

beeinflußt werden. Auch genügt ein Massenausgleich für die hin- und hergehenden Teile der Maschinen mit Schubkurbelantrieb nicht immer für die vollkommene Beruhigung der Maschinengestelle, da entweder durch ungleichförmig umlaufende Teile oder durch ungleichförmig An- und Abtriebsdreh-

momente Rütteln am Gestell auftritt. Mit Rücksicht auf den technischen Aufwand muß man sich oft mit einem Teilausgleich begnügen. Die verschiedenen Teilausgleiche an Schubkurbelgetrieben, insbesondere für die Verhältnisse an Seitenmäherwerken, wurden eingehend besprochen.

Schrifttum

- [1] Biezeno, C.B. und R. Grammel: Technische Dynamik. 2. Aufl. Berlin 1953. Bd. II.
- [2] Neugebauer, G.H.: Kräfte in den Triebwerken schnelllaufender Kolbenkraftmaschinen, ihr Gleichgang und Massenausgleich. Konstruktionsbücher. 2. Aufl. Berlin 1952.
- [3] Lehr, E.: Schwingungstechnik. Bd. II, Berlin 1934.
- [4] Kimmel, A.: Das Massenrückdrehmoment des Flugmotors. Luftfahrtforsch. 20 (1943) 107/15.
- [5] Lägell, O.: Der Massenausgleich beim Einzylindermotor. Z. VDI 92 (1950) 101/2.
- [6] Elfes: Design and Development of a High-Speed Mower (Entwurf und Entwicklung eines Hochgeschwindigkeits-Mähwerks). Agricult. Engng. 35 (1954) Nr. 3 S. 147/53.
- [7] Stoppel, Th.: Untersuchungen an Gabelheuwendern. RKTU-Schriften Heft 91 (5. Konstrukteurtagung). Berlin 1939. S. 103/14.
- [8] Thiel, R. und W. Bergmann: Ein Beitrag zur Haltbarkeit der Heuwendergabeln. In: Grndlgn.d.Landtechn. Heft 4. Düsseldorf 1953. S. 34/45.

Eingegangen am 6. 4. 1955

Institut für Landtechnische Grundlagenforschung
der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode
Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. Kloth

Anschrift des Verfassers: Dr.-Ing. Ernst Mewes, (20b) Braunschweig, Bundesallee 50

Technische Probleme der Wurzelfruchternte

Von Hans Sack

Die einzelnen Arbeitsgänge, die man unter dem Begriff „Ernte“ zusammenfaßt, kann man nach Trenn-, Scheide- und Sammeloperationen unterscheiden. Bei der alt hergebrachten Art der Halmschnitten schneiden wir die Halme von der Stoppel, d.h. wir „trennen“ die Halme mit Sense oder Mähbalken ab, „sammeln“ sie zu Garben, „trennen“ beim Dreschen Körner, Stroh und Spreu voneinander, „sammeln“ danach die einzelnen Komponenten unserer Ernte je nach dem Arbeitsverfahren im Körnersack, im Tankwagen, in Preßballen, im Spreusack oder auf dem Spreuboden.

Setzt man sich nun zum Ziel, einen vollmechanisierten Wurzelfruchternte, d.h. einen Sammelroder zu schaffen, und analysiert die Arbeitsgänge, die dazu notwendig sind, so sind die einzelnen Arbeitsgänge auch weiter nichts als Trenn-, Scheide- und Sammeloperationen.

Während nun bei der Getreideernte die mechanischen Mittel und Arbeitselemente für die Durchführung der einzelnen Operationen schon seit längerem bekannt sind und praktisch erprobt und weit-

gehend standardisiert worden sind, sind die mechanischen Elemente für die Wurzelfruchternte noch durchaus in der Entwicklung. Ich erinnere nur daran, daß die erste Trennoperation bei der Getreideernte fast ausschließlich mit dem Mähmesserbalken ausgeführt wird, obwohl es zahlreiche andere Möglichkeiten gibt, diesen Schneidvorgang auch mit anderen Mitteln durchzuführen.

Für die Wurzelfruchternte soll nachstehend ein Überblick über die einzelnen Trenn-, Scheide- und Sammeloperationen gegeben werden, ohne dabei auf den betriebswirtschaftlichen Einsatz und die damit zusammenhängenden Ernteverfahren einzugehen. Das technische Ziel eines Sammelroders sei lediglich, eine mietenfeste Ware zu liefern. Anschließend sollen zwei für die Hackfruchternte besonders charakteristische Arbeitsvorgänge und die dafür verwendeten Elemente beschrieben werden: das Scharproblem und das Problem der Ausscheidung der Steine aus dem Sammelgut.

Bei der Kartoffelernte unterscheidet man folgende Teilaufgaben:

1. Das Abtrennen des Erddammes mit den Kartoffeln und die verlustfreie Weiterbeförderung der Kartoffeln samt Erde und Kraut auf die Sieb- oder Reinigungselemente.
2. Das Trennen der Knollen von der Erde bzw. das Abscheiden der Erde.
3. Das Trennen der Knollen vom Kraut bzw. das Ausscheiden des Krautes.
4. Das Ausscheiden von Verunreinigungen: a) von Unkraut und dessen Wurzeln, b) von Steinen, c) von Erdkluten und d) von Mutter- und kranken Kartoffeln.
5. Das Sammeln der Knollen in Säcken, Körben oder anderen Behältern, Aufladen in Wagen oder Ablegen in einer Form, die gestattet, die Knollen mit mechanischen Mitteln wieder aufzunehmen.

Die Reihenfolge der einzelnen Arbeitsoperationen kann geändert werden; z.B. kann das Kraut vor Beginn der Ernte gerupft, zerschlagen oder chemisch vernichtet werden und die anderen Operationen können sich daran anschließen.

Bei der Zuckerrüben-ernte, bei der wir zwei Produkte ernten wollen – das Kraut und die Rüben –, beeinflußt das gewählte Arbeitsverfahren die anzuwendenden mechanischen Elemente viel stärker als bei der Kartoffel, bei der wir nur die Knollen ernten wollen. Man kann vier Arbeitsverfahren unterscheiden:

- I. Rüben erst köpfen, dann roden (*Pommritzer* Verfahren).
- II. Rüben an den Blättern fassen, lockern, ausheben, köpfen, reinigen und sammeln (*Scott-Urshel*-Maschine (USA), Sowjetische Maschine).
- III. Rüben anspießen, lockern, ausheben, köpfen, reinigen und sammeln (*Marion-Wheel*-Maschine, Kalifornien, USA).
- IV. Rüben erst köpfen, dann roden und in Schwaden legen, abtrocknen lassen, wieder aufnehmen und gleichzeitig reinigen, sammeln (Verfahren mit der Zuckerrüben-Lademaschine).

Unabhängig von der durch das Arbeitsverfahren bestimmten Reihenfolge kann man bei der Rüben-ernte folgende Systematik der Arbeitsgänge unterscheiden:

1. Das Abtrennen der Rüben vom Boden und die verlustfreie Weiterbeförderung auf das Sieb- oder Reinigungselement.
2. Das Abscheiden des Bodens und das Reinigen der Rüben.
3. Das Abschneiden des Blattes.
4. Das Sammeln von Blatt und Rüben und das Aufladen in Wagen oder Ablegen in einer Form, die die Wiederaufnahme mit mechanischen Mitteln ermöglicht.

