

Zur Frage des Sammelrodens von Kartoffeln bei hohem Beimengungsanteil

Von K. Baganz, Potsdam-Bornim

Bei der Sammelernte von Kartoffeln ist die Abscheidung der mit den Kartoffeln aufgenommenen Beimengungen ohne großen Handarbeitsaufwand das bestimmende Problem des Verfahrens.

Während uns heute zur Entfernung auch großer Bewuchsmengen bereits geeignete technische Mittel zur Verfügung stehen, stößt die Sammelernte immer noch dort auf Schwierigkeiten, wo ein hoher Anfall der beiden anderen Hauptbeimengungsarten — Steine und Erdkluten — auftritt. Daher konzentriert sich die landtechnische Forschung mit zunehmender Vervollkommenheit des Sammelrodens besonders auf die Auswahl und Verbesserung geeigneter Trenneinrichtungen für diese beiden Beimengungsarten.

Daneben bieten aber auch Variationen des Erntevorganges die Möglichkeit, Bedingungen zu schaffen, die eine bessere Anwendung oder geringere Belastung der bekannten Trennelemente erhoffen lassen. Es werden nachstehend auf Grund des derzeitigen Entwicklungsstandes die Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Verfahren erörtert.

nimmt und den weiteren Elementen zuführt, und das Schwadrodern, bei dem die Aufnahmewerkzeuge des Sammelrodens ein durch einen vorlaufenden Schwadenleger gebildetes Schwad aus Beimengungen und Kartoffeln aufnehmen.

Die Abtrennung der Beimengungen kann sowohl auf der Rodemaschine als auch stationär erfolgen. Bei stationärer Abtrennung sind etwaige Trenneinrichtungen für Beimengungen auf dem Sammelroder so eingestellt, daß sie keine Kartoffelverluste verursachen, denn auf dem Sammelroder befinden sich keine Verlesepersonen. Die vollständige Trennung des Rodegutes von den Beimengungen erfolgt danach an der stationären Aufbereitungsanlage. Dagegen besteht bei Trennung der Beimengungen auf dem Roder mit zusätzlichen Verlesepersonen die Möglichkeit, die Trenneinrichtungen auf dieser Maschine auf größte Handgriffersparnis einzustellen.

Die Bezeichnung des Verfahrens soll im folgenden aus den Bezeichnungen nach Rodeart und Ort der Trennung gebildet werden, so daß z. B. das bisher übliche Sammelroden im folgen-

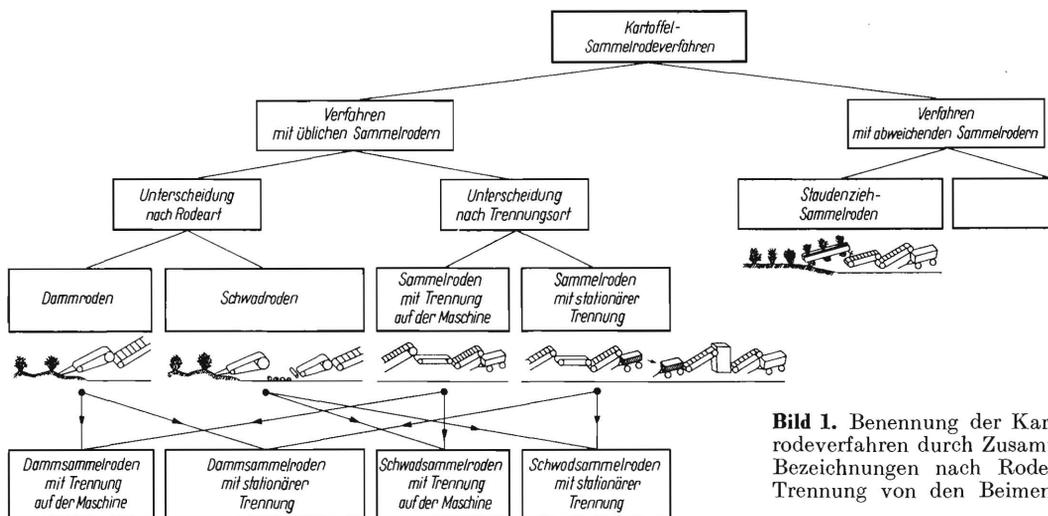


Bild 1. Benennung der Kartoffelsammelroderverfahren durch Zusammenfügen der Bezeichnungen nach Rodeart, Ort der Trennung von den Beimengungen u. ä.

Neben den vielen, teils landschaftsgebundenen Verfahren, die im Kartoffelbau bei der Bodenvorbereitung, Bestellung und Pflege üblich sind, werden in den letzten Jahren öfter auch Ernteverfahren erwähnt, bei denen in der Bezeichnung die Ziffer 2 auftaucht, wie beispielsweise „Zweistufen“- , „zweiteilige“ und „Zweiphasen“-Ernte [1; 2; 10]. Zur Unterscheidung der einzelnen Ernteverfahren ist aber eine Benennung nach charakteristischen Merkmalen der Verfahren, wie Rodeart und Ort, an dem die Abtrennung der Beimengungen erfolgt, günstiger, wobei die Verwendung heute üblicher Sammelroder zur Hauptgruppen-Kennzeichnung dient, **Bild 1.**

An Rodearten haben sich eingeführt das Dammroden, bei dem das Rodeschar des Sammelrodens den Kartoffeldamm direkt auf-

den als „Dammsammelroden mit Trennung auf der Maschine“ bezeichnet wird.

Von den bisherigen Standardkonstruktionen der Sammelroder weicht ein Verfahren ab, bei dem die Kartoffeln am Kraut gefaßt und die Stauden hierdurch aus dem Damm gezogen werden. Nach dem Rodevorgang werden die Kartoffeln dann vom Kraut getrennt. Dieses Verfahren soll im folgenden als „Staudenzieh-Sammelroden“ bezeichnet werden.

Wegen der unterschiedlichen Beschaffenheit der beiden Beimengungsarten Steine und Erdkluten ist es zweckmäßig, die erwähnten Verfahren bezüglich ihrer Eignung für jede dieser Beimengungsarten einzeln zu untersuchen.

Verfahrensvarianten nach der Rodeart

Unter den Verfahren, bei denen die üblichen Sammelroder benutzt werden, sollen zuerst die Varianten der Rodeart betrachtet werden. Es ist offensichtlich, daß der häufig erwähnte Vorteil

Dr. Klaus Baganz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Landtechnik Potsdam-Bornim (Direktor: Prof. Dr. S. Rosegger) der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

des Schwadsammelrodens, nämlich die Verminderung der Beimengungen durch Zwischenlagerung im Schwad und die nochmalige Aufnahme, nur bei klutenreichen Einsatzbedingungen und nicht bei Steinanfall wirksam werden kann [4]. Der andere Vorteil der geringen Empfindlichkeit der Kartoffeln für Beschädigungen nach Lagerung im Schwad ist dagegen von der Art der Beimengungen unabhängig, kann aber auf steinigem Böden durch die längeren Förderwege mit den Steinen durch zusätzliche Stoßbeschädigung überdeckt werden.

