

Walter G. Brenner und Klaus Grimm:

Kartoffelernte im zweigeteilten Verfahren

Institut für Landtechnik, Weihenstephan

Wesen und Eigenart des zweigeteilten Kartoffelernteverfahrens¹⁾ besteht darin, daß die Kartoffeln in einem ersten Arbeitsgang gerodet, abgeseibt und auf einen Schwad gelegt werden, um eine gewisse Zeitspanne an der Luft zu trocknen, das heißt schalenfester zu werden. In einem zweiten Arbeitsgang wird die Trennung und Bergung vorgenommen.

Während man heute bei der Kartoffel-Sammelernte im allgemeinen einen Arbeitsgang anstrebt (Roden, Absieben, Trennen von Kraut, Steinen und Kluten, Sammeln in Bunkern oder nebenherfahrenden Wagen), ist in bestimmten Kartoffelanbaugebieten beispielsweise der USA auch das zweigeteilte Ernteverfahren stark verbreitet und hat sich als vorteilhaft erwiesen. Hauptsächlich für besonders schwierige Verhältnisse, also bei Vorhandensein von Unkraut oder schwer siebfähigen Böden sowie für die Gewinnung von Speisekartoffeln, wird dieses Verfahren angewandt. Vorteilhaft ist, daß die Kartoffeln schalenfester werden und dadurch mechanisch leichter bearbeitet werden können. Es ist bekannt, daß eine Kartoffel im Damm durch die größere Feuchte weicher ist und daß sie, ein bis zwei Stunden an der Luft getrocknet, schon eine härtere Schale aufweist. Amerikanische Untersuchungen [1], Feststellungen vom Institut für Landmaschinenforschung, Völknerode, [2] und der Versuchsstation Dethlingen des Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft (KTL) [3] haben die Zusammenhänge geklärt. Sie ergaben, daß die Schalenfestigkeit beim Liegen in Schwaden zunimmt, daß aber längere Trocknungszeiten als ein bis zwei Stunden keine größere Schalenhärtung bringen.

Das zweigeteilte Verfahren ist ferner für schwer siebfähige Böden und stark verunkrautete Felder aussichtsreich; denn man hat zwei Sieb-Prozesse, und vor dem zweiten trocknet die Erde ab. Auch das Unkraut wird leichter verarbeitbar. Eine Parallele findet sich in der Getreideernte, wo sich unter schwierigen Verhältnissen

ebenfalls die Zweiteilung des Mährescher-Ernteverfahrens eingebürgert hat.

Auf stark mit Steinen durchsetzten Böden wie in den großen Kartoffelanbaugebieten der Bayerischen Schotterebene könnte man den Kartoffeldamm einschließlich der Steine zunächst roden und auf einen Schwad legen, abtrocknen lassen und dann mit einer Aufnahmevorrichtung durch einen Sammelroder mit erweiterten und leistungsfähigeren Trennorganen schicken.

Durchführung des zweigeteilten Verfahrens

Beim zweigeteilten Kartoffelernteverfahren muß erreicht werden, daß der Schwad sauber, etwa 40 cm breit abgelegt wird, damit die nachfolgende Aufsammlmaschine genau arbeiten kann und die ganze Vorrichtung nicht zu breit wird. Eine Aufsammlvorrichtung, die bei den amerikanischen Vorläufern aus einer rotierenden, runden Welle (mit 30 mm Durchmesser) vor einer normalen Siebkette besteht, wurde im Jahre 1957 bereits vom Institut für Landmaschinenforschung, Völknerode, ersten Einsatzversuchen unterworfen. Sie erwies sich dabei als grundsätzlich brauchbar [4]. Die übrigen Vorrichtungen können beliebig gestaltet sein: Sie können aus den üblichen, mit Gummi bewehrten Siebkettentrennorganen in Form von Taster-Bändern oder Bürsten bestehen, um das ankommende Gemisch aus Kartoffeln und Steinen oder Kluten mechanisch zu trennen beziehungsweise vorzutrennen, oder aber aus Verleosebändern, auf welchen die Fehler der Trennorgane durch das menschliche Auge und die menschliche Hand endgültig ausgemerzt werden.

Bei den Einsatzversuchen des Institutes hat sich bald ergeben, daß das zweigeteilte Verfahren in schwierigen Verhältnissen auch zweckmäßig durch ein Schlagen des Krautes vor dem Roden ergänzt wird, damit das Härten an der Luft nicht durch Beschattung gehindert wird und ferner die Trennorgane der Maschine nicht unnötig durch Kraut und Unkraut belastet werden. Die Versuche zielten daher darauf ab:

¹⁾ Im Institut für Landtechnik, Weihenstephan, wurden im Sommer 1958 und 1959 Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten — gefördert vom Bayerischen Landwirtschaftsministerium — am sogenannten zweigeteilten Kartoffelernteverfahren durchgeführt

1. einen leistungsfähigen Kartoffelkrautschläger in Form eines Schlegelfeldhäckslers so weiter zu entwickeln, daß er für das Schlagen von Kartoffelkraut geeignet war;
2. mit einem normalen Vorratsroder²⁾ einen sauberen Schwad derart auf das Feld zu legen, daß er im zweiten Arbeitsgang aufgenommen werden kann;
3. die Aufnahmevorrichtung in steinigem Böden so weiter zu entwickeln, daß sie mit Sicherheit längere Einsätze durchsteht, wobei möglichst vorhandene Elemente der Kartoffelernte-technik verwendet werden sollten;
4. eine bereits vor unseren Versuchen vorhandene Trennvorrichtung (System ZIEGLER) mit Tastergummibändern so auszubauen, daß sie die bei stationären Testversuchen gezeigten Trennleistungen auch während der Fahrt als zapfwellenbetrie- bene Trennmaschine aufweist.