Wenn ich mich im Rahmen dieser Abhandlung mit dem Scharproblem der Kartoffelroder zunächst befaße, dann geschieht dieses, weil das Scharproblem das Entscheidende bei der ganzen Wurzelfrüchternte ist. Ist es erst einmal gelungen, die Wurzelfrucht mit möglichst wenig Erde 15 cm über die Ackeroberfläche zu fördern, so kann man mit einer ganzen Anzahl bekannter Elemente das weitere Ernteverfahren durchführen.

Schare für Kartoffelsammelroder

In **Bild 1** sind die üblichen Spitzschare, wie sie vom Schleuderradroder her bekannt sind, dargestellt. Nach Untersuchungen von *Kühne* und *von Poncet* [1] hat das Spitzschar einen Bodenwiderstand von 40–50 kg. Der Anstellwinkel beträgt bis 8°. Macht man den Anstellwinkel steiler, so brechen die Knollen seitlich sehr leicht aus dem Kartoffeldamm aus, daher kann man die Knollen mit dem Spitzschar nicht sehr hoch fördern. Auch hinsichtlich des Winkels an der Spitze sind enge Grenzen gesetzt. Macht man das Schar zu stumpf, so hängt sich sehr leicht ein Teil Wurzeln um die Scharschneide und verhindert den weiteren Fluß des Erddammes. Macht man das Schar zu spitz, so wird das seitliche Ausbrechen der Kartoffeln gefördert. Das Spitzschar wird daher vorwiegend nur für solche Roder verwendet, die mit einem Wurfrad unmittelbar hinter dem Schar arbeiten. Auch durch eine kleine meißelförmige Nase an der Spitze werden die Nachteile nicht wesentlich gemildert. Man hat dann auch versucht, die Spitze einseitig zu legen, eine Form, die an zweireihigen Kartoffelrodern sehr häufig vorkommt.

Um das seitliche Ausbrechen der Kartoffeln zu vermeiden, ist man dazu übergegangen, die Spitzen

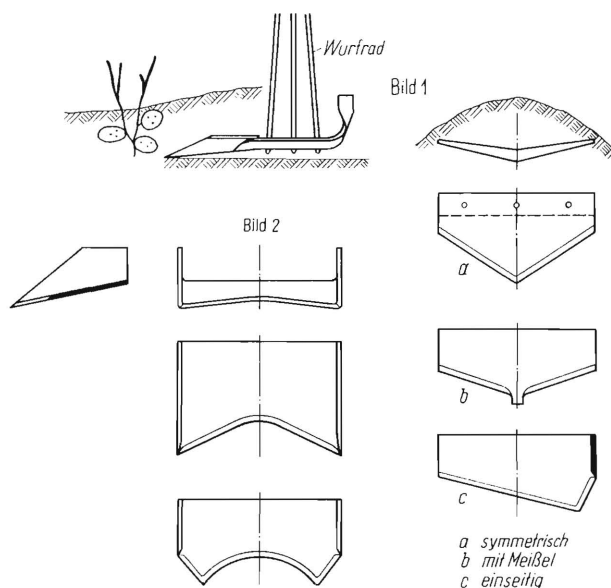


Bild 1. Spitzschare an Kartoffelrodern.

Bild 2. Spitzschare mit vorgezogenen Spitzen an Kartoffel-Sammelrodern.

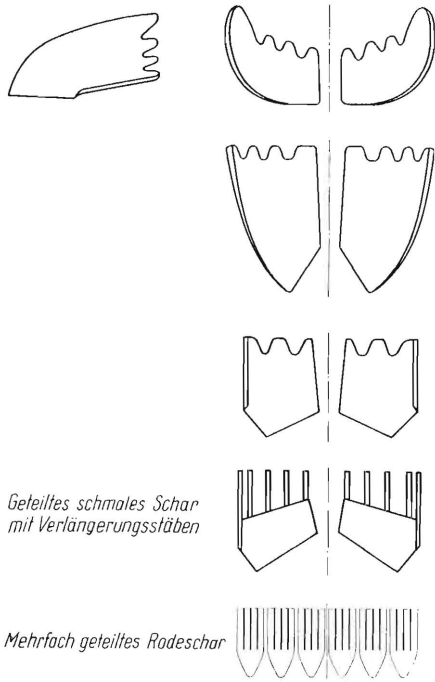


Bild 3. Geteilte Schare an Kartoffel-Sammelroden.

des Schares seitlich vorzuziehen, **Bild 2**. Diese Schare sind jedoch für die Bildung eines Wurzelbartes, der sich in der Mitte der Scharschneide in der Kehle sammelt, noch empfindlicher. Um ein laufendes Abgleiten der Wurzeln zu ermöglichen, ist man dann zu den geteilten Scharen gekommen, **Bild 3**, die in verschiedenster Form bekannt geworden sind und von denen das als *Lawaetz-Schar* bezeichnete am bekanntesten ist [2]. Die geteilten Schare werden muldenförmig geliefert oder mit flachen Böden und senkrechten Wänden. Gegenüber den Spitzscharen kann man mit den geteilten Scharen den Kartoffeldamm steiler fördern (15°) und heben, und hat nun eher die Möglichkeit, mit einem Mittel der Weiterbeförderung und Reinigung unter diesen Damm unterzugreifen. Die Scharspitzen liegen etwas innerhalb der Dammflanken. Zur Verminderung des Reibungswiderstandes auf der Scharoberfläche wird das Schar in seinem hinteren Teil gefiedert oder mit Stäben verlängert. Es sind auch mehrfach geteilte Schare [3] bekannt geworden, bei denen jedoch die Halterung der einzelnen Schar-

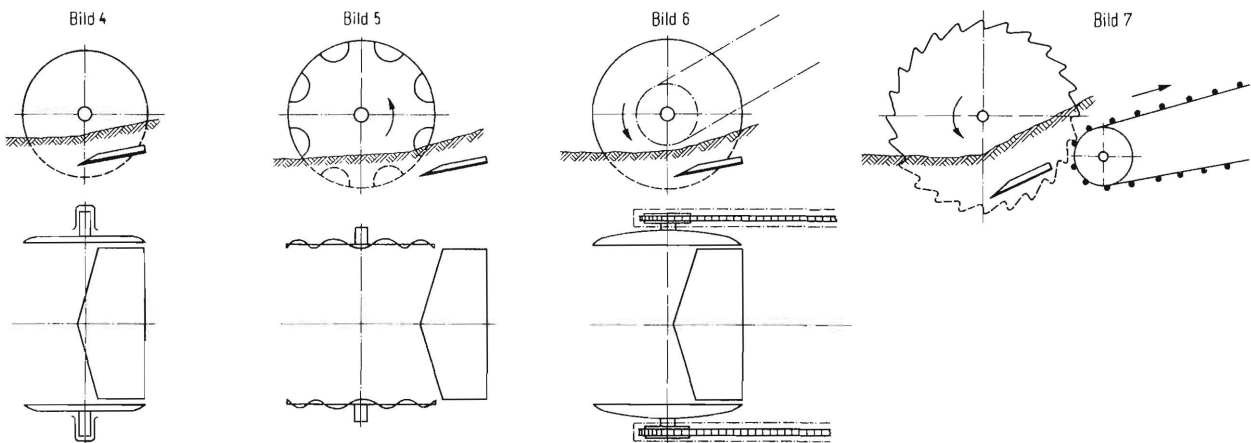


Bild 4. Glatte einseitig gelagerte Scheibenseche am Kartoffel-Rodeschar.