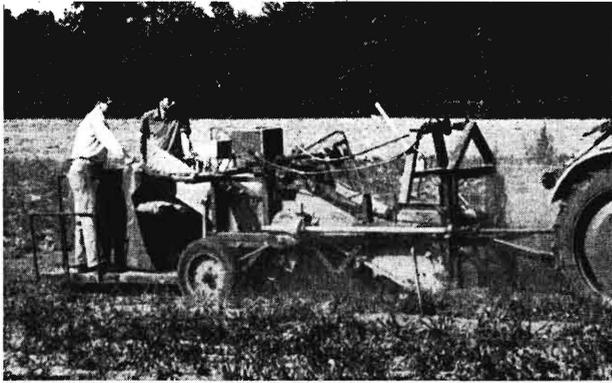


Bild 2. Zapfwellengetriebener Verleseroder zur Damm- und Schwadaufnahme mit den Meßgeräten.

Als Beispiel für die Probleme des Schwadrodens auf klutenreichem Boden soll auf einen unserer Versuche eingegangen werden, den *Schlesinger* in einem Bestand der Sorte „Sieglinde“ auf tonigem Lehm mit 19% Feuchtigkeit bei trockenem, warmem Wetter durchgeführt hat. Als Versuchsmaschine diente ein einfacher holländischer Verleseroder, der mit einer angetriebenen, quadratischen Welle [1] von 25 mm \square das Schwad aufnahm, **Bild 2**. Der gleiche Roder wurde mit flach gestelltem Verleseband als Vorratsroder zum Schwadlegen eingesetzt. Bei den Versuchen

ergab sich eine Abnahme der beschädigten Kartoffeln mit der Lagerzeit im Schwad, **Bild 3**. Nach 48 Stunden ist der Anteil der beschädigten Kartoffeln von 75% auf 67% zurückgegangen. Bei allen Versuchsreihen ist aber der plötzliche Anstieg der Beschädigungsempfindlichkeit nach einer Lagerzeit im Schwad von 6 Stunden charakteristisch.

Diese Ergebnisse stimmen gut mit den von *Lampe* ermittelten Einbruchbelastungen eines Prüfstiftes in die Kartoffeln für Feldversuche bei hohem Sättigungsdefizit der Luft überein [7]. Es erscheint daher durchaus lohnenswert, das Beschädigungsverhalten der Kartoffeln in dem Zeitraum von 3 bis 9 Stunden nach der Rodung noch genauer zu untersuchen, da es auch für andere Arbeitsgänge, wie z. B. für die Sortierung, Bedeutung haben kann.

Die festgestellte Verminderung der prozentualen Beschädigungen genügte jedoch bei keiner Versuchsreihe, um die Erhöhung der Beschädigungen durch den zweimaligen Durchlauf durch eine Erntemaschine zu kompensieren. Der Anteil der beschädigten Kartoffeln betrug auch bei 48 Stunden Lagerzeit und hohem Sättigungsdefizit der Luft 68% gegenüber nur 64% beim direkten Sammelroden unter gleichen Bedingungen.

Bei allen Versuchen war der Anteil der Erde im Rodegut beim Schwadsammelroden wesentlich geringer als beim Dammsammelroden, womit sich auch der höhere Beschädigungsanteil beim Schwadsammelroden mit erklären läßt. Der Anteil der Kluten war bei unmittelbarer Aufnahme nach dem Roden gering, stieg aber dann bei der warmen, trockenen Witterung stark an und erreichte auch nach mehrtägiger Lagerung und Aufnahme am frühen Vormittag nie mehr den Anfangswert. In Versuchsreihen, bei denen die Kluten während der Lagerungsperiode Niederschlägen ausgesetzt waren, konnte eine Verminderung des Klutenanfalles unter die Anfangswerte festgestellt werden. Allerdings änderte sich unter diesen Bedingungen der Anteil der beschädigten Kartoffeln nicht erwähnenswert.

Die Gesamtverluste und der Energiebedarf für die Aufnahme lagen in der Größenordnung der entsprechenden Werte für das Dammsammelroden.

Auf Grund der erwähnten Ergebnisse erscheint es nicht richtig, für unsere Verhältnisse das Schwadsammelroden allgemein zu empfehlen. In steinigem Gebieten ist selbst durch das Legen von 4- bis 8-Reihenschwad, das eine Krautentfernung am Vorratsroder erfordert, eine Beschädigungsminderung nicht zu erwarten. In klutenreichen Böden kann nach den bisherigen Erkenntnissen der zusätzliche Arbeitsaufwand für das Schwadlegen nur unter ganz bestimmten Arbeitsbedingungen ausgeglichen werden.

Die von den Erwartungen abweichenden Ergebnisse der Schwadrodung lassen sich bezüglich des Erdklutenanfalls zum Teil durch das bei den Vergleichsversuchen benutzte Rodeelement erklären. Wie weitere Versuchsreihen am gleichen Ort ergaben, trat durch die Verwendung der Welle als Rodeelement beim Dammsammelroden eine Minderung der Beimengungen auf $\frac{2}{3}$ und weniger gegenüber dem *Lawaetz-Schar* ein. Beschädigungen und Verluste wiesen bei den einzelnen Rodeelementen keine wesentlichen Unterschiede auf. Der Zugkraftbedarf lag im Gegensatz zu Messungen auf leichten Böden bei Schar und Welle etwa gleich, so daß die Verminderung der Erdkluten durch eine Erhöhung der Zapfwellenleistung (bei der Versuchseinrichtung) von 1 bis 2 PS bewirkt wurde.

Wie diese Versuche zeigen, ist bereits durch Veränderungen der bisherigen Standardrodeelemente eine Verbesserung der Einsatzbedingungen der Sammelroder (auch ohne Verfahrensänderung) zu erwarten.

Verfahrensvarianten nach dem Ort der Trennung

Der zweiten Gruppe der Verfahrensvarianten, die nach dem Ort, an dem die Abtrennung der Beimengungen erfolgt, unterschieden werden, liegt die Tatsache zugrunde, daß eine Reihe von Trennvorrichtungen zur Abscheidung von Beimengungen zum Einbau im Sammelroder wegen ihres Gewichtes oder aus anderen Gründen nicht in Frage kommen, aber stationär gut

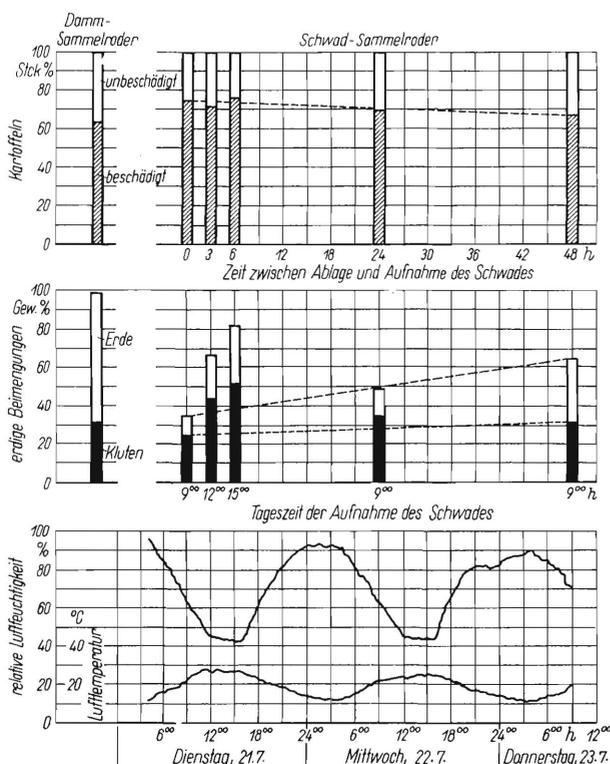


Bild 3. Arbeitsqualität beim Schwadsammelroden für verschiedene Lagerzeiten im Schwad im Vergleich zum Dammsammelroden (nach *Schlesinger*).