Kartoffelkrautschlagen

Zum Kartoffelkrautschlagen lassen sich nach neueren Versuchen [5] Schlegelfeldhäcksler einsetzen (Bild 1). In Bild 2 wird gezeigt, in welcher Weise die Schläger der Trommelwelle teils verlängert, teils verkürzt wurden, um sich dem Profil des Kartoffeldammes anzupassen. Nach Vornahme dieser Abänderungen ging das Schlagen von Kartoffelkraut zufriedenstellend vor sich, und es blieben kaum längere Krautteile auf dem Feld.

Die Arbeitsqualität ist auch bei Verwendung von normalen Schlägern besser als die der bisher üblichen Krautschläger. Diese sind im übrigen Spezialmaschinen, während der Schlegelfeldhäcksler noch für zahlreiche andere Arbeiten verwendet werden kann [5]. Mit dem verwendeten Schlegelfeldhäcksler (Type Gehl-Shred-All) wurden etwa 30 ha Kartoffelkraut geschlagen.

Der Verschleiß an Schlägern war durch die vielen Steine auf den Schotterböden allerdings groß. Gegebenenfalls kann durch eine noch bessere Höhenverstellbarkeit des Häckslers sowie Tiefenbegrenzung durch Gleitkufe der Verschleiß vermindert werden [5]. In steinigem Böden müssen ferner Schutzplatten vor dem Häckslermaul angebracht sein, weil sonst Steine durch die Schläger nach vorne geschleudert werden und dabei Menschen gefährden können.

Schlegelfeldhäcksler mit aufgesetztem Düngerstreuer

Um eine besonders schnelle und wirksame Abtötung des Kartoffelkrautes, die heute vielfach diskutiert wird, zu erreichen, wäre auch eine Kombination zwischen einem solchen Schlegelfeldhäcksler und Düngerstreuer denkbar (Bild 3). Durch die Art der Anordnung wird sofort nach dem Schlagen der Mineraldünger (Kalkstickstoff) direkt in die offenen Schnittstellen der Stengel gestreut und das gehäckselte Kartoffelkraut wieder in der Art eines Strohteppichs darüber verteilt.

²⁾ Zunächst wurde der ZR 2 von der Landmaschinenfabrik Hannover (LFH), später der VR 2 der Firma Lanz AG eingesetzt

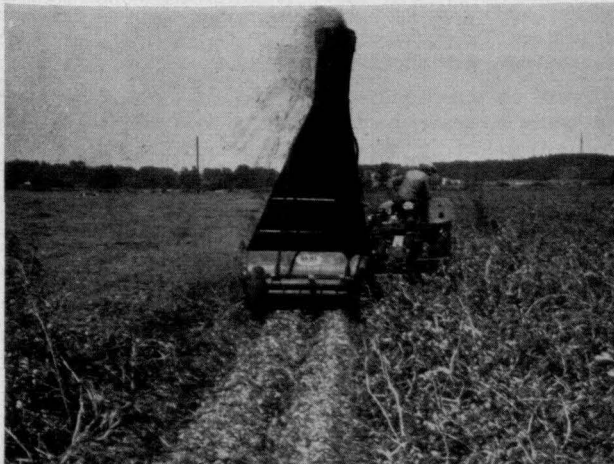


Bild 1: Krautschlagen mit abgeändertem Schlegelfeldhäcksler 1959 bei München

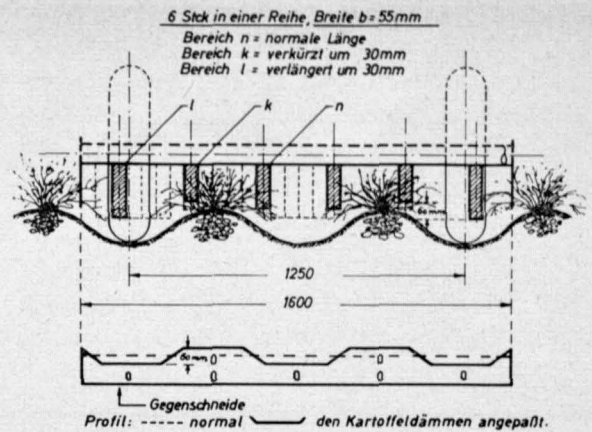
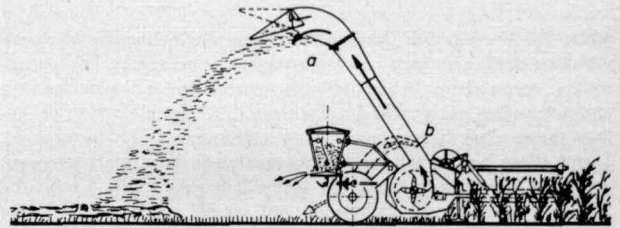


Bild 2: Anpassung der Schläger an das Kartoffeldamm-Profil



Schlegel - Feldhäcksler u. Düngerstreuer kombiniert.

Stellung a) Dünger auf Stoppel →
" b) " " Strohteppich ⇐⇐

Bild 3: Schlegelfeldhäcksler mit aufgesetztem Düngerstreuer

Erste Testversuche lassen vermuten, daß auch die Klutenbildung durch eine derartige Kombination verkleinert werden kann, weil die Kleinlebewesen in der sich bildenden Schattengare schnell wieder aufleben. Beobachtungen werden fortgesetzt.