Bild 5. Am Rand gewellte Scheibenseche am Kartoffel-Rodeschar.

Bild 6. Angetriebene Scheibenseche am Kartoffel-Rodeschar.

Bild 7. Durch Siebkette angetriebene Scheibenseche am Kartoffel-Rodeschar.



Bild 8. Scheibenseche mit gewelltem Rand am Sammelroder.

teile eine nicht leicht zu überwindende Schwierigkeit darstellt.

Die seitlichen Flanken des Schares haben nicht nur die Aufgabe, die Knollen vor dem Ausbrechen aus dem Kartoffeldamm zu bewahren, sondern sie müssen auch den oberirdischen Bewuchs abtrennen. Um diese doppelte Aufgabe zu lösen, hat man nach **Bild 4 bis 7** seitlich Scheibenseche angebracht, die einseitig gelagert sind. Damit diese Scheibenseche sich besser mitdrehen, sind die Schneidkanten der Scheibenseche gewellt worden, **Bild 5 und 8**. Aber auch da treten Schwierigkeiten auf, da diese gewellten Ränder oftmals zähes Kraut in den



Bild 9. Angetriebene Scheibenseche am Kartoffelroder von Wota (England).

Boden stopfen, ohne es zu durchschneiden. Dieses in den Boden gestopfte Kraut bewirkt dann anschließend am Schar Schwierigkeiten. Man hat deshalb die Scheibenseche von der Zapfwelle aus angetrieben, **Bild 6 und 9**. Teilweise sind diese Schneidwerkzeuge auch mit Durchbrechungen versehen, um seitlich noch etwas Erde absieben zu können, **Bild 10**. Der Antrieb des Scheibenseches kann auch, wie bei einer Maschine in Dänemark, von der anschließenden Siebkette abgeleitet werden, **Bild 7**.

Schließlich ist man auch dazu übergegangen, das Rodeschar beweglich auszuführen, **Bild 11**. An Kartoffelrodern, die schwingende Reinigungselemente haben, kann man auch das Schar schwingend anordnen, wodurch die Dammaufnahme erheblich verbessert wird.

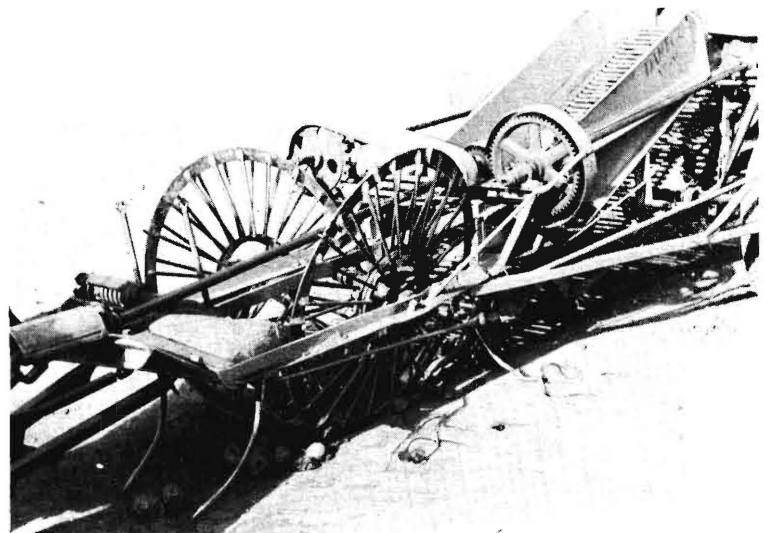


Bild 10. Leiträder mit Schneidwirkung am Kartoffelroder.

Bild 11. Zusätzlich bewegtes Kartoffelrodeschar.

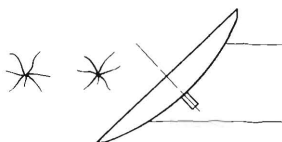
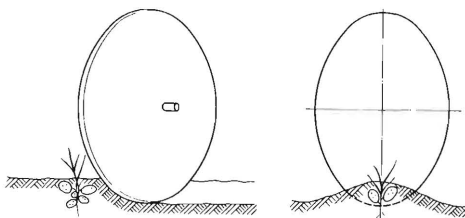
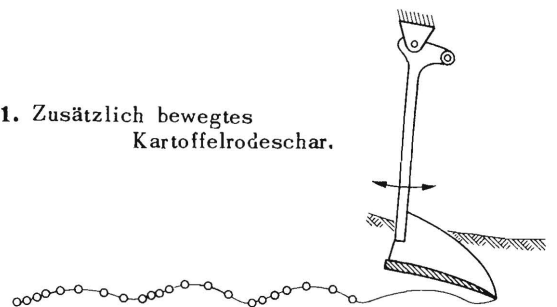


Bild 12. Scheiben-Rodeschar für Kartoffeln.

Bild 12 zeigt ein drehbares Scheibenrodeschar. Weil durch Scheibenschar der Erddamm bei der Übergabe auf das Siebelement gewendet wird, muß das Siebelement möglichst gegen organische Masse unempfindlich sein. Das Scheibenschar wird daher vorwiegend für die Zusammenarbeit mit einem horizontalen Siebrad empfohlen.

Rodekörper für Rüben

Für die Rübenerteerte kann man zwei Gruppen von Scharen unterscheiden: solche mit zwei Stielen, wie sie in Bild 13 bis 16 zusammengestellt sind, und solche mit einem Stiel in Bild 17 bis 21.

Während beim *Pommritzer* Verfahren die Meißelschare die Rübe seitlich unterfahren und dann losbrechen, **Bild 13**, geht *Visser* (Holland) zu einem anderen Arbeitsprinzip über, und zwar verwendet er zwei Rodekörper, **Bild 14**, die in ihrer Form einem in der Mitte geteilten Plätteisen, bei dem man die linke Hälfte nach rechts und die rechte Hälfte nach links gesetzt hat, entsprechen. Dadurch werden die Rüben aus schmierigem Boden nach oben herausgepreßt. Ein Nachteil dieser Schare liegt darin, daß sie auf hartem Boden nicht genügend eingreifen. Von den *Visser'schen* Scharen abweichend ist eine in England viel verwendete Form des Schares bekannt, bei der von dem halben Plätteisen gewissermaßen nur die Oberfläche in Form eines Stahlbleches hergestellt wird, **Bild 15**. Diese oftmals des Reibungswiderstandes halber aus gehärtetem dreilagigem Panzerstahl hergestellten Schare dringen in harten Boden besser ein.