Als Beschädigungen wurden Druckstellen (auch schwache), Risse und Fleischwunden gewertet.

arbeiten. Die in diesen Anlagen mögliche Ersparnis an Verlesearbeit¹⁾ gegenüber dem Erzeugen der Endreinheit auf dem Sammelroder muß also zumindest den Aufwand für den Transport der Beimengungen zur Trennanlage und zur Beschickung und Betreuung derselben ausgleichen.

Die Bestimmung des Handarbeitsaufwandes — als des am besten allgemein vergleichbaren Wertes — wird beim Damm-sammelroden hauptsächlich durch die noch lückenhaften Werte über das Kartoffelauslesen und den Übergang vom Fremdkörperverlesen zu diesen Verfahren erschwert. Für die beiden ersten der nachfolgenden Darstellungen, die die Verhältnisse bei klutenreichen Böden beinhalten, wurde die von Schäfer [8] ermittelte Kurzzeitleseleistung der ersten Verleseperson einer Verlesemannschaft benutzt und diese um $\frac{1}{3}$ erhöht, um den Einfluß optimal eingestellter Trenneinrichtungen bei nachfolgender Handverlesung zu berücksichtigen.

In Bild 4 sind errechnete Linien gleichen Handarbeitsaufwandes bei Trennung auf der Maschine und bei stationärer Trennung für verschiedene Abscheidungsgrade ϵ_F ²⁾ für die mechanische Trennung bei 3 km Transportentfernung zur Trennanlage dargestellt. In den schraffiert angedeuteten Gebieten hat das Sammelroden mit anschließender stationärer Trennung einen geringeren Handarbeitsaufwand als beim Trennen auf der Rodemaschine. Die Darstellung zeigt, daß unter den in Bild 4 zugrunde gelegten Annahmen das Sammelroden mit stationärer Trennung vor allem bei hohen Durchsätzen eine Handarbeitsersparnis gegenüber dem Sammelroden mit Trennung auf der Maschine aufweist. Soll das Einsatzgebiet in bezug auf wechselnden Fremdkörpergehalt nicht zu sehr eingengt sein, so ist eine mindestens 75%ige mechanische Abscheidung ($\epsilon_F = 0,75$) zu fordern.

Bei 90%iger mechanischer Abscheidung ($\epsilon_F = 0,90$) ergeben sich selbst bei 3 km Transportentfernung noch Handarbeitsersparungen, die auch einen Ausgleich der erhöhten Schlepperzug-hakenarbeit und die Amortisation der Anlage erwarten lassen, Bild 5. Ähnliche Verhältnisse wie in Bild 5 ergeben sich auch z. B. für annähernd fehlerfreie mechanische Trennung und 7,5 km Transportentfernung zur Trennanlage.

Auf Böden mit hohem Steingehalt besteht die Möglichkeit, auch Trennvorrichtungen hoher Wirksamkeit auf dem Sammelroder einzusetzen [9]. Es wird daher in Bild 6 für die Trenneinrichtungen des Sammelroders mit Verlesepersonen ein Leitgütegrad für Kartoffeln und Steine von $L'_K = L'_S = 0,90$ bzw. bei geringerem Fremdkörpergehalt ein konstanter Abscheidungsgrad $\epsilon'_{Smin} = 0,65$ und eine Leseleistung für die Restverlesung von

1) Wie bereits erwähnt, können bei beiden Ernteverfahren auf dem Sammelroder bereits Trenneinrichtungen für die Abscheidung der Beimengungen wirksam werden. Wird die Endreinheit auf einer stationären Trennanlage hergestellt, wobei sich auf dem Sammelroder keine Verlesepersonen befinden, so müssen die Trenneinrichtungen auf dem Sammelroder so eingestellt werden, daß keine Kartoffelverluste auftreten. Die dann wirksame Abscheidung von Beimengungen wird um einen Differenzbetrag unter der optimalen Abscheidung der Trenneinrichtung liegen. Bei Durchführung der gesamten Trennung auf dem Roder (Sammelroder mit Trennung auf der Maschine) ist die höhere effektive Verleseleistung der Verlesemannschaft zu berücksichtigen, die durch bessere Einstellung der auf dem Roder vorhandenen Trenneinrichtungen möglich ist.

2) Der Abscheidungsgrad ϵ_F stellt das Verhältnis der durch die Trennvorrichtung ersparten Einzelverlesehandgriffe zu den vor dem Durchgang durch die mechanische Trennanlage erforderlich gewesen Einzelgriffe dar. Ist K die Anzahl der durch die Anlage gehenden Kartoffeln und F die der Fremdkörper, ferner δ_K der auf K bezogene Anteil fehlsortierter Kartoffeln und δ_F der auf F bezogene Anteil fehlsortierter Fremdkörper, so ist [3]

$$\epsilon_F = \frac{F - (\delta_F F + \delta_K K)}{F} = 1 - \left(\delta_F + \frac{\delta_K}{f} \right),$$

worin der Fremdkörpergehalt $f = \frac{F}{K}$ ist.

Ist $L_F = 1 - \delta_F$ der Leitgütegrad der Fremdkörper und $L_K = 1 - \delta_K$ der Leitgütegrad der Kartoffeln [8], so wird der Abscheidungsgrad

$$\epsilon_F = L_F - \frac{1 - L_K}{f}$$

(Index K bedeutet Kartoffeln, Index F Beimengungen allgemeiner Art, wie Steine, Kluten, Mutterkartoffeln usw. und Index S die spezielle Beimengungsart Steine.)

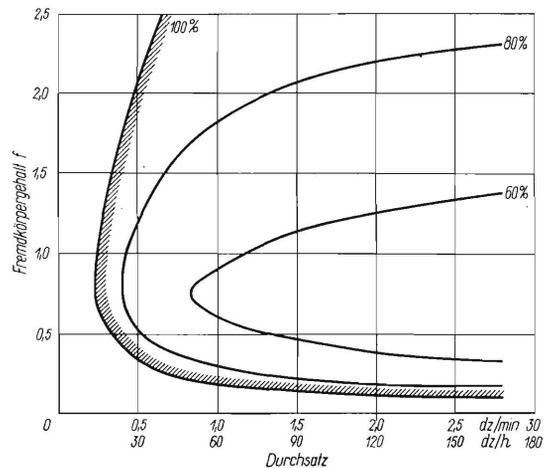


Bild 4. Linien gleichen Handarbeitsaufwandes zwischen den Einsatzbereichen für das Sammelroden bei Abtrennung der Beimengungen auf der Maschine oder bei anschließender stationärer Abtrennung für verschiedene Abscheidungsgrade ϵ_F der mechanischen Trennanlage. In den schraffiert angedeuteten Gebieten hat das Sammelroden mit anschließender stationärer Trennung einen geringeren Handarbeitsaufwand als beim Trennen auf der Rodemaschine.