Schwadablegen hinter einem zweireihigen Vorratsroder

Nach dem Schlagen des Kartoffelkrautes wird in üblicher Form gerodet, und zwar wurde mit Absicht von dem normalen Siebkettenroder (VR 2) ausgegangen, der in den bayerischen Kartoffelanbaugebieten auf vielen Betrieben vorzufinden ist. Das Problem war, mit einfachen Zusätzen die Ablage der Kartoffeln so zu bewerkstelligen, daß ein gerader, schmaler Kartoffelschwad von etwa

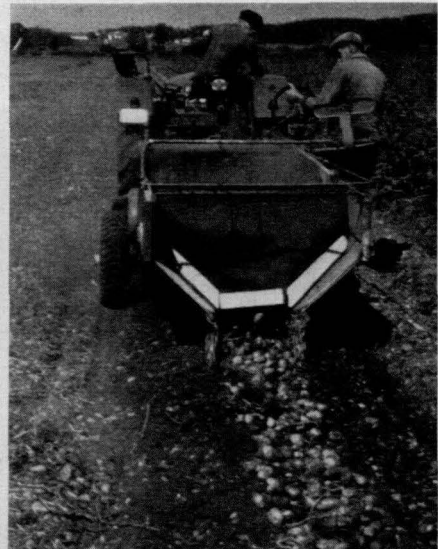


Bild 4: Veränderter VR 2 zur Schwadablage auf 40 cm. Seitliche Kettenbegrenzung durch Ketten, die das Springen der Kartoffeln gut verhindern



Bild 5: Kettenvorrichtung

40 cm Breite entstand. Die Herstellung solcher Schwaden ist durch verhältnismäßig einfache Abänderungen gut gelungen. Der serienmäßig vorhandene Schwadableger wurde durch einen zweiten ergänzt; außerdem wurde das Springen der Kartoffeln bei der Ablage durch eine Kettenbegrenzung verhindert (Bild 4 und 5). Durch diese Ketten wurde der Schwad auch dann glatt gezogen, wenn die Maschine in der Höhe verstellt wurde. Bild 6 zeigt die sauber ausgerichteten Schwaden auf einem größeren Feld, die dann an der Luft trocknen und anschließend aufgenommen werden können.

Beschädigungen beim Schwadablegen

Allerdings haben nach dem Einsatz ausgewertete Beschädigungsfeststellungen ergeben, daß das Zusammenführen von zwei Schwaden in einen bei großem Steinbesatz doch die Beschädigungen erhöht. Obgleich der Roder mit Gummiketten ausgerüstet war und wir bei den früheren Einsätzen (mit einem ZR 2) der Ansicht waren, daß die Beschädigungen vor allem von der Maschine kamen, hat sich später herausgestellt, daß das Gegeneinanderschlagen von Steinen und Kartoffeln bei der Schwadablage die Beschädigungen erhöht. Die Frage der Erhöhung der Beschädigungen durch die Schwadablage ist ein noch nicht gelöstes Problem und könnte gegebenenfalls durch langsamer laufende Ketten und ein besonders weiches Ablegen verbessert werden. Ob es sich ganz ausschalten läßt, scheint fraglich.

Schwadaufnahme

Die Aufnahmevorrichtung hat den Zweck, den vorbereiteten und einige Stunden zum Trocknen hingelegten Schwad sicher und verlustfrei aufzunehmen. Um zu veranschaulichen, welch außerordentlich hoher Steinanteil häufig auf den Schotterböden um



Bild 6: Erzielte saubere, abgetrocknete Doppelschwaden mit 50% Steinen und 50% Kartoffeln



Bild 7: Das normale Steine-Kartoffel-Verhältnis auf den Münchner Schotterböden

Der Doppelschwad eines VR 2 ist auf ein Band abgelegt und zur Veranschaulichung die Steine nach links, die Kartoffeln nach rechts gelegt. Diese Darstellung zeigt, welch großes Stein-Kartoffel-Verhältnis die Trennmaschinen zu bewältigen haben.

München anzutreffen ist, zeigt Bild 7 einen Doppelschwad, der auf ein Tuch abgelegt ist und bei dem die Steine nach links und die Kartoffeln nach rechts aussortiert sind. Man sieht daraus, daß etwa zwei Steine auf eine Kartoffel entfallen und viele Steine gleich groß wie die Kartoffeln sind. Man kann sich vorstellen, welche schwierigen Aufgaben eine Trennmaschine zu bewältigen hat³⁾.

Bild 8 zeigt den Aufnahmevorgang. Der normalen Siebkette mit Gummistäben ist die bereits erwähnte (mit 600 Umdrehungen) angetriebene Welle von 30 mm Durchmesser vorgelagert. Durch diese Anordnung wird eine gute und relativ beschädigungsarme Aufnahme des abgelegten Damms mit verhältnismäßig wenig Erde dazwischen erreicht. Unsere Erfahrungen kamen im einzelnen noch zu Folgendem:

Während die amerikanischen Vorbilder ein verhältnismäßig kleines Umlaufritzel vorne verwenden, damit die Stufe, die der Damm emporzuklettern hat, nicht zu groß wird, hat sich bei unseren Versuchen herausgestellt, daß die Größe des Umlaufritzels, wie wir anfangs annahmen, keine entscheidende Rolle spielt, wenn rechts und links Seitenbleche den Damm halten, so daß die sogenannten Ausbrechverluste vermieden werden. Die dargestellte Stauung ist erwünscht, da sie den Kartoffeldamm zwingt, auf die Siebkette zu gelangen. Die weit nach vorne ragenden Seitenbleche sind für eine saubere Arbeit unentbehrlich (Bild 8).