Weiterhin ist in Holland von *Maring* ein Schar entwickelt worden, bei dem die Spitze nach oben gezogen ist, **Bild 16**. Das Schar muß unter erheblicher Belastung von oben in den Boden einschneiden. Es hat den Vorteil, daß es sich selbsttätig in der Reihe entlangsteuert. Soweit die Schare, die an zwei Stielen sitzen.

Die ursprüngliche Form des einstielligen Schares war die sogenannte *Haarnadelform*, **Bild 17**, die jedoch den Nachteil hat, daß sich kleine Rüben in dem hinteren Teil der Schlaufe festkeilen, und daß auf schmierigen Böden die von den Rüben abgerissenen Seitenwurzeln dieses Schar zukleben. Man ist dann dazu übergegangen, das Schar in *Lyraform* mit einer Erweiterung nach hinten auszubilden dergestalt, daß eingekeilte Teile sich nach hinten wieder freiarbeiten können, **Bild 18**. Diese *Lyra-Schare* werden auch mit einem nach unten abgewinkelten Verbindungsbügel geliefert, **Bild 19**.

Erhardt hat früher bei *Siedersleben* ein „Stiefelknecht“-schar, nach **Bild 20**, entwickelt, das ähnlich wie das *Lyra*schar arbeitete. Von *Böhme & Bornschein* stammt eine Scharform, bei der zwei windschief verlaufende Stäbe die Rüben nicht nur heben, sondern auch nach der Seite ablegen, **Bild 21**. *Klausing* hat diese Scharform erfolgreich mit meißelförmigen Schneiden versehen. Ähnlich wie die *Kartoffelrodeschare* sind auch bewegliche Rübenerteerschare gestaltet worden. **Bild 22** zeigt ein aus zwei gegeneinander laufenden Scheiben bestehendes Rübenschar, wie es neuerdings in England wieder aufgefunden ist.

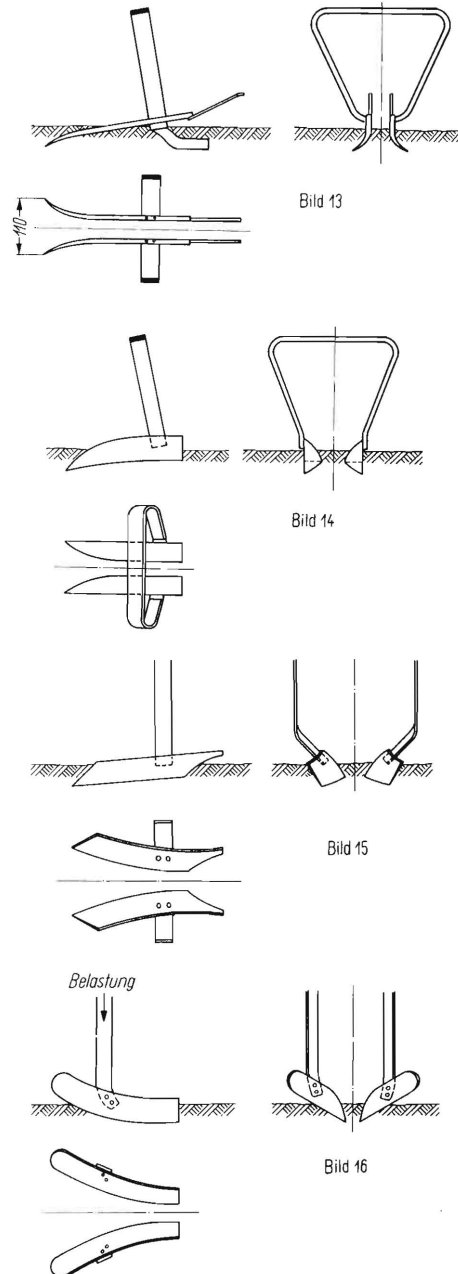


Bild 13 bis 16. Rübenrodekörper mit zwei Stielen.
Bild 13. *Pommritzer* Rodekörper.
Bild 14. *Visser's* (Plätteisen-) Rodekörper.
Bild 15. In England viel verwendeter Rodekörper.
Bild 16. *Maring's* Rodekörper (Holland).

Da bei der gerodeten Zuckerrübe infolge ihrer kegelförmigen Form der Schwerpunkt sehr hoch liegt, kippt die Rübe leicht seitlich vom Schar ab, ehe sie auf das anschließende Reinigungselement weiterbefördert wird. Um diese Verluste zu vermeiden, hat man am Schar Zusatzeinrichtungen angebracht, z.B. bei *Lanz* sogenannte *Leiträder*, **Bild 23**. *Hilleshoeg* (Schweden) hat über dem Schar einen Elevator nach **Bild 24** laufen, welcher die Rüben über das anschließende Kettensieb mit Sicherheit befördert. *Stoll* nimmt zur Lösung einer ähnlichen Aufgabe neben einem Schar nach Bauart *Böhme & Bornschein* ein horizontales Leitrad nach **Bild 25**

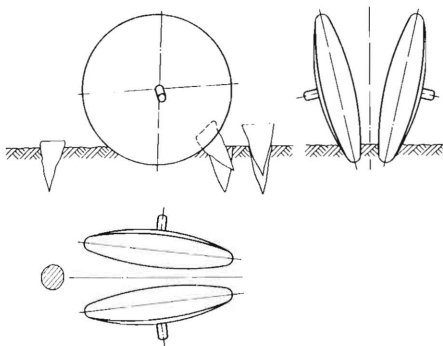
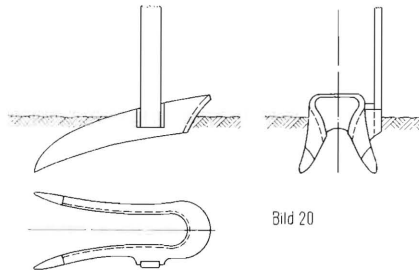
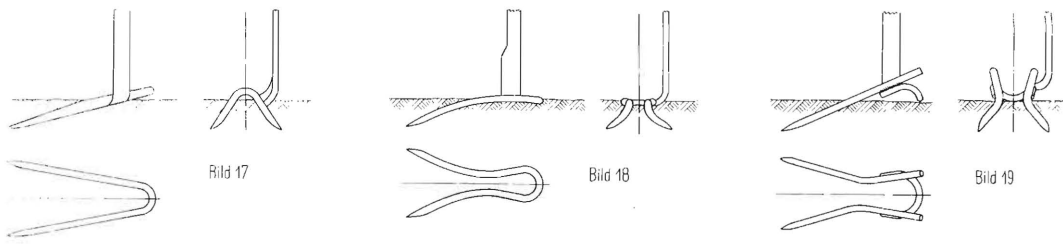


Bild 17 bis 21. Rübenrodekörper mit einem Stiel.
Bild 17. „Haarnadel“-Rodekörper.
Bild 18. „Lyra“-Rodekörper.
Bild 19. „Lyra“-Rodekörper mit Verbindungsbügel.
Bild 20. „Stiefelknecht“-Rodekörper.
(Erhardt-Siedersleben)
Bild 21. Rodekörper von Böhme und Bornschein.