Die Darstellung hat Gültigkeit für eine Transportentfernung $m = 3$ km zur stationären Trennanlage, sowie für eine linear ansteigende Handleseleistung von 90 Stck. Beimengungen/AKmin für $f = 0,10$ bis 120 Stck. Beimengungen/AKmin für $f = 0,75$. Für $f > 0,75$ beträgt die konstante Leseleistung 160 Kartoffeln/AKmin.

60 Beimengungen/AKmin zugrunde gelegt. Wird ohne Verlesemannschaft auf dem gleichen Sammelroder gearbeitet, so sei die Trenneinrichtung so eingestellt, daß bei einem Kartoffel Leitgütegrad $L'_K = 1,00$ der Steinleitgütegrad $L'_S = 0,40$ beträgt.

Die stationäre Trennung der restlichen Beimengungen sei in diesem Beispiel mit der Größensortierung in der Kartoffel-sortiermaschine verbunden. Dadurch treten geringere zusätzliche Aufwendungen für die Bedienung der Trenneinrichtung auf. Im übrigen seien für Abscheidungsgrad und Entfernung der Trennanlage die gleichen Werte wie in Bild 5 unterstellt. Wie in Bild 6 zu ersehen ist, ist selbst bei guten Abscheidungsgraden der Trenneinrichtungen auf dem Sammelroder bei hohen Durchsätzen mit Handarbeitsersparnissen zu rechnen, wenn auf die Verlesemannschaft auf dem Sammelroder verzichtet wird.

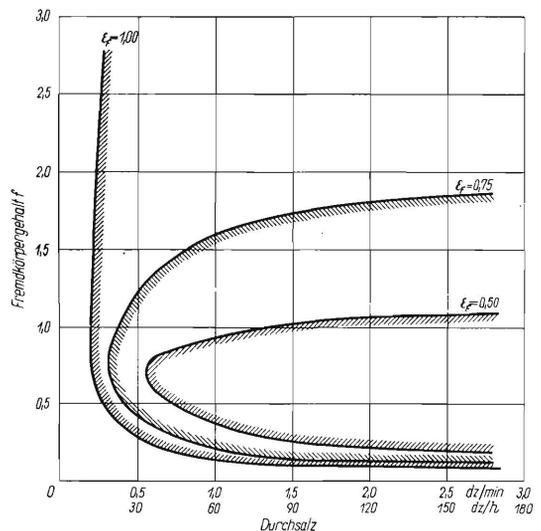


Bild 5. Relativer Bedarf an Handarbeitsstunden (AKh) beim Sammelroden mit anschließender stationärer Abtrennung der Beimengungen gegenüber einer Abtrennung auf der Rodemaschine unter denselben Bedingungen wie in Bild 4 für einen Abscheidungsgrad der stationären Trennanlage von $\epsilon_F = 0,90$.

Berichtigung: Die Diagramme von Bild 4 und Bild 5 auf Seite 27 sind vertauscht!

Nach dem bisher Gesagten erfordert das Sammelroden mit stationärer Trennung für die Trennanlage Abscheidungs-systeme hoher Wirksamkeit bei großem Durchsatz. Von den zur Zeit anwendbaren Trennverfahren dürften hier zur Steinabtrennung neben Verfahren zur Trennung nach Streckenbelastung vor

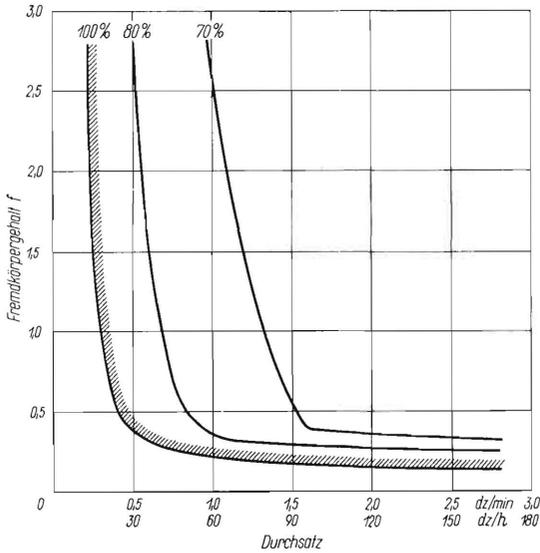


Bild 6. Relativer AKh-Bedarf des Sammelrodens mit stationärer Trennung gegenüber Trennung auf der Maschine unter steinigem Bedingungen.

Eingestellter Leitgütegrad für die mechanische Abtrennung auf dem Sammelroder

	Kartoffeln	Steine
bei der Arbeit mit Verlesepersonen	$L'_K = 0,90$	$L'_S = 0,90$
bei der Arbeit ohne Verlesepersonen	$L''_K = 1,00$	$L''_S = 0,40$

Geringster Abscheidungsgrad bei der Arbeit mit Verlesepersonen $\epsilon'_S \min = 0,65$

Abscheidungsgrad der Trennanlage $\epsilon_S = 0,90$
Transportentfernung zur Trennanlage $m = 3 \text{ km}$

Leseleistung auf dem Sammelroder 60 Stck. Beimengungen/AKmin und auf der stationären Trennanlage 90 Stck. Beimengungen/AKmin
Trennung mit Größensortierung verbunden

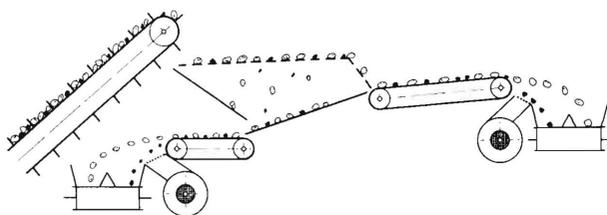


Bild 7. Trennanlage mit Größensortierung und Flugweitentrennung im Luftstrom (Versuchsausführung des Instituts für Landtechnik, Potsdam-Bornim, 1956; nur 2 Kanäle dargestellt).

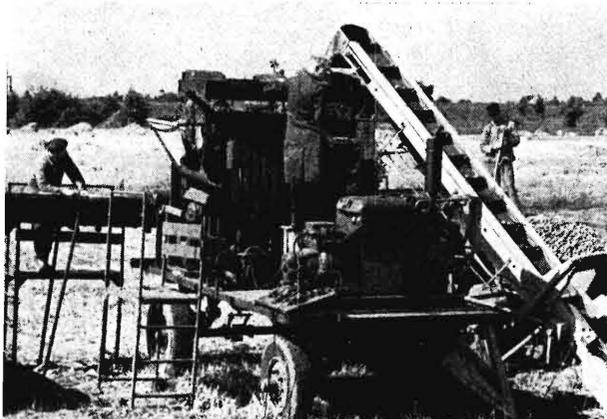


Bild 8. Trennanlage nach Bild 7 beim praktischen Einsatz.

allem solche nach Pressung und Auftrieb sowie Kombination mit Verfahren zur Trennung nach Rollwiderstand in Frage kommen. Für die Klutenabscheidung erscheinen besonders Verfahren zur Trennung nach Auftrieb aussichtsreich.