Während bei amerikanischen Maschinen nur ineinandergehängte Eisenstäbe verwendet werden (KOBELINSKY-Kette), wurde 1959

³⁾ Es sei bemerkt, daß gerade die Anwesenheit von Steinen im Boden das gute Wachstum der Kartoffeln auf diesen Böden begünstigt, so daß es also keinen Zweck haben würde, wie manchmal vorgeschlagen, die Steine aus den Kartoffeläckern auszulesen, was mit den heutigen technischen Mitteln vielleicht möglich wäre

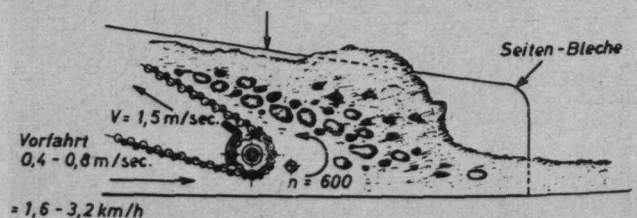


Bild 8: Aufnahme eines vom zweireihigen Vorratsroder abgelegten Schwades

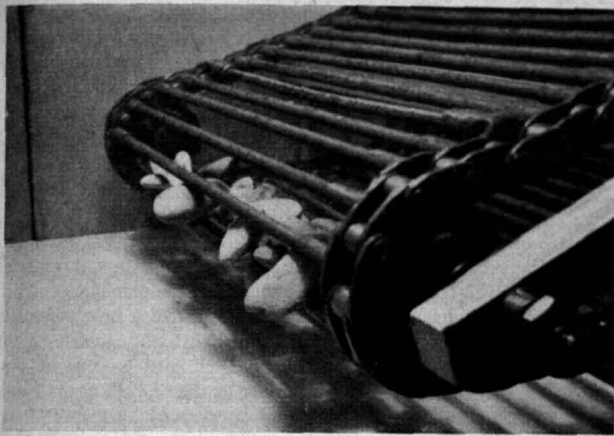


Bild 9: Steine im Korb

bei unseren Versuchen eine Rollenkette verwandt, die genügend Standfestigkeit für die Steinböden aufweist. Bei den Versuchen 1958 wurden Gummiketten verwendet, die sich auf Schotterböden nicht als dauerhaft genug gezeigt haben und bereits nach etwa 0,1 ha zu Bruch gingen oder sich zu stark dehnten. Es ist also für steinige Böden eine sehr solide Kette zu empfehlen. Der Antrieb der vorgelagerten Aufnahmewelle erfolgte durch einen Keilriemen und eine kurze Kette mit starker Übersetzung.

Reinigung der Kette

Es läßt sich nicht vermeiden, daß durch die Kette Steine fallen und sich vorne in dem umlaufenden Stab-„Korb“ so schnell vermehren, daß die Kette immer wieder stehen bleibt (Bild 9). Eine Reinigung nach der Seite tritt nicht ein. Wenn jedoch die Siebstäbe etwas außerhalb der Teilung gesetzt werden und sich dadurch beim vorderen Umlauf gegeneinander etwas öffnen, tritt eine Reinigung derart ein, daß die Steine nach vorne aus dem Korb wieder austreten (Bild 10). Wir haben bei unseren Versuchen die Exzentrizität so gesetzt, daß sich ein stärkeres Öffnen um 3 mm (von 19 auf 22 mm) Stababstand beim Umlauf einstellt. Es war erstaunlich festzustellen, daß bei kleinerer Öffnung die Kette sich vollsetzte und rasch die Sicherheitskupplung ansprach, während bei der um etwa 3 mm größeren Öffnung ein sauberes Reinigen der Kette eintrat. Auch die Umlaufgeschwindigkeit der Kette darf, um diesen Vorgang zu erzielen, nicht zu klein sein; sie lag bei 1,5 m/sec, damit die Steine ein gewisses Bestreben nach vorne haben, um aus dem Stab-„Korb“ austreten zu können.

Die Beobachtung dürfte für die Verwendung von allen Kartoffelerntragegeräten auf steinigem Böden wesentlich sein, da beispielsweise die heute meist verwendeten Gummiketten ein solches „Öffnen“ der Stäbe nicht aufweisen. Auch bei Gummiketten müßten die Stäbe etwas exzentrisch gesetzt werden, damit sich die Kette beim Umlauf von Steinen befreien kann. Im übrigen sind selbstverständlich auch Steinabweiser sowohl bei den Kettenritzeln als auch bei den Umlaufscheiben in steinigem Böden nötig und haben sich in der dargestellten Form bewährt.

Steinsortiervorrichtungen

Bei unseren Versuchen wurde eine ZIEGLER-Trennvorrichtung verwendet, die schon vor unseren Versuchen vorhanden und zu einer Zapfwellen-Aufsammelmaschine in der Institutswerkstatt umgebaut worden war (Bild 11). Die Arbeitsweise der Maschine geht aus Bild 11 hervor. Nach der Aufnahmevorrichtung durchläuft der Kartoffel-Stein-Strom die übliche Kettensiebvorrichtung, dann ein Hubrad und kommt auf die Trennvorrichtung nach ZIEGLER, in der die Steine etwas steiler und die Kartoffeln etwas flacher wandern. Der Ausleseprozeß wird noch unten beschrieben. Die Fehler, welche die Maschine in ihrer Trennvorrichtung macht, werden an Verlesebändern durch drei bis vier Personen ausgemergelt und die Kartoffeln auf einen nebenherfahrenden Wagen überladen. Die obige Trennvorrichtung wurde zunächst in stationären Institutsversuchen getestet und hat dabei ihre grundsätzliche Brauchbarkeit zum Trennen von Steinen und Kartoffeln erwiesen.

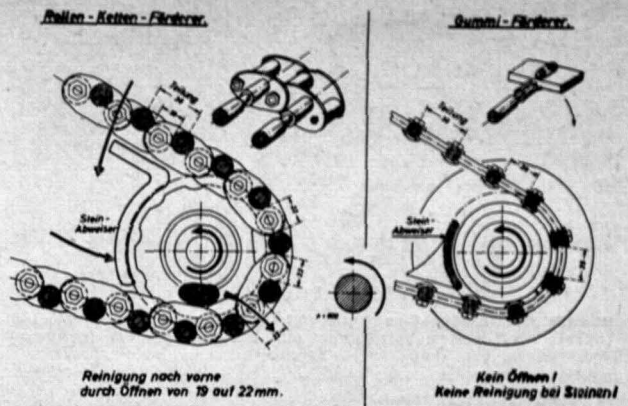


Bild 10: Öffnen der Siebkette durch exzentrisch angeordnete Siebstäbe

Die gefundenen Werte sind in Bild 12 dargestellt. Bei Mischungsverhältnissen von 100 Stück Kartoffeln zu 50 Stück Steinen oder 100 Stück Kartoffeln zu 150 Stück Steinen und Stundenleistungen von 3000 bis 6000 kg sind die Fehlleitungen von Steinen und Kartoffeln zum Gesamtaufgabegut in Prozent ermittelt und aufgetragen.