Bild 22. Doppelscheiben-Rodekörper von Minn (England) zum Roden von Rüben.

zur Zuführung der Rüben in die anschließende Siebtrommel. Beim Rübenmeister von *Kleine*, **Bild 26**, hat ein senkrecht stehendes Leitrad die Rübe dem Schleuderrad zugeführt. Genau wie bei der Kartoffelernte muß auch bei der Rübenerte die Form des gewählten Schares abgestimmt werden auf das dem Schar sich anschließende Sieb- oder Reinigungselement.

Trennen der Kartoffel von Steinen und Kluten

Eine andere für die Wurzelfrüchtereunte besonders wichtige und charakteristische Aufgabe besteht darin, die Kartoffeln von den Steinen oder Erdkluten zu scheiden. Dabei ist die Frage des Ausscheidens von Erdkluten in Knollengröße beinahe noch wichtiger, aber auch schwieriger als das Ausscheiden von Steinen.

Auf Böden mit durchschnittlichem Besatz von Steinen kommt auf etwa 8 geerntete Knollen ein

Bild 23 bis 26. Leitelemente am Rübensammelroder.
Bild 23. Leitrad von *Lanz*.
Bild 24. Deckelevator von *Hilleshoeg* (Schweden).
Bild 25. Horizontales Leitrad von *Stoll*.
Bild 26. Vertikalstehendes Leitrad von *Kleine*.

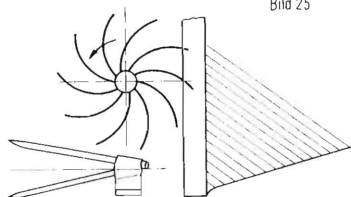
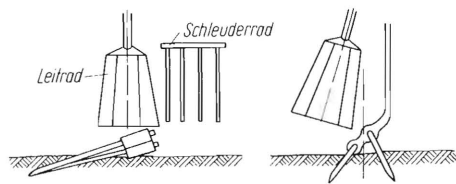
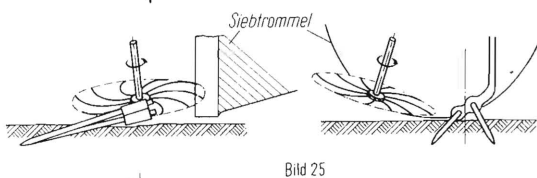
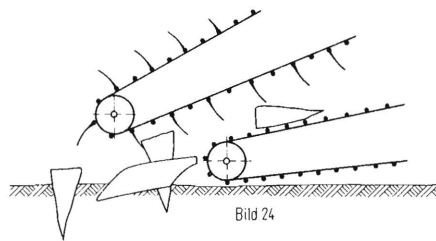
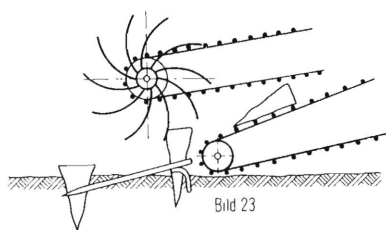


Bild 26

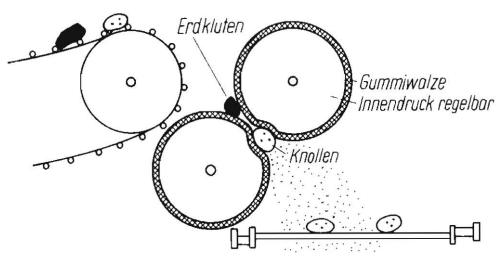


Bild 27. Unter innerem Luftdruck stehende Gummwalzen zum Zerdrücken der Erdkluten (UdSSR).

Stein in Kartoffelgröße. Auf sehr steinreichen Böden kommen auf etwa 3 Knollen 1 Stein. Auf weniger siebfähigen Lehmböden hingegen ändert sich das Verhältnis so, daß manchmal auf 1 Knolle 3 Erdkluten kommen. Dieses tritt besonders dort ein, wo sich der Kartoffelanbau auf die schwereren Böden in den letzten Jahren ausgedehnt hat. Man ist dazu übergegangen, den Damm vor der Aufnahme durch das Schar mit einer Walze, die der Form einer Zwirnsrolle entspricht, abzuwalzen, um die Bildung von Kluten überhaupt zu vermeiden. Manche an und für sich gut siebfähige Böden haben nämlich den Nachteil, daß sich an der Oberfläche des Damms eine Kruste bildet, die bei der Ernte in Kluten von Knollengröße zerfällt. Auf solchen Böden mit Krustenbildung ist die Anordnung einer Klutenwalze wirksam. Dagegen wird die Zahl der anfallenden Kluten durch oberflächliches Abwalzen nicht vermindert, wenn der gesamte Dammquerschnitt verfestigt und nicht mehr siebfähig ist. In Russland ist man auf den dortigen Schwarzerdeböden dazu übergegangen, das mit einer Vollerntemaschine geerntete Gut zwischen zwei Gummwalzen durchlaufen zu lassen. Die Gummwalzen können innen mit Preßluft von verschiedenem Druck aufgepumpt werden. Die Preßluft soll so eingestellt werden, daß die Walzen gerade noch in der Lage sind, die Erdkluten zu zerdrücken, ohne die Knollen zu beschädigen. In **Bild 27** ist dieses im Schema dargestellt. Allerdings kommt es auch

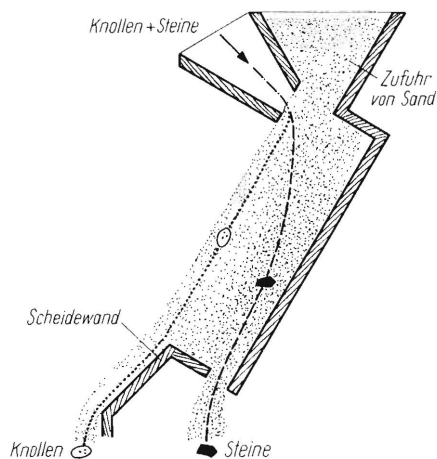


Bild 28. Trennen von Knollen und Steinen nach dem spezifischen Gewicht. Trockenes Verfahren nach NIAE.

manchmal vor, daß die Kluten so hart sind, daß die Knollen beim Durchgang durch die Walzen auch mit beschädigt werden.

Welche unterschiedlichen Eigenschaften von Knollen und Steinen kann man nun benutzen, um eine mechanische Trennung dieser beiden Komponenten zu erreichen?

I. Trennung nach dem spezifischen Gewicht.

- a) Durch Einbringung in eine Flüssigkeit; mehrfach erprobt. Zuletzt durch die *Shotbold*-Maschine von *Catchpool* in England. Das Verfahren ist aber für die Einführung in die Praxis zu umständlich.
- b) Durch Einbringung in ein festes Medium z.B. Sand. Dieses Verfahren nach einem Vorschlag des englischen *NIAE*¹⁾ ist in **Bild 28** dargestellt und im Labor erprobt worden. Man hatte dabei daran gedacht, einen Teil der abgieselten Erde für einen derartigen Trennvorgang ausnutzen zu können.

II. Trennung nach dem unterschiedlichen Gewicht von Knollen und Steinen durch Siebe mit nachgebenden Stäben, Gummibändern usw.