Einen unserer ersten Versuche führten wir mit einer Sortier-einrichtung mit drei Größensortierungen und je einer nachgeschalteten Trennung nach Luftwiderstand durch, **Bild 7 und 8**. Die Trennstücke der einzelnen Fraktionen hatten jedoch beim Durchgang durch die um 30° gegen die Horizontale geneigten Luftströme nicht genügend Zeit zur Einstellung in charakteristische Lagen, so daß die Trennfehler über den für dieses Ernteverfahren zulässigen Werten lagen.

Im Rahmen unserer weiteren Untersuchungen wurde u. a. von *Muhl* die Kombination eines Trennverfahrens nach Roll- und Luftwiderstand untersucht, **Bild 9**. Bei diesem Verfahren war neben der Trennung auf dem zum Luftstrom gegenläufigen Band auch noch eine Trennung nach Flugweiten nach dem zweiten Band, sowie eine wiederholte Aufgabe der hier abgeschiedenen ersten gemischten Fraktion vorgesehen. Wie die Versuche zeigten, sind bereits mit dem gegen den Luftstrom fördernden geneigten Band durchaus Abscheidungsgrade zu erreichen, die in dem für stationäre Trennung vertretbaren Bereich liegen, **Bild 10**. Der Leitgütegrad L_S für Steine sinkt mit zunehmender Windgeschwindigkeit; es werden dann aber weniger Kartoffeln fehlgeleitet (Kurve L_K). Ein Maximum des Abscheidungsgrades ϵ_S wird bei mäßigen Fehlern beider Trenngüter erreicht.

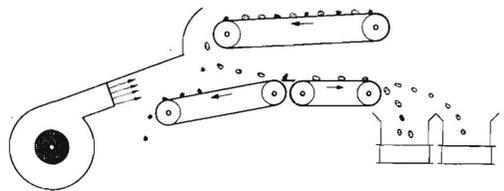


Bild 9. Trennanlage nach Roll- und Luftwiderstand (Ausführung des Herrn *Wille II*, Lentzke bei Fehrbellin)

Bei diesem Trennsystem kann der Trennerfolg durch verschiedenartige Einstellung sehr beeinflußt werden. Während die Verminderung der Bandgeschwindigkeit bei gleichbleibender Beaufschlagung eine nur geringfügige Verminderung der Luftgeschwindigkeit gestattet, bringt eine Änderung der Bandneigung wesentliche Energieeinsparungen, allerdings fällt hierbei auch der Abscheidungsgrad. Wird jedoch die Beaufschlagung gesteigert, verschieben sich die Maxima des Abscheidungsgrades in Richtung auf höhere Luftgeschwindigkeiten und zwar muß hierbei bei geringen Bandneigungen die Windgeschwindigkeit verhältnismäßig mehr gesteigert werden als bei

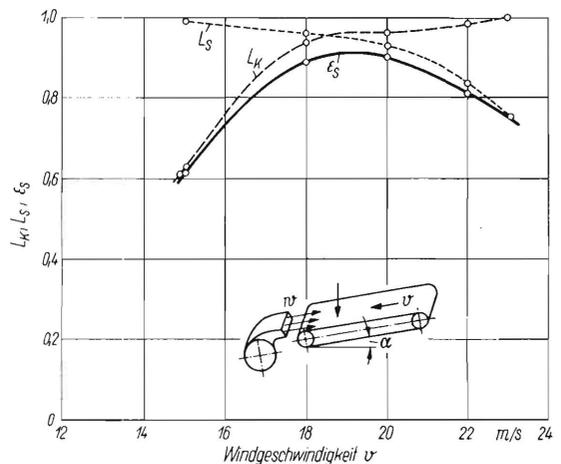


Bild 10. Abhängigkeit des Abscheidungsgrades von der Luftgeschwindigkeit bei einem zum Luftstrom gegenläufigen Band nach *Muhl*.

Bandgeschwindigkeit $v = 0,30 \text{ m/s}$; Neigungswinkel $\alpha = 10^\circ$
Verhältnis $f = F/K = 1,0$; Beaufschlagung je m Bandbreite $M = 2,2 \text{ Stck./s}$

stärkerer Neigung. Bei Belastungen je m Bandbreite über 10 Trennkörper/s sinkt der Abscheidungsgrad durch den geringeren Leitgütegrad bei Kartoffeln, die durch Steine in ihrer Beweglichkeit gehindert werden, stark ab. Eine Größenvorsortierung hat sich aber bei dieser Anlage nicht als nötig erwiesen.

Unterschiedlicher Fremdkörpergehalt verändert in der untersuchten Einstellung die Leitgütegrade nicht wesentlich. Jedoch sinkt die prozentuale Handarbeitersparnis, der Abscheidungsgrad ϵ_s , durch die geringere Fremdkörperbeaufschlagung bei einem Fremdkörpergehalt $f < 0,4$ stark ab, **Bild 11**.

Um den Abscheidungsgrad zu verbessern, war — wie schon erwähnt — vorgesehen, die Soll-Kartoffel-Fraktion noch einer Trennung nach Flugweite, unterstützt durch den Luftstrom, zu unterziehen. Dabei sollte die Fraktion mit der kürzeren Flugbahn, die annähernd alle fehlsortierten Steine umfassen sollte, ein zweites Mal über einen gesonderten Kanal der Trennvorrich-

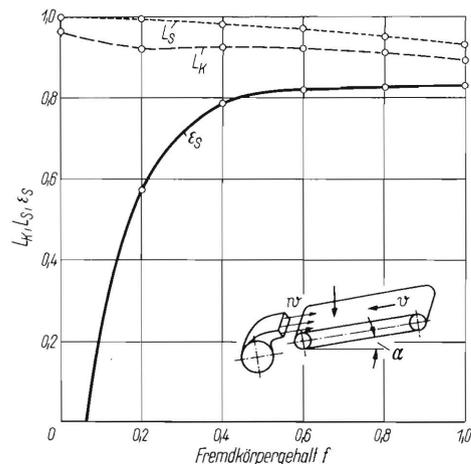


Bild 11. Abhängigkeit des Abscheidungsgrades von dem Fremdkörpergehalt bei einem zum Luftstrom gegenläufigen Band nach Muhl.

Bandgeschwindigkeit $v = 0,45$ m/s; Windgeschwindigkeit $w = 25$ m/s
Neigungswinkel $\alpha = 10^\circ$; Beaufschlagung je m Bandbreite $M = 10$ Stck./s

tung laufen. In einem charakteristischen Fall wurde eine Verbesserung des Abscheidungsgrades von 0,76 auf 0,86 erreicht. Dazu mußte aber $\frac{1}{3}$ des gesamten Durchsatzes noch einmal durch die Anlage laufen. Eine derartige Vergrößerung der Anlage, die wegen der geringen Belastbarkeit je Meter Arbeitsbreite schon sehr bauaufwendig ist, dürfte aber kaum vertretbar sein.