Aus dem Kurvenanstieg der fehlgeleiteten Kartoffeln ist zu erkennen, bei welcher Stundenleistung und bei welchem Mischungsverhältnis eine zusätzliche Arbeitskraft den Anteil an fehlgeleiteten Kartoffeln korrigieren muß. Ähnlich sieht es bei den fehlgeleiteten Steinen aus, die bei Normalbedienung (3 Mann) im Kartoffelstrom verbleiben würden, wenn keine Korrektur von einer zusätzlichen Bedienungsperson vorgenommen werden würde.

Die Messungen ergaben eine relativ hohe Leistung der Trennorgane sowie Fehler an fehlgeleiteten Steinen und Kartoffeln, die sich in tragbaren Grenzen halten und im einzelnen Bild 12 entnommen werden können.

Der grundsätzliche Trenneffekt der ZIEGLERSCHEN Steintrennvorrichtung geht davon aus, daß Steine oder runde „Kiesel“ etwa 2,7mal schwerer sind als eine Kartoffel gleicher Größe. Wird das spezifische Gewicht einer Kartoffel also mit 1 angenommen, so hat nach unseren Feststellungen eine Klute ein spezifisches Gewicht von 1,8; ein Stein von 2,7. Da die Steine genauso glatt und

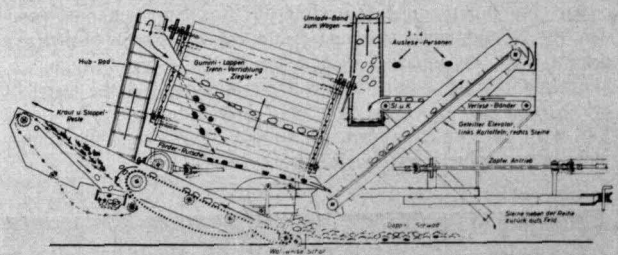


Bild 11: Stein-Trenn-Maschine „Ziegler“ als Zapfwellen-Sammelmaschine

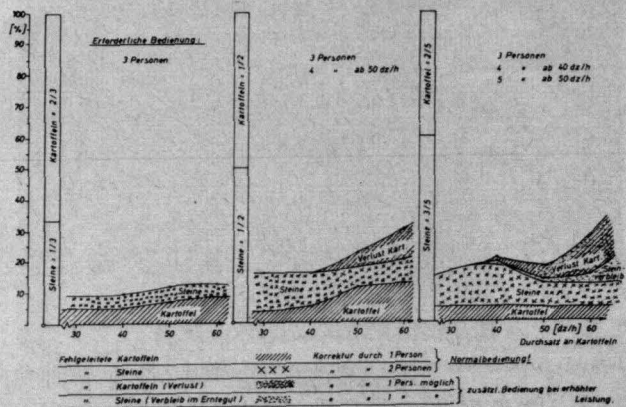


Bild 12: Trenn-Leistungen der „Ziegler“-Maschine auf dem Prüfstand

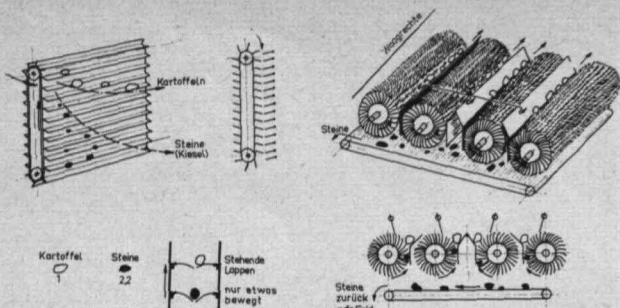


Bild 13: Stein-Auslese-Vorrichtung mit Gummilappen „System Ziegler“ (links): Stein-Auslese-Vorrichtung mit Bürsten „System Niemeyer“ (rechts)

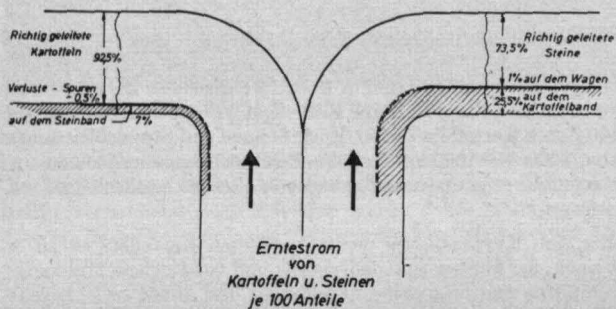


Bild 14: Sankey-Diagramme vom Kartoffel-Steinverhältnis (Trenn-System „Ziegler“)

eiförmig sind wie die Kartoffeln, ist nur unter der Ausnützung des spezifischen Gewichtes eine Trennung denkbar. Erstmals wurde dies von ZIEGLER praktisch gelöst aus der Erkenntnis, daß der Kiesel eher in der Lage ist, einen Gummilappen nach unten zu drücken als eine Kartoffel und dadurch steiler fällt. Die Trennvorrichtung besteht aus einem umlaufenden Gummilappenband, welches an einer jalousieartigen weiteren Gummilappenvorrichtung nach aufwärts gleitet, wobei die Kartoffeln etwas nach oben gefördert werden, die Steine jedoch durch ihre größere Schwere die Lappen mehr durchdrücken und senkrechter fallen (Bild 13 links). Der Effekt der Trennung wird also durch das Umbiegen von Gummilappen erreicht. In der Zwischenzeit ist als Trennorgan eine Bürstenvorrichtung (Bild 13 rechts) bekanntgeworden, die Nylonbürsten verwendet und von der Firma NIEMEYER gebaut wird. Bei einem Vergleich der beiden Vorrichtungen erkennt man, daß in beiden Fällen das größere spezifische Gewicht des Kiesels gegenüber der Kartoffel ausgenutzt wird. In einem Fall wird ein Gummilappen, im anderen Fall eine Nylonbürste mehr oder weniger zurückgedrückt.