III. Trennung nach dem unterschiedlichen Luftwiderstand.

IV. Trennung nach dem unterschiedlichen Rückprall von einer elastischen Wand.

V. Trennung nach der unterschiedlichen Härte (Aufspießen auf Nadeln).

VI. Trennung nach dem unterschiedlichen Reibungswiderstand.

VII. Trennung nach der Form durch unterschiedliches Rollvermögen der Knollen und Steine.

VIII. Trennung durch bewegte Besenwalzen, Franzenbänder usw.

In den meisten der praktisch durchgeführten Verfahren wird nun nicht, wie in dieser Zusammenstellung aufgeführt, nur eine dieser charakteristischen Eigenschaften zur Durchführung des Trennvorganges benutzt, sondern meistens deren mehrere gleichzeitig, z.B. unterschiedliches Gewicht mit unterschiedlichem Rollvermögen und Reibungswiderstand. Nachstehend sind einige praktische Anwendungen dieser Trennungsprinzipien dargestellt. **Bild 29** und **30** zeigen die in England bei *NIAE* untersuchten Verfahren, den Luftwiderstand auszunutzen. Fallen die Knollen und Steine durch einen quer gerichteten Windstrom, so werden höchstens 16% der Steine ausgeschieden. Etwas besser arbeitet schon das Verfahren bei dem auf einem Transportband die Knollen und Steine in einer Reihe hintereinander quer vor einer Winddüse vor-

1) *National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe.*

Bild 28 bis 30, 32 bis 37 und 42 bis 45 aus *J.C. Hawkins: Separation of Stones from Potatoes. Agr. Engng. Record Bd.2 (Winter 1947/8) Nr.2*

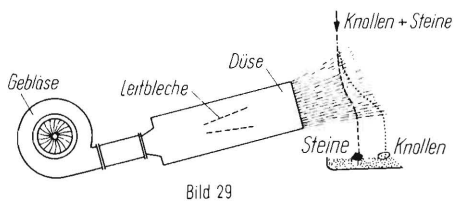


Bild 29

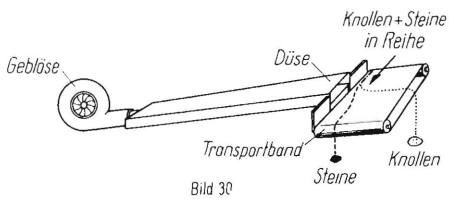


Bild 30

Bild 29 und 30. Trennen von Kartoffeln und Steinen im Wind nach NIAE.

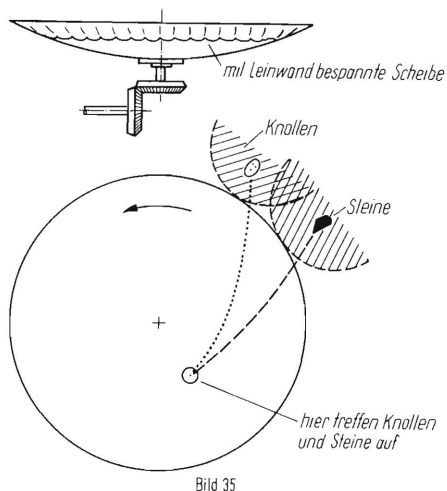


Bild 35

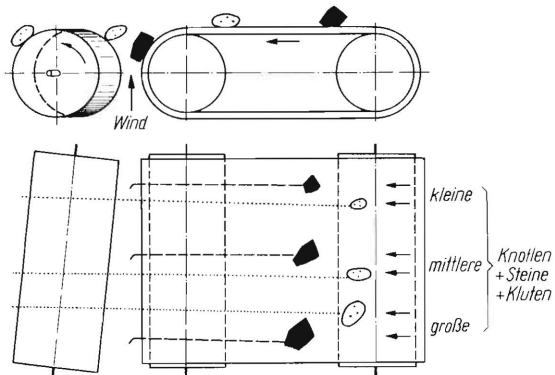


Bild 31. Trennen der Knollen und Steine im Wind nach dem Verfahren von Mohwinkel.

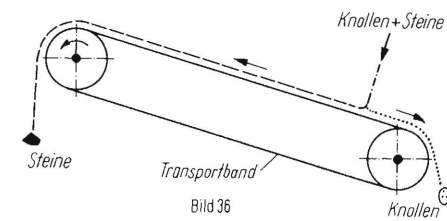


Bild 36

Bild 35 und 36. Trennen von Knollen und Steinen mittels unterschiedlicher Reibung.

lichen Staubbildung rechnen, wodurch die Bedienungslente der Maschine belästigt werden. *Mohwinkel* (Ebstand) hat die Ausnutzung des Windes zur Trennung von Steinen und Knollen verbessert, indem er das Gemisch vorher nach großen, mittleren und kleinen Knollen und Fremdkörpern nach der Größe sortiert hat und dann über einen entsprechend großen Spalt laufen ließ, **Bild 31**.

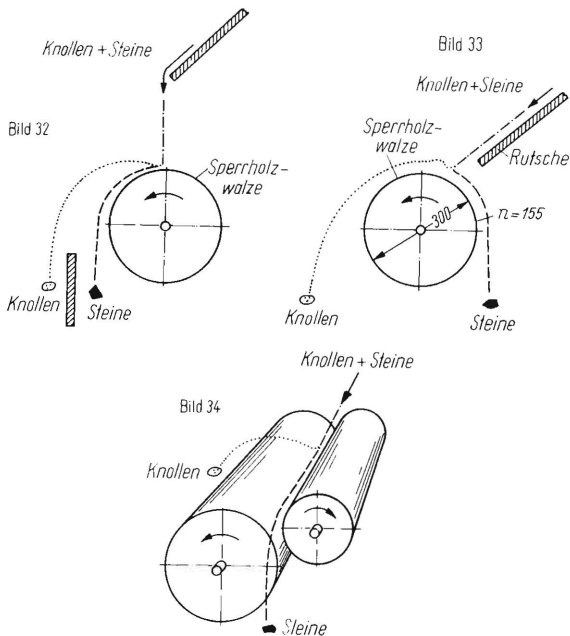


Bild 32 bis 34. Trennen der Kartoffeln und Steine durch Rückprall.

beigeführt werden; aber auch hier ist die Trennschärfe noch unbefriedigend. Wenn man die Maschine so eingestellt hat, daß praktisch keine Steine in den Kartoffeln sind, dann sind 50% Kartoffeln in den Steinen. Außerdem muß man mit einer erheb-

Der unterschiedliche Rückprall wird ausgenutzt in Vorrichtungen, die in **Bild 32 bis 34** dargestellt sind. Dabei wurden teilweise 78% der Kartoffeln und 82% der Steine selbsttätig richtig getrennt. Aber auch bei diesem Verfahren spielen Rollvermögen und Reibungswiderstand zusammen bereits eine Rolle. In **Bild 35 und 36** sind Vorrichtungen gekennzeichnet, um den unterschiedlichen Reibungswiderstand auf verschiedener Unterlage als Charakteristikum für die Trennung auszunutzen.