Die Trennverfahren nach Auftrieb sind sowohl für kluten- als auch für steinreiche Böden geeignet und kommen deshalb und wegen der nahezu fehlerlosen mechanischen Abscheidung am ehesten für das Sammelroden mit stationärer Trennung in Frage. Bei den meisten Verfahren werden Flüssigkeiten wie Salzlösungen oder Tonsuspensionen benutzt, deren spezifisches Gewicht höher ist als das der Kartoffeln. Die Kartoffeln schwimmen auf dieser Flüssigkeit, die Steine und Erdkluten sinken unter. Die Bauformen dieser Trennvorrichtungen lassen sich am besten nach der Art des Hinausförderens der getrennten Fraktionen aus der Flüssigkeit unterscheiden. In der Kartoffelernte sind hierfür z. Z. keine hydraulischen, sondern nur mechanische Systeme üblich, wie z. B. die auch in der montanistischen Aufbereitung verwendeten Förderbänder oder Kettenförderer, so u. a. bei der Trennanlage von *Shotbold* und bei der Anlage des sowjetischen Instituts WISCHOM, **Bild 12** [5; 12]. Dabei kann die Flüssigkeit durch die Fördererenteile oder besondere Rührwerke umgewälzt werden.

Wenn eine Nachreinigung der Kartoffeln vorgesehen ist, kann diese durch Spritzdüsen oder, wie in unserer früheren Versuchsanlage (1954) durch ein besonderes Waschbad erfolgen. Störungen durch Verklebungen mit Fremdkörpern in den unter Wasser laufenden Kettenteilen vermeidet eine besondere Ausbildung der Trennelemente durch das Prager Institut VUMEZ, die auf Grund einer Vereinbarung der beiderseitigen Akademien der



Bild 12. Flüssigkeitstrennanlage des sowjetischen Instituts WISCHOM, Moskau.

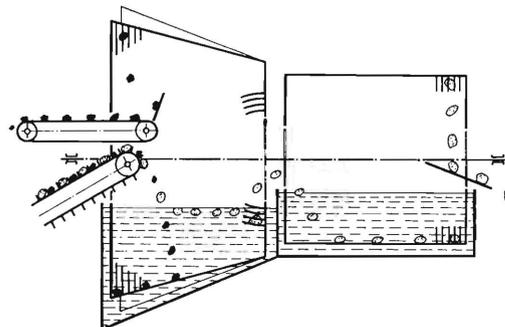


Bild 13. Flüssigkeitstrennanlage mit Austragung durch Fördergabeln (VUMEZ, Prag).

Landwirtschaftswissenschaften seit 1956 auch in der Trennanlage unseres Instituts erprobt wird, **Bild 13** [10; 11]. Bei diesen Verfahren werden die Trenngüter durch Gabeln, die am Innenumfang einer Trommel angebracht sind, aus der in dieser Trommel befindlichen Trennflüssigkeit gefördert. Eine Waschtrommel für die Kartoffeln kann ohne Schwierigkeiten mit der Trenntrommel baulich vereinigt werden.

Mit einer Anlage dieses Prinzips, an der je nach Versuchsbedingungen verschiedene Bauteile und Zusatzeinrichtungen variiert wurden, sind bei unseren Versuchen insgesamt 3600 dz Kartoffeln unter den verschiedensten praktischen Bedingungen behandelt worden, **Bild 14**. Der Trennfehler lag sowohl bei Steinals auch bei Erdklutenabscheidung im Durchschnitt unter 1% und beschränkte sich auf fehlgeleitete Kartoffeln. Er wurde durch ungleichen Fremdkörperanfall nicht beeinflusst.

Die Stundenleistung der Anlage wird durch die Leistungsfähigkeit der Schöpfgabeln für Kartoffeln und Fremdkörper bedingt. In der erwähnten Anlage lag die Leistungsgrenze bei 100 dz Kartoffeln/h und 50 dz Steine/h.



Bild 14. Flüssigkeitstrennanlage des Instituts für Landtechnik Potsdam-Bornim bei Einsätzen im Oderbruch.

Während des Betriebes beschränkt sich die Wartung der Anlage auf die Kontrolle der Dichte der Trennflüssigkeit und des Flüssigkeitsstandes in den Behältern. Die zwei bis drei eingesetzten Arbeitskräfte können also neben dem Abladen des Rodegutes auch den Abtransport der Beimengungen bei kurzen Transportstrecken besorgen. Die beim Einsatz dieser Anlage gewonnenen arbeitswirtschaftlichen Werte sind den in Bild 4 bis 6 dargestellten Berechnungen des Einsatzbereiches des Sammelrodens mit stationärer Trennanlage zugrunde gelegt.

Der Wasserbedarf schwankt mit Konstruktionsform, Fremdkörperbesatz und -art. Bei unseren Versuchen 1959 wurde er von *Sohst* für Trenn- und Waschtrommel zusammen bei durchschnittlich 74 Gew.-% Steinen zu 5,6 l/dz Kartoffeln ermittelt.

Als Trennmedium wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen hauptsächlich eine Tonsuspension mit einer Dichte $\rho \geq 1,15 \text{ g/cm}^3$ benutzt. Auf klutenreichen Böden genügt der Fremdkörperbesatz zur Aufrechterhaltung der Suspensionsdichte. Auf Sandböden sind je dz Kartoffeln etwa 0,8 kg normalen Ziegeltons erforderlich. Eine Vorabscheidung von Feinerde aus dem Rodegut vermindert den Wasserverbrauch und die Sedimentbildung. Außerdem muß aber eine Möglichkeit bestehen, Sedimentbildungen am Wannboden zu entfernen.

Die so behandelten Kartoffeln sind weitgehend von anhaftender Erde befreit. Ihr Pflanzgutwert wird bei Benutzung von Lehmsuspensionen nicht vermindert. Bei Salzlösungen ist aber die Nachwäsche erforderlich, um Ätزشäden zu verhindern, **Bild 15**. Die Ertragsdepressionen der Variante „Salzbad und Nachwaschen“ traten nur bei den Bornimer Versuchen, nicht aber an anderen Versuchsorten auf. Es ist deshalb anzunehmen, daß das Nachwaschen bei diesen Versuchen ungenügend war.

Beschädigungen an den feuchten Kartoffeln können ein besonderer Anlaß zu verstärkten Fäulnischäden sein. Die entsprechenden Einlagerungsversuche, die bei unserem Institut über 900 dz umfaßten und in kleinerem Umfang auch in der CSR und UdSSR durchgeführt wurden, führten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Im allgemeinen waren bei normalen Erdmieten bei gewaschenen Kartoffeln höhere Lagerverluste als bei trocken eingelagerten zu verzeichnen. Unsere Versuche zur Verhinderung der Fäulnis der Kartoffeln mit chemischen Zusätzen im Waschwasser führten bisher zu keinem Erfolg.

Eine Vortrocknung der Kartoffeln beim Durchlauf durch zwei Gummischwambänder, die mit unterschiedlicher Geschwindigkeit

laufen, verminderte das Oberflächenwasser um 20%. Da Heißlufttrockenanlagen in unseren Versuchen nur bei großen Bauvolumen vertretbare Trocknungseffekte ergaben, kommen vor allem Lagerhäuser mit Zwangsbelüftung für die Lagerung der in Flüssigkeiten getrennten Kartoffeln in Frage.