Bild 15: Trennergebnis der Ziegler-Maschine. Die Fehler werden durch Nachlesen ausgemerzt

Sowohl in den sortierten Kartoffeln (links) sind Steine 12—20% als auch in den aussortierten Steinen (rechts) sind Kartoffeln (etwa 8—10%). Im allgemeinen genügen auf der Kartoffel-Seite zwei Nachlesepersonen, rechts eine Person

Bei unseren Versuchen wurde noch die ZIEGLERsche Vorrichtung verwendet, weil sie vor zwei Jahren bekannt war, während die Bürstenvorrichtung von NIEMEYER jüngeren Datums ist. Die Bürstenvorrichtung ermöglicht eine sehr geschickte Gesamtanordnung, ist kleiner, auch nach Testversuchen exakter in der Trennarbeit und scheint daher auf die Dauer für derartige Trennmaschinen geeigneter.

Die stationär erreichten Leistungen bei der ZIEGLER-Trennvorrichtung waren recht beachtlich, die Fehler sind in Bild 14 in einem doppelten SANKEY-Diagramm aufgezeigt. Auch im Feldversuch konnten mit den zwei ZIEGLER-Trennorganen während der Fahrt rund 50—70 dz Trennleistung stündlich erreicht werden, so daß eine Tagesleistung von 400 dz abzüglich aller Leerlaufzeiten mit einer solchen Maschine möglich erscheint und auch erreicht wurden. Diese Tagesleistung ist beachtlich und entspricht den Ansprüchen der Betriebe. Wegen dieser großen Leistung ist auch der bei kleineren Maschinen übliche Bunker nicht verwendbar. Infolge der Aufnahme von zwei Kartoffelreihen müßte ein Bunker alle 200 m entleert oder sein Fassungsvermögen verdoppelt werden. Bei der vorliegenden Maschine ist zunächst das Nebenherfahren von Wagen angewendet worden; es wäre aber auch ein großer Überkopfbunker denkbar. Der Arbeitskräftebesatz der Maschine setzte sich bei unseren Einsätzen wie folgt zusammen: ein Schlepper mit Schlepperfahrer zieht die Maschine, die im allgemeinen von drei bis vier Nachlesepersonen besetzt sein müßte. Hinzu kommt der nebenherfahrende Wagen mit einem weiteren Schlepperfahrer, der die geernteten Kartoffeln abfährt (Tafel 1).

An der Auslesevorrichtung von ZIEGLER wurde grundsätzlich nichts geändert. Es erscheint möglich, daß durch anderes Material in den Gummilappen oder Federung derselben oder durch ein Vorsortieren der Kartoffeln (in kleine Steine und kleine Kartoffeln auf der einen Seite und große Steine und große Kartoffeln auf der anderen Seite) noch Verbesserungen der Trennschärfe erzielt werden können. Damit könnte erreicht werden, daß nur ein bis zwei Personen statt bisher drei bis vier auf der Maschine postiert werden müssen. Es hat sich allerdings gezeigt, daß die Maschine infolge ihres Ausleseprinzips auch gegen Bodenwellen und kleinere Hänge empfindlich ist und auch die Tiefeneinstellung genau eingehalten werden muß, weil sonst die Maschine Fehler macht oder in ihrer Leistung abfällt. Weniger empfindlich ist die Maschine jedoch gegen kürzeres Kartoffelkraut und Stolonen, die bei der Bürstenmaschine Schwierigkeiten zu machen scheinen. Feuchtigkeit beeinflußt die Leistung der ZIEGLER-Maschine nur wenig. Die Trennergebnisse und die Arbeit der Verlesepersonen sind in Bild 15 dargestellt. Gegebenenfalls könnte das Trennergebnis der Maschine (Bild 12) auch noch durch andere Scharformen verbessert werden, die es möglich machen, weniger Steine und Kartoffeln durch die Maschine zu befördern. Es wird heute allgemein angestrebt, möglichst flach zu roden und die Kartoffeln flach anzubauen, so daß neue Rodeschare zur Diskussion stehen [6]. Das auf den Schotterböden vielfach verwendete Spatenschar hat, da es weniger zum Verstopfen neigt, sich wohl am besten bewährt, ein zweireihiges Roden bringt dagegen immer etwas mehr Steine und Material auf die Maschine.

Tafel 1: Sieb-Leistungen und Arbeitskräftebesatz bei verschiedenen Sammelernte-Verfahren
Vergleichswerte vom Versuch in Grub 1959

	Sammelernter m. Bunker		Zweigeteiltes Verfahren		
	Kraut- abschlagen od. Kraut- abörennen	Sammel- ernte (max. W.)	Kraut- hacksein	Roden	Sammel- ernte (max. W.)
Stundenleistung dz/h		30 (45)			62,3 (74,35)
Flächenleistung (bei 70% Netto- Arbeitszeit) in 10 Std. ha	5	0,66(1)	5	5	1,36 (1,66)
Bedienungs-AK	1	4 (4)	1	2	6 (davon 2 Schlepper- Fahrer)
Arbeitskräfte- stunden AKh/ha	2	60 (40)	2	4	44 (36)
Summe der AKh/ha		62 (42)			50 (42)

Kritische Betrachtungen zum zweigeteilten Verfahren

Aus den obigen Angaben geht hervor, daß das zweigeteilte Verfahren drei Arbeitsgänge benötigt:

1. das Kartoffelkrautschlagen;
2. das Ablegen von ein oder zwei Schwaden zum Trocknen und
3. das Aufsammeln und den Trennvorgang.