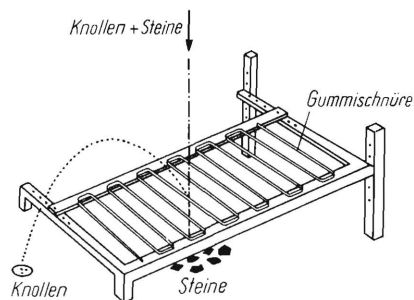


Bild 37. Trennen von Kartoffeln und Steinen durch elastische Gummischnüre.

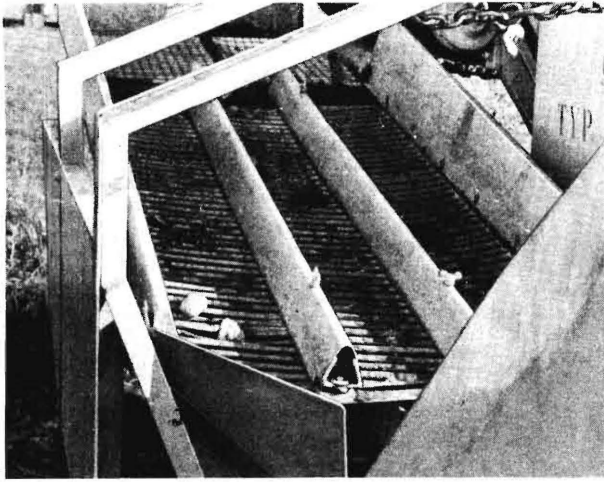


Bild 38. Schüttelsieb aus Gummibändern von *Overums* (Schweden).

In **Bild 37** ist ein Sieb mit elastischen Gummischnüren dargestellt, das die schweren Steine durchlassen und die leichteren Knollen nach der Seite befördern soll. **Bild 38** zeigt die praktische Anwendung eines Siebes an der Vollerntemaschine von *Overums* in Schweden. Die Spannung der Gummischnüre kann am Rahmen verändert werden. Man hat versucht, entweder ein Gemisch von Knollen und Steinen von oben drauf fallen zu lassen, wobei die Gummischnüre die Knollen reflektieren sollten, oder man hat den Gemischstrom über den als Schüttelsieb ausgebildeten Gummischnürrahmen laufen lassen.

Bei den Schüttelsieben mit Gummischnürbespannung besteht nun die Gefahr, daß eine benachbarte Kartoffel mit einem Stein durchfällt. Um diese Trennschärfe auszuschalten, hat man drei Gummischnürsiebe untereinander angeordnet, **Bild 39**.

Bild 40 und 41 zeigen ein anderes Prinzip, das mit elastischen Fingern arbeitet; die Trennwirkung

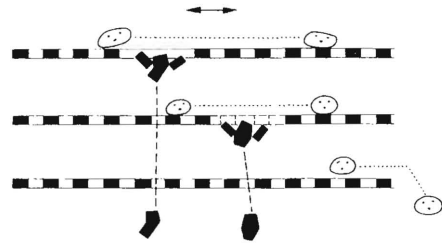


Bild 39. Dreifaches Schwingsieb mit gespannten Gummibändern zur Erhöhung der Trennschärfe.

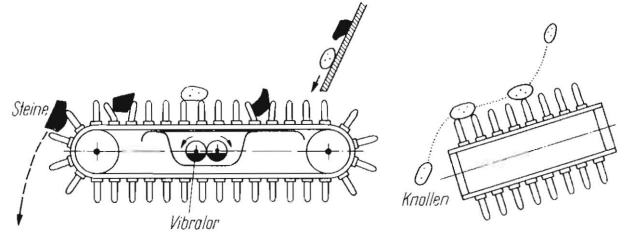


Bild 40. Gummifingerband zum Trennen von Knollen und Steinen nach *Packman* (England).

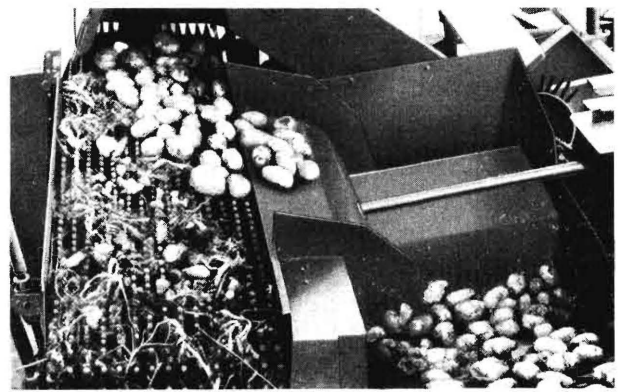


Bild 41. Das Gummifingerband nach *Packman* (England) bei der Arbeit.

dieses Gummifingerbandes wird noch dadurch unterstützt, daß das Band von unten durch einen Vibrator erschüttert wird.

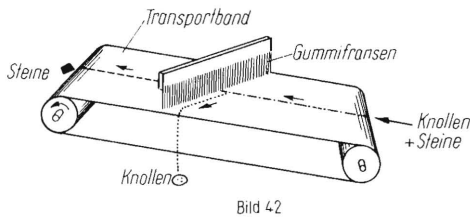


Bild 42

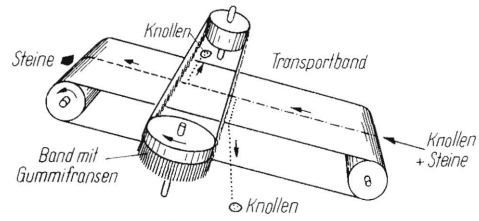


Bild 43

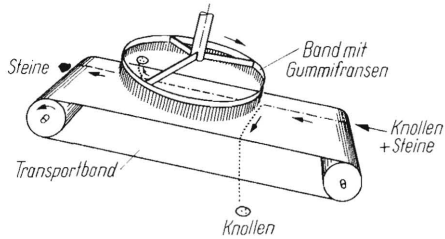


Bild 44

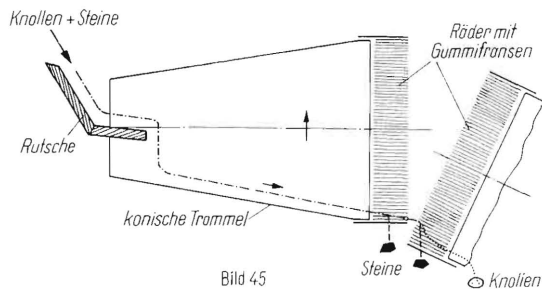


Bild 45

Bild 42 bis 45. Trennen der Kartoffeln und Steine mittels nachgiebiger Gummifransen.

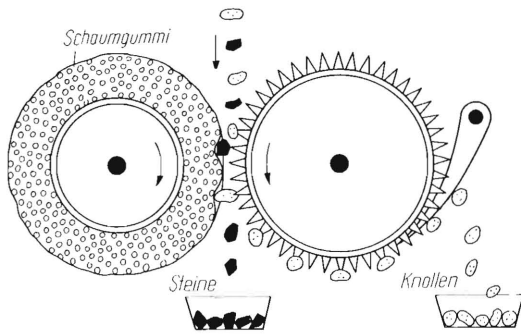


Bild 46. Trennen nach der unterschiedlichen Härte von Kartoffeln und Steinen durch Aufspießen.