Einsatzbereiche der verschiedenen Verfahrensvarianten

Wenn bisher Einzelheiten der verschiedenen Verfahren besprochen wurden, so interessiert es, in welchem Rahmen das Schwadsammelroden und das Sammelroden mit stationärer Trennung — also Verfahren, die auf den bisher üblichen Sammelrodern als Haupterntemaschine basieren — an Stelle oder neben dem Dammsammelroden mit Trennung auf der Maschine Bedeutung erlangen könnten.

Auf Böden mit Steinen als Hauptbeimengungsart entfällt nach dem Vorhergesagten das Schwadroden. Bei geringem Steinbesatz ist das Sammelroden mit Trennung der Beimengungen auf dem Roder für alle Durchsätze das geeignetste Verfahren, **Bild 16**. Die Größe des Einsatzbereiches dieses Verfahrens bei mittleren Durchsätzen im Bereich mittlerer Fremdkörpergehalte *f* hängt in erster Linie von der Wirksamkeit der im Sammelroder angewandten Trennsysteme für Steine ab. Dieser Faktor verschiebt die Einsatzgrenzen gegenüber dem Vorratsroden und der stationären Trennung.

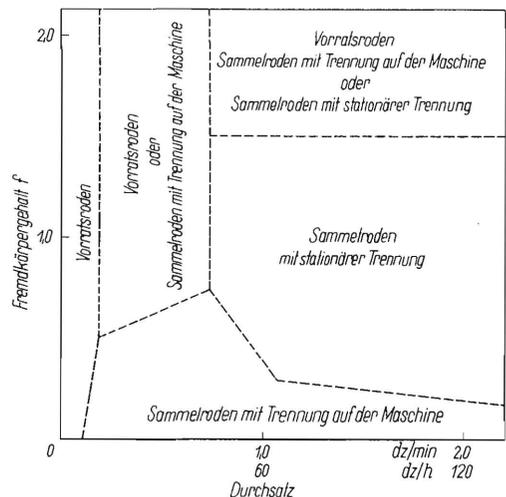


Bild 16. Voraussichtliche Einsatzbereiche der verschiedenen Kartoffelernteverfahren für steinige Böden.

Das Sammelroden mit stationärer Trennung dürfte dagegen nur für mittlere bis hohe Kartoffeldurchsätze bei mittleren bis hohem Steinbesatz in Frage kommen. Die obere Fremdkörpergrenze dieses Verfahrens schwankt stark nach den Betriebsbedingungen. Zur Abtrennung von Steinen könnten bei dem Sammelroden mit stationärer Trennung durchaus „trockene“ Trennverfahren benutzt werden, so daß Lagerungsschwierigkeiten entfallen. Es ist aber durch den vermehrten Umschlag und den Transport mit den Beimengungen mit höheren Beschädigungen der Kartoffeln als beim Sammelroden mit Trennung auf der Maschine zu rechnen.

Positiv wirkt sich dagegen die zwangsläufig mit diesem Verfahren verbundene Entsteinung der Äcker aus, die nach zwei Rotationen eine etwa 50%ige Minderung des in der Krume vorhandenen Steinbesatzes erwarten läßt. Diese konsequente Entsteinung dürfte beim Sammelroden ohne zusätzliche Handarbeit kaum zu erreichen sein, da bereits bei einem Steinbesatz von *f* = 0,4 bis 0,5 diese in gleichen Gewichtsmengen wie die Kartoffeln anfallen und daher schlecht gespeichert werden können.

Auf klutenreichen Böden würden sich etwa die gleichen Einsatzgebiete wie in Bild 16 ergeben. Das Schwadsammelroden könnte hier unter günstigen Einsatzbedingungen sowohl den Einsatzbereich des Sammelrodens mit stationärer Trennung an

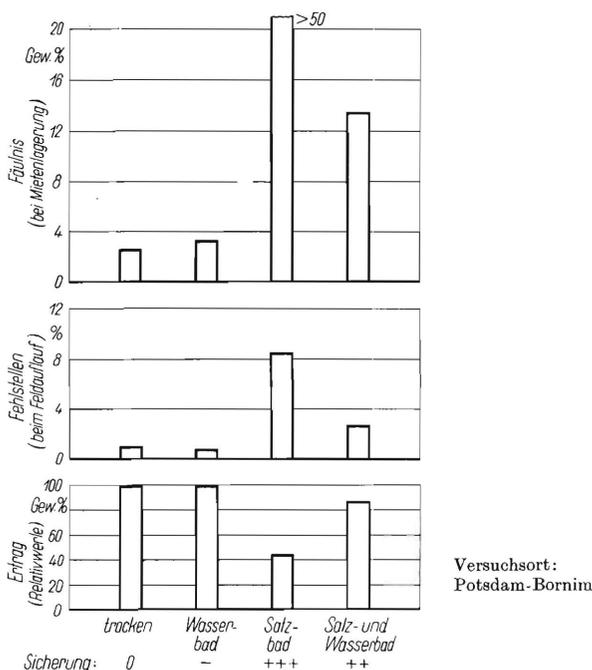


Bild 15. Fäulnis in der Miete, Fehlstellen und Ertrag bei verschiedener Behandlung der geernteten Kartoffeln.

seiner unteren Grenze einengen, als auch das Gebiet der beiden Sammelrodeverfahren mit unterschiedlichem Ort der Beimengungsabscheidung in Richtung auf höheren Fremdkörpergehalt vergrößern.

Die Trennanlage für das Sammelroden mit stationärer Trennung möchte, wenn für die abgeschiedenen Beimengungen an keine spezielle Verwendung gedacht ist (Kompostierung u. a.), auf dem zu rodenden Schlag arbeiten, um unnötigen Erdtransport zu vermeiden. Da aber zur Abtrennung z. Z. nur nasse Trennverfahren Erfolg versprechen, ist mit den erwähnten Lagerungsschwierigkeiten zu rechnen.

Bei dieser Situation liegt es natürlich nahe, das bisherige Erntesystem — die Kartoffeln von der 40- bis 80fachen Erdmenge abzutrennen — zu verlassen und ähnlich dem sogenannten „alten“ Rübenernteverfahren, das unterirdische Erntegut an seinen oberirdischen Teilen aus dem Boden zu ziehen. Zwar widerspricht dieses Verfahren der biologischen Eigenart der Kartoffeln, deren Knollen sich zur Reife von den Stolonen lösen, aber es sind aus der praktischen Anschauung Sorten bekannt, deren Knollen bei der Ernte noch stark am Kraut haften.

Wie erste Versuche des Instituts für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz zeigen, bestehen innerhalb der einzelnen Reifegruppen starke Unterschiede bezüglich der beim Raufen am Stock verbleibenden Kartoffeln, **Bild 17**. Wieweit diese Eigenschaft als sorteneigentümlich durch züchterische Maßnahmen verstärkt werden kann, ist erst nach weiteren Untersuchungen zu sagen. Es dürfte aber schon jetzt feststehen, daß nur der Hauptteil der Kartoffeln auf diese Weise geborgen werden könnte. Die Erntemaschine müßte dann ähnlich einer sowjetischen Versuchsmaschine zusätzlich zu den Raufernteaggregaten noch mit üblichen Rodeeinrichtungen für die im Boden verbliebenen Kartoffeln ausgerüstet sein, die wegen der stärkeren Beschädigungen für Futter- oder Industriezwecke verwendet werden sollen, **Bild 18** [6].

Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß die Voraussetzungen, die eine für das Raufensammelroden geeignete Kartoffel erfüllen muß, genau entgegengesetzt sind den Forderungen, die die Technik im Hinblick auf die derzeitigen Rodemaschinen an eine „Sammelrode-Kartoffel“ stellt. Auch über die Lagerungseigenschaften dieser praktisch unausgereift geernteten Kartoffeln liegen noch keine Erfahrungen vor. Ehe endgültige Aussagen über die Möglichkeiten dieses Ernteverfahrens gemacht werden können, sind daher voraussichtlich langjährige Untersuchungen in enger Zusammenarbeit von Pflanzenzüchtern und Landtechnikern nötig.

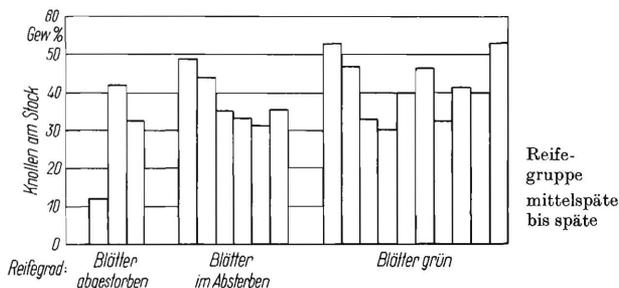


Bild 17. Am Stock verbliebene Kartoffeln bei senkrechtem Zug ohne Lockerung (Versuchsort: Gr. Lüsewitz).

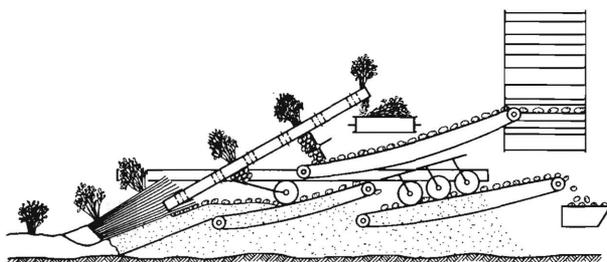


Bild 18. Staudenzieh-Sammelroder nach *Martschenkow-Burjakow*.

Für die nahe Zukunft wird man sich also in der Praxis auf die Ernteverfahren beschränken müssen, die auf dem üblichen Sammelroder als Haupterntemaschine aufbauen. Wenn aber die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen besprochenen Variationen von Rodeart und Ort der Trennung bei diesen Verfahren erwogen werden, so darf nicht vergessen werden, daß bei vielen der heutigen Böden mit hohem Gehalt an Fremdkörpern es möglich ist, diese Ernteerschwernis zu verringern.

Auf steinigem Boden kann vielerorts durch generelle Stein-entfernung oder Zerkleinerung unter Siebspaltengröße als Meliorationsmaßnahmen neben der verbesserten Verlesearbeit eine Verringerung der noch häufigen Maschinenstörungen erreicht werden. Auf klutenreichen Böden können durch sinnvolle Boden-vorbereitung, Bestellung und Pflege — auch auf Böden mit ursprünglich hohem Fremdkörpergehalt — Bedingungen geschaffen werden, die eine produktive Sammelernte gestatten. Der Landwirt wird nach den Gegebenheiten des betreffenden Betriebes entscheiden müssen, welche zweckmäßige Kombination der Verfahren zur Erntevorbereitung und Ernte für die vorhandenen Rodebedingungen in Frage kommt.

Zusammenfassung

Die erörterten Möglichkeiten, das bisher übliche Kartoffel-sammelrodeverfahren bezüglich der Rodeart und dem Ort, an dem die Abscheidung der Beimengungen erfolgt, zu variieren, erweitern das Einsatzgebiet der Kartoffelsammelernte.

Während der Erfolg des Schwadsammelrodens sehr stark von dem Witterungsverlauf während der Lagerungsperiode abhängt, üben auf das Verfahren der Sammelernte mit stationärer Trennung besonders betrieblich bedingte Faktoren, wie Kartoffel-durchsatz, Fremdkörpergehalt und Transportentfernungen, ihren Einfluß aus. Obwohl der Anwendungsbereich der einzelnen Ernteverfahren eingrenzt ist, darf ihre Anwendung nur im Zusammenhang mit Verfahren zur Melioration, Boden-vorbereitung und Kartoffelpflege betrachtet werden.

Schrifttum

- [1] *Baader, W.*: Das zweiteilige Kartoffelernteverfahren. *Landbauforschung* **8** (1958), S. 32/34.
- [2] *Baganz, K.*: Technische Möglichkeiten für die weitere Mechanisierung der Kartoffelernte. *Tagungsbericht d. Dtsch. Akad. d. Landwirtsch.-Wiss. Berlin Nr. 9* (1958), S. 101/23.
- [3] *Baganz, K.*: Zur Darstellung des Abscheidungsergebnisses bei der Kartoffel-Fremdkörper-trennung. *Archiv für Landtechnik* **1** (1959), S. 3/7.
- [4] *Hechelmann, H., u. A. Specht*: Erfolgreiche Mechanisierung im Kartoffelbau. 3. Mitteilung. *Kartoffelbau* **8** (1957) S. 120/24.
- [5] *Koltschin, N. N.*: Über die Trennung der Kartoffeln von Bodenklumpen. *Selchosmaschina (Landmasch.)* 1957/5, 8/12.
- [6] *Korenenko, E. S.*: Neue Kartoffelerntemaschinen. *Traktory u. Selchosmaschiny (Traktoren u. Landmaschinen)* 1959/1, 35/36.
- [7] *Lampe, K.*: Entwicklung und Erprobung einer Methode zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen. *Diss. Univ. Bonn* 1959.
- [8] *Schäfer, E.*: Trennung der Beimengungen von Kartoffeln in Sammelroden. *Landbauforschung* **9** (1959), S. 42/46.
- [9] *Schäfer, E.*: Trennung von Kartoffeln, Steinen und Erdkluten mit umlaufenden Trennbürsten. Vortrag auf der 18. Konstrukteurtagung der FAL Braunschweig-Völkenrode 1960.
- [10] *Sedlak, J.*: Erfahrungen tschechoslowakischer Forscher mit in- und ausländischen Kartoffelerntemaschinen. In „Probleme der Mechanisierung der Hackfruchternte“, (1956) 43/51, Berlin, Dtsch. Akad. d. Landwirtschaftswiss.
- [11] *Sedlak, J.*: Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Mechanisierung der Kartoffelernte auf schweren Böden und am Hang. *Sbornik Československé Akademie Zemedelskych Ved. Zemedelska Technika*. 5 (XXXII) (1959), 301/16.
- [12] *One — Man Potato Harvester*. *Farm Mechanization* **5**, 159.