Optisch ist das zweigeteilte Verfahren somit sehr maschinen- und arbeitsaufwendig. Bei näherer Betrachtung ergeben sich jedoch auf schwierigen Bodenverhältnissen dann und wann beachtliche Vorteile gegenüber dem normalen Sammelernteverfahren. Aus Tafel 1 sind die Leistungen zu entnehmen, die schon im vergangenen Sommer mit der untersuchten Maschine recht beachtlich waren und unter Berücksichtigung von 30% Rüst- und Verlustzeiten in einer Arbeitszeit von 10 Std/Tag bei 1,36 ha lagen. Es wurden dabei sechs Arbeitskräfte benötigt, davon zwei Schlepperfahrer. Eine Gegenüberstellung mit dem normalen Sammelernter mit Bunker ergibt, daß bereits weniger Arbeitskraftstunden (50 zu 62) bei dem zweigeteilten Verfahren benötigt wurden.

Aus diesem Grunde erscheint das zweigeteilte Verfahren — auch weil es im allgemeinen zwei Schwaden in einem sammelt — besonders für die Weiterentwicklung von größeren Maschinen aussichtsreich. Es sollte wegen der verschiedenen und wechselnden Feldbedingungen jedoch immer möglich sein, auch an solche Trenn- und Auslesemaschinen wahlweise ein normales Schar einsetzen zu können, so daß sowohl im zweigeteilten als auch im direkten Verfahren gearbeitet werden kann. Hierdurch wäre die Ausnutzungsmöglichkeit der Maschine verbessert.

Ein besonders kritischer Punkt ist dagegen beim zweigeteilten Verfahren zweifellos immer wieder die Frage der Beschädigungen der Knollen durch die mechanischen Trennorgane der Maschine und durch den großen Steinanteil, also dadurch, daß die Steine die übrigen Kartoffeln verletzen. Wie schon in den Untersuchungen von HECHELMANN und SPECHT [3] festgestellt wurde, steigen die Beschädigungen durch die zweimalige maschinelle Behandlung beim zweigeteilten Verfahren an. Dies ist auch unsere Feststellung. Die Härtung der Kartoffelschale wirkt diesem Umstand zwar entgegen; wie stark, dürfte meßtechnisch schwer erfassbar und sehr unterschiedlich sein. Von uns durchgeführte Vergleichsmessungen im Sommer 1959 zeigten, daß schon die normalen Vorratsroder durch zu schnelles Absieben auf der vorderen Kette große Beschädigungszahlen aufwiesen (etwa 75%) und der nach zwei Stunden durchgeführte zweite Arbeitsgang keinen wesentlichen Zuwachs brachte. Das würde für die Zweiteilung sprechen. Unsere Feststellungen konnten aber vorderhand nur Anhaltspunkte geben und werden fortgesetzt. Sie zeigen, daß sowohl die Vollerntemaschinen als auch Maschinen, die im zweigeteilten Verfahren arbeiten, das Beschädigungsproblem besonders aufrufen. Für das zweigeteilte Verfahren müßten alle Vorkehrungen getroffen werden, um eine möglichst schonende Behandlung der Kartoffeln durch alle Organe zu erreichen, während Beschädigungen durch die Steine bei dem großen Steinanteil wohl niemals ganz beseitigt werden können.

Im ersten Arbeitsgang ist die Mitnahme eines reichlichen Erdpolsters empfehlenswert, möglicherweise auch die Abdeckung der Sieborgane, um ein zu frühes Absieben der Erde im Vorratsroder zu vermeiden. Ebenfalls wären Vorratsroder mit nur einer Kette ohne Fallstufe in den gut siebfähigen Böden der Schotterebene erwägenswert.

Klare Vorteile dürfte das zweigeteilte Verfahren aber vor allem bei den besonders schweren Böden haben, die in einem Arbeitsgang nicht genügend abgesiebt werden können, wobei nicht nur der Vorteil der besseren Siebung, sondern auch der härteren Schale ausgenutzt werden kann. Ebenso ist die Methode des Kraut- und Unkrautschlagens besonders in schwierigen und verunkrauteten Feldern am Platz, wo eine mechanische Ernte sonst sehr beeinträchtigt wäre.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen haben eine Reihe von Ergebnissen gezeigt und wertvolle Beobachtungen erbracht. Es wurde

über den Einsatz des Schlegelfeldhäckslers zum Kartoffelkrautschlagen und die technischen Möglichkeiten zur Ablage eines 40 cm breiten Kartoffelschwades berichtet. Außerdem wurde die Schwadaufnahme durch eine umgebauter Trennvorrichtung (System ZIEGLER) in steinig und normalen Böden untersucht. Dabei ergab sich, daß die Aufnahme bei Beachtung gewisser Regeln ohne weiteres möglich ist und auch Dauerbetrieb aushält. Für die Reinigung der Kette von durchgefallenen Steinen sind besondere Vorkehrungen zu treffen.

Mit dem zweigeteilten Verfahren lassen sich große Flächenleistungen erzielen, so daß dieses Verfahren für die Entwicklung von Großmaschinen aussichtsreich erscheint.

Ob die durch die zweimalige mechanische Behandlung erhöhte Beschädigungsgefahr durch die Schalenhärtung kompensiert werden kann, scheint zum mindesten für stark steinige Böden dagegen vorerst fraglich. Die Aufnahmevorrichtung sollte wahlweise durch Schare ersetzt werden können, so daß sowohl das direkte als auch das zweigeteilte Ernteverfahren ausführbar ist. Mit der Sortierung nach Schwere können Kiesel und Steine von den Knollen getrennt werden. Die ZIEGLERsche Vorrichtung wurde grundsätzlich als leistungsfähig und brauchbar erkannt.

