum Vereinzeln auf allen Betrieben jeweils im gleichen zeitlichen Abstand vom Aussaattermin durchzuführen, so daß die durchschnittliche Entwicklung des Pflanzenzuwachses nicht dargestellt werden kann. Aus diesem Grunde muß sich die Wiedergabe der Versuchsergebnisse an dieser Stelle auf den Auszählungstermin beschränken, der auf allen Betrieben im gleichen Zeitabstand von der Aussaat lag.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß sowohl die Bodenvorbereitung als auch die Art der Saateinbringung einen erheblichen Einfluß auf den Feldaufgang der Zuckerrübensamen haben. Bei der Saateinbringung ohne Druckrolle stieg der relative Keimlingsaufgang beim Übergang von der tiefen Bodenbearbeitung (Parzelle I u. II)

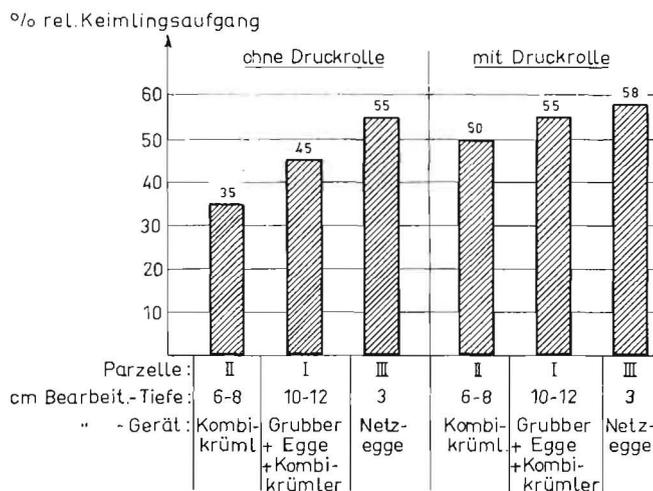


Bild 7: Relativer Keimlingsaufgang

Vor dem Vereinzeln, Durchschnitt von drei Betrieben, je Betrieb 80 Wiederholungen mit 20 m Reihelänge

zur gezielten Bearbeitung auf Saattiefe von 11 beziehungsweise 13 auf 30% an. Die gleiche Tendenz zeigen die Werte bei der Saateinbringung mit der Druckrolle auf den unbedeckten Knäulen, wenn auch hier der positive Einfluß der flachen Bearbeitung nicht in diesem krassen Maße zu Tage tritt. Aus Bild 6 ist weiterhin deutlich zu ersehen, daß das Andrücken der Knäule an den feuchten Wurzelraum durch die in der offenen Saatrinne laufende Druckrolle eine entscheidende Verbesserung des Feldaufganges mit sich bringt. Dies zeigt sich besonders bei der tieferen Bearbeitung (Parzelle I u. II), wo der relative Keimlingsaufgang von 11 beziehungsweise 13% durch das Andrücken der unbedeckten Knäule auf 38 beziehungsweise 43% anstieg. Aber auch bei der flachen Bearbeitung auf Saattiefe (Parzelle III) verursachte die Verwendung dieser Druckrolle eine Zunahme des relativen Keimlingsaufganges von 30 auf 48%.

Der gegenüber Parzelle I auf allen drei Betrieben geringere Feldaufgang in Parzelle II findet nicht ohne weiteres eine Begründung und ist vorläufig nur damit zu klären, daß der Wurzelraum durch die einmalige Bearbeitung mit dem Kombi-krümler in Parzelle II grobscholliger blieb als in Parzelle I, auf der durch die Aufeinanderfolge von Grubber, schwere Ackeregge, Löfflegge, Drahtkrümelwalze (siehe Tafel 1) ein feineres Saatunterbett mit weniger Hohlräumen entstand. Dieser Auswirkung der unterschiedlichen Bodenbearbeitung wurde in den für das Frühjahr 1963 geplanten Versuchen besondere Beachtung geschenkt werden.