Bild 42 bis 45 zeigen Verfahren mit nachgiebigen Fransenbändern (die Fransen sind etwa 7,5 bis 10 cm lang) zur Trennung von Steinen und Kartoffeln. Am besten hat das Verfahren gearbeitet, bei dem in einer langsam sich drehenden konischen Trommel Steine und Knollen genau in einer Reihe hintereinander gelegt werden und dann über rotierende Räder mit Gummifransen geleitet werden.

In **Bild 46** ist ein Verfahren dargestellt, bei dem Steine und Knollen nach der unterschiedlichen Härte, d.h. durch Aufspießen auf Nadeln getrennt werden. Das Verfahren arbeitet gut, man muß aber die Verletzungen durch das Aufspießen der Knollen

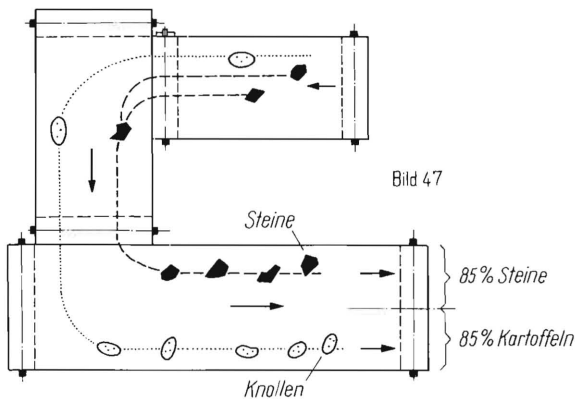


Bild 47

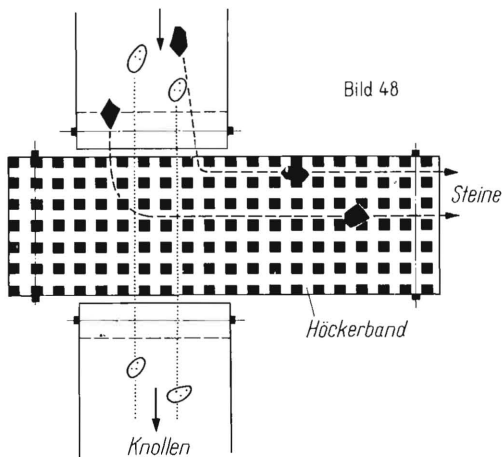


Bild 48

Bild 47 und 48. Trennen der Knollen und Steine mittels des unterschiedlichen Rollvermögens.

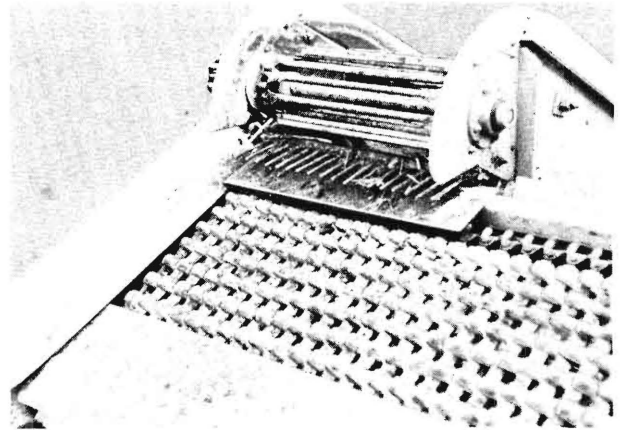


Bild 49. Höckerband von *Whitsed* (England).

mit in Kauf nehmen; es eignet sich also nur für Futter- und Fabrikkartoffeln.

Durch unterschiedliches Rollvermögen lassen sich Steine und Kartoffeln gut trennen, wenn die Kartoffeln möglichst runde Formen haben und die Steine möglichst kantig sind, z.B. Feuersteine. Ungünstig ist dieses Trenncharakteristikum dann, wenn die Knollen eine unregelmäßige Formbesitz, z.B. Kindbildung aufweisen und die Steine aus rund gewaschenem Flußkies stammen. In **Bild 47** ist eine Trennung durch Umlenkung des Gemischstromes auf breiten Bändern dargestellt. Infolge ihres geringeren Rollvermögens werden die Steine in einer engeren Krümmung umgelenkt wie die Knollen; auf dem anschließenden Band lassen sich die mechanisch nicht getrennten Gemischteile von Hand nachsortieren, gleichzeitig lassen sich Mutter- und kranke Kartoffeln auslesen, was für die Gewinnung einer mietenfesten Ware von Wichtigkeit ist.

Whitsed (England) nutzt auch das unterschiedliche Rollvermögen zum Ausscheiden von Steinen aus, indem er das Gemisch von Steinen und Knol-

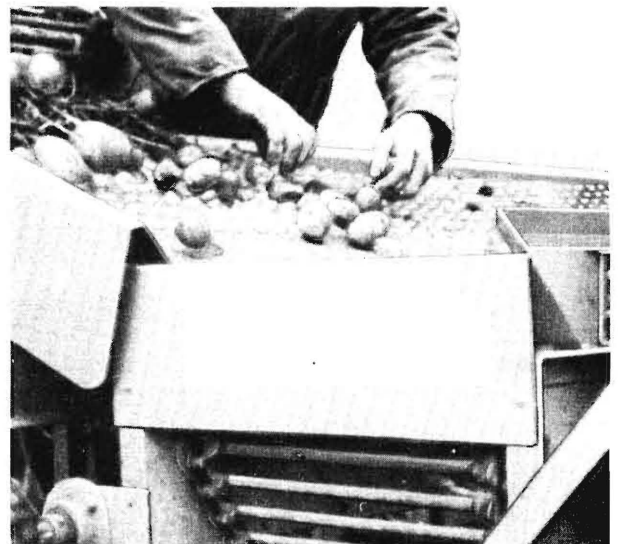


Bild 50. Das Höckerband in Arbeit.

len über ein quer zur Fahrtrichtung laufendes Höckerband gehen läßt, wie es in **Bild 48** im Schema und in **Bild 49 und 50** in der praktischen Arbeit dargestellt ist. Das Höckerband setzt sich aus einzelnen Gliedern, die mit Höckern aus Gummi oder Leichtmetall versehen sind, zusammen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß heute bereits eine Anzahl praktisch erprobter Verfahren für das Ausscheiden von Steinen und Knollen vorhanden sind, so daß dieses Problem kein ernsthaftes Hindernis mehr für die praktische Verwirklichung der mechanisierten Kartoffelernte darstellt.

Schrifttum

- [1] *Kühpe, Georg und Wolfgang von Poncet*: Probleme der maschinellen Kartoffelernte. Techn.i.d.Landw. 21 (1940) 54/56. Techn.i.d.Landw. 22 (1941) 121/123.
- [2] *Zödler, Hans und Th. Ungerathen*: Das geteilte Rodeschar. Techn.i.d.Landw. 25 (1944) 72/74.
- [3] *Hintz, R.*: Kartoffelerntemaschine Seest. Techn. i. d. Landw. 12 (1931) 87/89.

Eingegangen am 31. 3. 1955.

Anschrift des Verfassers: Dr.-Ing. Hans Sack, Hannover, Albert-Niemann-Str. 6