Schrifttum

- [1] LUTZ, J. M., A. D. EDGAR und A. H. GLAVES: Reducing injuries in grading stored potatoes. *Am. Potato Journ.* 29 (1952) S. 234—240
HOPKINS, R. B.: The reduction of injuries to potato tubers through the use of padding materials. *Am. Potato Journ.* 30 (1953), S. 247—255
HOPKINS, R. B.: Effect of potato digger design on tuber injury. *Agricultural Engineering* 37 (1956), S. 109—110
GLAVES, A. H.: Research and recent developments in mechanical harvesting and bulk handling of potatoes in the Red River Valley. — Bureau of Plant Industry, Soils and Agricultural Engineering, U.S.D.A., East Grand Forks 1952
DOWNING, L. J., P. V. HEMPHILL und R. SCHEKLE: Observations of potato harvesting cost. — *Agricultural Economics Report*, April 1953. Red River Valley Potato Research Center Cooperating, Fargo, North Dakota
GREENE, R. E. L., und andere: Mechanical harvesting and bulk handling of potatoes in Florida and Alabama. — *Agricultural Economics Report*, Januar 1954. Florida Agricultural Experiment Station, Gainesville, Florida
A Potato Digger Without a Share. *Farm Implement and Machinery Review* 83 (1957), S. 881—882
- [2] LAMPE, K.: Entwicklung und Erprobung einer Methode zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen. *Diss.* Bonn 1959
- [3] HECHELMANN, Hg., und A. SPECHT: Erfolgreiche Mechanisierung im Kartoffelbau. *Der Kartoffelbau* 8 (1957), S. 120—124
- [4] BAADER, W.: Das zweiteilige Kartoffelernteverfahren. *Landbauforschung* 8 (1959), S. 32—34
- [5] BRENNER, W. G., und K. GRIMM: Erfahrungen beim Einsatz eines Schlegelfeldhäckslers. *Landtechnik* 15 (1960), S. 155—159

Résumé

Walter G. Brenner und Klaus Grimm: "Potato Harvesting in Two Stages".

The present investigations have brought to light a number of useful results and observations.

The use of "Beater-type" swath cutters for cutting down potato tops and the possibilities of cutting a swath 40 cm in width are reported upon. Swath-cutting on stony and normal soils was also investigated. The results showed that, as long as certain conditions were observed, this is possible and that it can also be performed over long periods. Special arrangements must be made for freeing the chain from stones. Large areas can be worked with the two-stage system and the design and development of special large-scale machinery is considered feasible.

Whether the increased risk of damage to the crop resulting from the double mechanical handling can be compensated by skin hardening appears doubtful at the present time as far as stony soils are concerned. It should be made possible to interchange the collector equipment with plough-shares, so that single and double-stage harvesting can be performed as required. The method of sorting the crop by weight enables stones and gravel to be separated from the potatoes. The "Ziegler" method was recognised as being satisfactory in all respects.

Walter G. Brenner et Klaus Grimm: «La récolte des pommes de terre en deux opérations successives.»

Les recherches mentionnées ont abouti à certains résultats et ont permis de faire des observations révélatrices. Les auteurs décrivent l'utilisation d'une faucheuse-hacheuse mobile à rotor pour la destruction des fanes et les possibilités techniques pour le groupage des pommes de terre en une ligne de 40 cm de largeur. On a en outre essayé de ramasser à l'aide du trieur Ziegler rendu mobile les pommes

de terre déposées en ligne sur une terre pierreuse et une terre normale. On a constaté que le ramassage est possible sans aucune difficulté en observant certaines règles. Les pierres pénétrées entre les mailles de la chaîne sont éliminées automatiquement grâce à une conception spéciale de la chaîne.

La récolte en deux opérations permet d'atteindre à une productivité de surface élevée et il semble avantageux d'étudier la construction de grandes machines pour cette méthode.

Cependant, il n'est pas encore certain que le risque de détériorations plus élevé auquel sont exposées les pommes de terre par les deux manipulations mécaniques successives soit compensé par le durcissement plus grand de la peau, surtout en cas de terre très pierreuse. Il doit être possible, dans certains cas, de remplacer le dispositif de ramassage par des socs afin de permettre d'effectuer la récolte aussi bien en une opération qu'en deux. Le triage basé sur le poids permet de séparer les pierres et cailloux des pommes de terre. Le trieur Ziegler transformé a été reconnu en principe comme efficace et utile.

Walter G. Brenner y Klaus Grimm: «Cosecha de patatas en dos operaciones.»

Estas investigaciones han dado toda una serie de resultados y han permitido hacer observaciones dignas de tener en cuenta.

Este trabajo da una información sobre el empleo de la picadora de forrajes en el campo con mazos para batir las hojas de las plantas de patata y sobre posibilidades técnicas para la formación de gavillas de patata en una franja de 40 cm de ancho. Se ha investigado al mismo tiempo la recogida de estas gavillas en terreno normal como en terreno pedregoso. Se ha echado de ver que la recogida es posible con tal que se observen ciertas reglas, también en trabajo continuo. Ha que prever ciertos dispositivos para proteger la cadena de las piedras.

Con el procedimiento de cosecha en dos operaciones se pueden conseguir rendimientos buenos en superficies grandes, por lo que el procedimiento resulta prometedor para el desarrollo de máquinas grandes.

En cambio por ahora queda dudosa la cuestión del deterioro, a causa del tratamiento mecánico doble, por lo menos en terreno pedregoso, compensándolo por el endurecimiento de la piel. Convendría prever la sustitución del dispositivo de recoger por rejas, de manera que la máquina pueda emplearse tanto para el procedimiento de cosecha directo, como también para el de dos operaciones. Las piedras o la grava puede separarse de los tubérculos por peso, habiéndose demostrado que el dispositivo «ZIEGLER» resulta útil y de buenos rendimientos.