Bei der Betrachtung der Darstellung fällt weiterhin auf, daß der relative Keimlingsaufgang bei der tieferen Bodenbearbeitung und der Saateinbringung ohne Druckrolle mit 11 beziehungsweise 13% sehr niedrig liegt. Diese Tatsache beruht darauf, daß der Pflanzenzuwachs am 16. Tag nach der Aussaat noch nicht abgeschlossen war. Dies geht aus Bild 7 hervor, in der der bei der letzten Zählung vor dem Vereinzeln ermittelte relative Keimlingsaufgang der drei Betriebe dargestellt ist. Wie bereits erwähnt, konnte diese letzte Zählung aus versuchstechnischen Gründen und da die Betriebe zu verschiedenen Zeitpunkten vereinzelt, nicht am gleichen Tage nach der Aussaat vorgenommen werden. So wurden die Bestände auf zwei Betrieben am 34. Tag und auf dem 3. Betrieb schon am 21. Tag nach dem Saattermin zum letzten Mal gezählt. Aus diesem Grunde können die Werte in Bild 7 nicht ohne weiteres mit denen in Bild 6 verglichen werden, sondern sollen lediglich die Tendenz des Pflanzenzuwachses bei den einzelnen Arten der Bodenbearbeitung und Saateinbringung deutlich werden lassen.

Aus dieser zweiten Säulendarstellung geht hervor, daß die durch die Bodenbearbeitung und Saateinbringung entstandenen Unterschiede im relativen Keimlingsaufgang zum Zeitpunkt des Vereinzeln geringer sind als am 16. Tag nach der Saat. So wiesen die zunächst sehr schwachen Bestände naturgemäß einen höheren Pflanzenzuwachs zwischen der frühen und der späten Zählung auf als die Bestände, die von vorneherein einen guten Feldaufgang zeigten. In den Zahlen kommt jedoch nicht zum Ausdruck, daß von Versuch zu Versuch starke Unterschiede in der Pflanzengröße bis zur Ernte zu erkennen waren. Die Beobachtungen des Pflanzenbestandes vom Auflaufen bis zum Vereinzeln bestätigen die aus einem Vergleich der beiden Darstellungen sich aufdrängende Vermutung, daß die Rübenpflänzchen zum Zeitpunkt des Vereinzeln von Pflanze zu Pflanze in ihrer Entwicklung um so gleichmäßiger sind, je geringer die Differenz im relativen Keimlingsaufgang zwischen der frühen und der späten Zählung ist. So verbindet sich offenbar bei einer zweckmäßigen Bodenvorbereitung der Vorteil des hohen Feldaufganges mit dem Vorteil einer sehr gleichmäßigen Entwicklung der Rübenpflänzchen. Beide Faktoren haben, wie eingangs ausgeführt wurde, eine ausschlaggebende Bedeutung sowohl für eine weitere Erleichterung des Handvereinzeln als auch als Voraussetzung für das zukünftige mechanische Vereinzeln.

Die hier beschriebenen Versuche wurden im Frühjahr 1963 wiederholt und systematisch weitergeführt. Dabei wurden vor allen Dingen extreme Boden- und Niederschlagsverhältnisse in die Versuche einbezogen. So lagen die Niederschlagsmengen je nach Versuchsbetrieb zwischen 500 und 1000 mm, und die Böden reichten von mildem Löß- bis schwerem Lehm- und bis zu sehr schwierigem Buntsandsteinverwitterungsboden. Bei diesen Untersuchungen wurde unter anderem versucht, die Bodenbearbeitung und die Aussaat in der Weise miteinander zu einem Arbeitsgang zu kom-

Welt-Ernährungs-Kongreß in Washington

Vom 4. bis 18. Juni 1963 fand in Washington ein Welt-Ernährungs-Kongreß der Food and Agriculture Organization of the United Nations statt. Der Kongreß gab einen umfassenden Einblick in die Probleme der Welternährung und auch in die wesentlichen Fragen einer zielbewußten Entwicklungshilfe. Das Ergebnis ist kurz zusammengefaßt folgendes:

Die Steigerung der Weltbevölkerung bis zum Ende unseres Jahrhunderts erfolgt in einem Ausmaß, daß sich alle Fragen der menschlichen Solidarität und Entwicklungshilfe auf die Schaffung von Nahrung für weitere 3—4 Milliarden Menschen konzentrieren müssen.

Ohne Lösung des Ernährungsproblems für die hungernde Menschheit ist eine politische und soziale Katastrophe unvermeidbar. Der Reichtum der westlichen Welt kann auf die Dauer nicht neben Armut und Hunger von Milliarden von Menschen bestehen. Ausbildung und Erziehung der Menschen in den Entwicklungsländern sowie eine erhebliche Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion auf konventionelle Art und Weise oder durch Schaffung zusätzlicher Nahrungsmittelquellen ist eine Hauptaufgabe unserer Generation.

Koordinierte und verstärkte zielstrebige Entwicklungshilfe der reichen Länder in Verbindung mit eigenen Anstrengungen der Entwicklungsländer zur Lösung ihrer Probleme sind die absolute Voraussetzung zur Erreichung des Zieles: Nahrung und Wohlfahrt für alle Menschen auf der Erde.

Es scheint notwendig zu sein, dem explosiven Wachstum der Bevölkerung Einhalt zu gebieten, um auch bei erheblich gesteigerter Nahrungsmittelherzeugung der gesamten Menschheit ein auskömmliches Leben zu gewährleisten.

Der „Kampf gegen den Hunger“ zur Sicherung der menschlichen Gesellschaft ist die Herausforderung unserer Generation. Eine Generation, die im wahrsten Sinne des Wortes nach den Sternen greift, muß auch in der Lage sein, für alle Bewohner dieser Erde erträgliche Lebensbedingungen zu schaffen, soll sie ihrer geschichtlichen Aufgabe gerecht werden.

Aus diesem Blickwinkel heraus kommt der Landbautechnik im weitesten Sinn und damit der Landmaschinenindustrie eine außerordentliche Bedeutung zu. Alle Entwicklungsprogramme sollten dieser fundamentalen Tatsache Rechnung tragen.

Ein ausführlicher Bericht liegt bei der Landmaschinen- und Acker-schlepper-Vereinigung (LAV) vor. Interessenten können Exemplare bei der LAV anfordern.

with an undisturbed capillary system and a cover layer which can be warmed quickly.

The accuracy of these known demands on plant cultivation was tested and confirmed in the spring of 1962 when field trials with partly new methods and implements for ground preparation and seeding were made. It was shown that under these optimum seed bed conditions the relative emergence was four times as high as that with other cultivation methods which are often used today.

The results of the experiments which were started in 1962 and have been continued in 1963 show evidently that not only the improvement of the germination capacity contributes to a considerably better field emergence, but above all more suitable — even if perhaps unusual — cultivation methods.

Peter-Nils Evers: «Recherches et essais en vue de la préparation du sol, du semis et des travaux d'entretien appropriés à la culture de la betterave».

La mécanisation future des travaux d'entretien exige une levée dans le champ très nombreuse et uniforme des grains de betterave. C'est pourquoi il faut créer des conditions de germination optimum grâce à une préparation du sol et un semis appropriés. Pour y arriver il faut que les grains de betterave soient déposés à une profondeur d'environ 3 cm dans la couche intermédiaire entre une couche inférieure humide comportant un système capillaire intact et une couche supérieure qui s'échauffe rapidement.

L'exactitude de ces principes agronomiques connue a été examinée et confirmé au printemps 1962 par des essais au champ en utilisant des procédés et des outils de préparation du sol et de semis partiellement nouveaux. Grâce à cette préparation du lit de semence, la levée relative a été quatre fois plus élevée qu'il est le cas en préparant le sol par les méthodes couramment utilisées aujourd'hui.

binieren, daß der Boden unmittelbar vor dem Sägerät von einem breiten Gänsefußschar genau auf Saattiefe bearbeitet wird. Dabei wurde die Deckschicht schneepflugartig „aufgespalten“ und nach der Ablage der Samen auf der feuchten Grenzschicht wieder mit Zustreichern „zusammengeklappt“. Schließlich wurde die Frage der zweckmäßigsten Saateinbringung weiterverfolgt, wobei vor allem der Einfluß der Arbeitsweise verschiedener Druckrollenarten besonders interessierte. Über diese Versuche wird im nächsten Heft der „Landtechnischen Forschung“ berichtet.

Zusammenfassung

Die zukünftige Mechanisierung der Pflegearbeiten erfordert einen sehr hohen und gleichmäßigen Feldaufgang der Zuckerrüben. Hierfür müssen durch entsprechende Bodenvorbereitung und Saateinbringung optimale Keimbedingungen geschaffen werden, die dann gegeben sind, wenn die Rübensamen in einer Tiefe von etwa 3 cm sicher auf der Grenzfläche zwischen feuchtem Wurzelraum mit unzerstörtem Kapillarsystem und einer schnell erwärmbaren Deckschicht liegt.

Die Richtigkeit dieser bekannten pflanzenbaulichen Anforderungen wurde im Frühjahr 1962 in Feldversuchen mit teilweise neuartigen Verfahren und Geräten der Bodenvorbereitung und Saateinbringung geprüft und bestätigt. Dabei zeigte sich, daß der relative Keimlingsaufgang bei einer solchen optimalen Keimbettgestaltung um das Vierfache höher lag als bei anderen Bestellmethoden, die heute vielfach angewandt werden.

Die Ergebnisse der im Jahre 1962 begonnenen und 1963 weitergeführten Versuche lassen deutlich werden, daß nicht nur in der Verbesserung der Keimeigenschaften des Saatgutes, sondern vor allem auch durch zweckmäßigere — wenn auch vielleicht ungewohnte — Bestellmethoden eine erhebliche Steigerung des Feldaufganges erreicht werden kann.

Schrifttum

- [1] BRINKMANN, W.: Mechanisches Vereinzeln der Zuckerrüben. Landtechnische Forschung 5 (1961) S. 130—138
- [2] FISCHER, O., H. GRIMM und M. THIELEBEIN: Einige pflanzen- und ackerbauliche Voraussetzungen für den Feldaufgang von Zuckerrüben-Monogermisatgut. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 108 (1959) S. 114—136
- [3] LÜDECKE, H., und O. NEUB: Über den Feldaufgang der Zuckerrübe unter besonderer Berücksichtigung des künstlichen Monogermisatgutes. Zucker 14 (1961) S. 491—497 und S. 517—523
- [4] THIELEBEIN, M.: Voraussetzungen für den Feldaufgang von Rübensaatgut. Zucker 13 (1960) S. 539—545
- [5] LÜDECKE, H.: Zuckerrübenbau. 2. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg 1961
- [6] VERRÉS, G.: Grundlagen für die Verbesserung des Aufganges von Rübensaatgut durch geeignete Sä- und Pflegegeräte. Diss. Bonn 1962
- [7] NEUB, O.: Zuckerrübensaatgut — Keimbedingungen — Aussaatverfahren. Bericht über eine gemeinsame Diskusstagung des Instituts für Zuckerrübenforschung (Göttingen) und des Instituts für Pflanzenbau und Saatguterzeugung (Braunschweig-Völknerode) in Göttingen am 18. 2. 1959. Zucker 13 (1960) S. 74—78
- [8] DECOUX, M. L.: La préparation superficielle des sols en culture betteravière. Bulletin des C.E.T.A. Février 1961
- [9] LÜDECKE, H.: Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung zu Zuckerrüben. Landtechnik 16 (1961) S. 118—121
- [10] LÜDECKE, H.: Herbstarbeiten für Zuckerrüben. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 72 (1957) S. 951—953
- [11] DECOUX, M. L.: La préparation superficielle du sol dans la culture de la betterave: Choses Connues; Choses Inconnues. Académie d'Agriculture de France, Extrait du procès-verbal de la Séance du 2 Mars 1960
- [12] EVERS, P.-N.: Bodenvorbereitung und Saatbettgestaltung für Zuckerrüben. I.L.R.B. 26. Winterkongreß. Brüssel 1963
- [13] LÜDECKE, H., und A. v. MÜLLER: Kalkstickstoff-Düngungsversuche 1954—1956. Zucker 10 (1957) S. 246—249
- [14] v. BOGUSLAWSKI, E. und B. BRETSCHNEIDER-HERMANN: Feldversuche über zeitliche Verteilung und Platzierung der Düngung bei Zuckerrüben. Zucker 12 (1959) S. 527—533 und 565—569
- [15] HELLER, G.: Untersuchungen über die Saatbettgestaltung bei Zuckerrüben. Zucker 8 (1955) S. 305—312
- [16] EVERS, P.-N.: Untersuchungen zur Längsverteilung von Rübensamen in der Saatrinne bei Einzelkornsart. Landtechnische Forschung 12 (1962) S. 173—178
- [17] BARMINGTON, R. D.: Physical Factors of the Soil Affecting Beet Seedling Emergence. Proc. Am. Soc. Sug. Beet Techn. (1950) S. 228—233
- [18] FISCHER, J. H.: Experimental Presswheels. Proc. Am. Soc. Sug. Beet Techn. (1952) S. 665—666
- [19] FRENCH, G. W.: Progress Report on Sugar Beet Planter Studies in 1949 and 1950. Proc. Am. Soc. Sug. Beet Techn. (1951) S. 47—58
- [20] LÜDECKE, H. und O. NEUB: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Saattiefe und Feldaufgang bei Zuckerrübensaatgut. Zucker 15 (1962) S. 544—549

Résumé

Peter-Nils Evers: "Considerations and Experiments on an Appropriate Ground Preparation, Seeding and Hoeing in Sugar Beet Growing."

The future mechanization of hoeing operations requires a very high and uniform emergence of the sugar beet seedlings. By a suitable ground preparation and seed placing optimum germination conditions have to be provided, i.e. the beet seed has to be placed in a depth of about 3 cm on the boundary area between the moist root region

Les résultats des essais commencés en 1962 et poursuivis en 1963 permettent de constater qu'une augmentation remarquable de la levée au champ est obtenue non seulement par une amélioration des propriétés de germination des grains, mais surtout par des méthodes de préparation inhabituelles mais mieux appropriées à la culture de la betterave.

Peter-Nils Evers: «Consideraciones y ensayos para la preparación conveniente del campo, la siembra y el cuidado del terreno, en el cultivo de la remolacha azucarera.»

La mecanización de los trabajos de cultivo de la remolacha azucarera exige que el número de brotes de las semillas sea más elevado y equilibrado, siendo preciso para conseguir condiciones óptimas para la germinación, una preparación más conveniente del campo y una forma de sembrar más adecuada. Estas condiciones pueden consi-

derarse como cumplidas, cuando las semillas descansen con seguridad a aprox. 3 cm de profundidad en el límite entre el terreno húmedo, conveniente para las raíces, con sistema capilar intacto, y una cubierta capaz de calentarse rápidamente.

Por ensayos efectuados en el campo en la primavera del año de 1962, se ha comprobado y confirmado que estas condiciones, conocidas como favorables para el cultivo de plantas, son exactas, habiéndose hecho los trabajos en buena parte por nuevos procedimientos y con nuevas herramientas. Dichos ensayos han demostrado que esta forma óptima de preparar el lecho para la germinación da un número de brotes relativo cuatro veces más elevado que los métodos actualmente practicados.

Los ensayos, empezados en 1962 y seguidos en 1963, han demostrado claramente que el aumento del número de brotes en el campo no sólo depende de la mejora de las condiciones germinales de la semilla, sino que también en primer lugar de los métodos más acertados, aunque parezcan extraños, de cultivo.

Dieter Grabenhorst:

Theoretische und experimentelle Untersuchungen an Halmgut-Wurfbändern

Institut für Landmaschinen, Braunschweig

Zum Laden von langem Halmgut und anderen Erntegütern, beispielsweise Rübenblättern, werden Fuderlader mit Wurfbändern eingesetzt. Um den Einmann-Betrieb zu ermöglichen, werden von den Wurfbändern große Wurfweiten verlangt, damit der angehängte Wagen vollständig gefüllt wird. Die erreichten Wurfweiten sind jedoch bei den Wurfbändern einfacher Bauart trotz erhöhter Gurtgeschwindigkeiten hinter den Erwartungen zurückgeblieben, weil der Weg, den das Fördergut zwischen Aufgabe und Abwurf auf den relativ kurzen Wurfbändern zurücklegt, nicht ausreicht, um das Gut auf die hohen Gurtgeschwindigkeiten zu beschleunigen. Daher sind in letzter Zeit — teilweise in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landmaschinen der TH Braunschweig — von der Industrie Einrichtungen entwickelt worden, die das Gut zwangsläufig auf eine hinreichend hohe Abwurfgeschwindigkeit bringen. So wurde beispielsweise eine Andrückwalze oberhalb des Förderstromes auf dem Wurfband angebracht, oder es wurden gute Erfolge dadurch erzielt, daß das Halmgut zwischen zwei schnell umlaufenden Walzen hindurchläuft und dabei stark beschleunigt wird. Obwohl die praktische Entwicklung dieser Geräte bereits zu brauchbaren Lösungen geführt hat, wurden die 1960 begonnenen Untersuchungen weiter fortgesetzt¹⁾, um die erreichbaren Wurfweiten von Halmgut-Wurfbändern ohne Zusatzeinrichtung durch Zahlenangaben belegen zu können. Dem Konstrukteur sollen mit den gewonnenen Erkenntnissen die Möglichkeiten und Grenzen des einfachen Wurfbandes aufgezeigt werden.

Theoretische Zusammenhänge

Das zu untersuchende Wurfband, das durch eine Zuführeinrichtung beschickt wird, ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Im folgenden sollen die Gesetzmäßigkeiten für die Wurfbewegung und für das Verhalten des Fördergutes auf dem Wurfband abgeleitet werden, wobei die Einflüsse der räumlichen Ausdehnung des Fördergutes und damit auch der Einfluß des Luftwiderstandes vernachlässigt werden. Die Bedeutung der verwendeten Formelzeichen ist aus Bild 1 und aus der nachstehenden Zusammenstellung zu entnehmen.

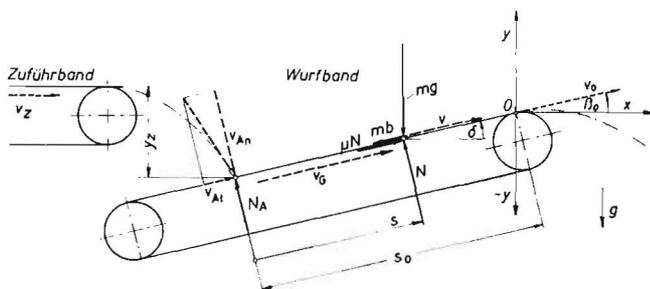


Bild 1: Bezeichnungen für die Darstellung der Wurfgesetze und für die Ableitung der Beschleunigungsverhältnisse auf dem Wurfband

- b Beschleunigung des Fördergutes auf dem Gurt
- f Feuchtigkeit des Fördergutes
- g Fallbeschleunigung
- m Masse des Fördergutes
- N Normalkraft zwischen Gurt und Fördergut
- N_A Normalkraft während der Aufgabe
- s Weg des Gutes auf dem Wurfband
- s_b notwendiger Beschleunigungsweg
- s_0 verfügbarer Beschleunigungsweg
- t Zeit
- v Geschwindigkeit des Fördergutes auf dem Wurfband
- v_{A_n} Normalgeschwindigkeit des Gutes unmittelbar vor der Aufgabe
- v_{A_t} Tangentialgeschwindigkeit des Gutes unmittelbar vor der Aufgabe
- v_G Gurtgeschwindigkeit des Wurfbandes
- v_Z Gurtgeschwindigkeit des Zuführbandes
- v_0 Ablösegeschwindigkeit des Gutes (am Anfang der Wurfbahn)
- x Wurfweite
- y Steighöhe, Fallhöhe (y negativ)
- y_z Höhenunterschied zwischen Zuführband und Aufprallpunkt auf dem Wurfband
- β_0 Neigungswinkel der Abwurf tangente (am Anfang der Wurfbahn)
- δ Neigungswinkel des Fördergutes
- ϵ Steigung der Funktion für μ
- μ Reibwert zwischen Gurt und Gut beim Gleiten

Die Wurfgesetze

Das Fördergut schlägt nach Verlassen des Wurfbandes eine Bahn ein, die durch den Geschwindigkeitsvektor im Augenblick des Ablöses vom Wurfband vorbestimmt ist. Sofern der Nullpunkt des Koordinatensystems gemäß Bild 1 mit dem Ablösepunkt übereinstimmt, lautet die Funktion der Bahnkurve [1]:

$$y = x \tan \beta_0 - x^2 / 2 v_0^2 \cos^2 \beta_0 \quad (1)$$

Diese Wurfpurven sind für verschiedene Werte des Abwurfwinkels β_0 in Bild 2 dargestellt, wobei der Betrag der Abwurfgeschwindigkeit mit $v_0 = 5$ m/s konstant gehalten wird. Mit Hilfe des Bildes oder unter Verwendung der nachstehenden Formel, die durch Umstellen der Gl. (1) entstanden ist, läßt sich die Wurfweite x für verschiedene Höhenlagen y ermitteln:

$$x = \cos \beta_0 \cdot (\sin \beta_0 \pm \sqrt{\sin^2 \beta_0 - 2gy/v_0^2}) v_0^2 / g \quad (2)$$

Das Maximum der Wurfweite x tritt bei dem Anfangswinkel β_0 ein, für den die erste Ableitung $dx/d\beta_0$ zu Null wird:

$$\sin \beta_{0_{opt}} = v_0 / \sqrt{2(v_0^2 - gy)} \quad (3)$$

¹⁾ Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt