

Daraus ist zu folgern: Soll die Beschädigungsempfindlichkeit auf ein Mindestmaß beschränkt werden, so muß vor allem auf schwereren Böden für eine möglichst flache Pflanzung gesorgt werden. In nassen Jahren bzw. in feuchten Klimagebieten ist allerdings mit einer bedeutenden Beeinflussung der Knollenfestigkeit durch die Pflanztiefe kaum zu rechnen, wie in früheren Untersuchungen gezeigt werden konnte (4).

Zusammenfassung

Die vermehrte Anwendung hochmechanisierter Ernteverfahren erhöht die Gefahr einer stärkeren mechanischen Beanspruchung der Kartoffelknollen. Die Kenntnis der Empfindlichkeit der Kartoffelknollen selbst ist eine wesentliche Voraussetzung, um die Verletzungen auf ein Mindestmaß beschränken zu können. Im Institut wurde ein Gerät entwickelt, mit dem die Empfindlichkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen gemessen werden kann. Das Meßgerät arbeitet nach dem Prinzip der Laufgewichtswaage. Es ist in zweijährigen Versuchsreihen erprobt worden. Als Meßwert dient die Kraft, welche die zu untersuchende Knolle dem Eindringen eines Druckstiftes entgegensetzt. Die vorliegenden Untersuchungen sollen über das Empfindlichkeitsverhalten der Knollen vor und nach der Ernte Aufschluß geben.

Bei der Entfernung des Krautes durch Schlagen oder Ziehen lange vor der natürlichen Abreife muß mit einem Ansteigen der Empfindlichkeit gerechnet werden. Erfolgt die Krautbeseitigung nur aus erntetechnischen Gründen kurz vor der Abreife, so

ist mit einer Beeinflussung der Beschädigungsempfindlichkeit kaum zu rechnen. Ein Abtrocknenlassen der Knollen auf dem Feld, entweder im Zusammenhang mit dem zweiteiligen Ernteverfahren oder bei normaler Vorraternte, kann unter günstigen klimatischen Verhältnissen (hohem Sättigungsdefizit etc.) zu einer Steigerung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Beschädigungen führen, wie in Feld- und Laborversuchen gezeigt werden konnte. — Möglichst flaches Pflanzen der Kartoffeln kann zur Senkung der Beschädigungsempfindlichkeit beitragen. Der Erfolg wird allerdings von Boden und Klima stark beeinflusst. — Bei allen Versuchen konnte eine sehr deutliche Sorteneigentümlichkeit festgestellt werden, die weitere Versuche mit möglichst vielen Sorten erforderlich macht, bevor daraus zu folgernde Ratschläge für die Praxis gegeben werden können.

Schrifttumsnachweis

1. HALLER, N. H.: Fruit pressur testers and their practical applications. — Unif. State Dep. of Agric. (1941) Circular No. 627.
2. WEINGRABER, H. v.: Technische Härtemessung. — München: Hansen 1952.
3. WITZ, R. L.: Measuring resistance of potatoes to bruising. — Agric. Eng. 35 (1954) S. 241—244.
4. LAMPE, K.: Entwicklung und Erprobung einer Methode zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen. — Bonn, Diss. v. 1958.
5. BAADER, W.: Das zweiteilige Ernteverfahren. — Landbauforsch. 8 (1958) H. 2, S. 32—34.
6. WERNER, H. O.: The cause and prevention of mechanical injury to potatoes. — University of Nebraska USA (1931) Bulletin No. 260.

Ehrhard Schäfer, Institut für Landmaschinenforschung

TRENNUNG DER BEIMENGENGEN VON KARTOFFELN IN SAMMELRODERN*

Bei der Kartoffelernte mit dem Sammelroder sind nach dem Absieben der Erde und dem Abtrennen des Krautes normalerweise noch Steine und Kluten im Erntegutstrom vorhanden. Die Trennung dieser Beimengungen von den Kartoffeln wird durch die stark wechselnde Belastung des Trennorgans und durch den sehr unterschiedlichen Anteil der Beimengungen beeinflusst. Dabei ist unter Belastung die dem Trennorgan in der Zeiteinheit zugeführte Anzahl von Knollen zu verstehen.

Die Belastung des Trennorgans mit Kartoffeln ist von der Fahrgeschwindigkeit, dem Ertrag und dem mittleren Knollengewicht abhängig. Diese gegenseitigen Beziehungen sind in Bild 1 dargestellt. Bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit und durchschnittlichem Ertrag wird das Trennorgan mit etwa 1000 Knollen/min belastet. Hinzu kommen die Beimengungen, die in ungünstigen Fällen 100 und mehr Stückprozent (Kartoffeln = 100 %) betragen können. Der Anteil der Steine und Kluten im Erntegut läßt sich durch flaches Roden erheblich verringern. Voraussetzung dafür ist aber flaches Legen der Pflanzkartoffeln. Die Grundlage für den richtigen Einsatz eines Sammelrodern bildet daher schon das richtige Pflanzen der Kartoffeln (1).

* Feldversuche

Die im Erntegut verbliebenen Steine und Kluten können durch drei verschiedene Verfahren von den Kartoffeln getrennt werden:

1. Die Beimengungen werden von Hand auf einem Verleseband ausgelesen.
2. Die Kartoffeln werden von Hand auf einem Verleseband ausgelesen.
3. Der gesamte Erntegutstrom wird durch ein mechanisches Trennorgan in einen Kartoffel- und einen Beimengungenstrom aufgeteilt. Fehlgeleitete Kartoffeln oder Beimengungen werden von Hand ausgelesen.

Eine Handauslese der Beimengungen ist nur bei kleineren Anteilen zweckmäßig. Bei höheren Anteilen kann das umgekehrte Verfahren von Vorteil sein. Dabei sind zur vollständigen Auslese der Kartoffeln mindestens 4 Personen erforderlich. Dieser hohe Aufwand an Arbeitskräften läßt sich bei steigender Zahl der Beimengungen durch eine mechanische Trennung herabsetzen (Verfahren 3).

Mechanische Trennung

Die mechanische Trennung eines Gemenges ist nur dann möglich, wenn sich die Bestandteile in wenigstens einer physikalischen Eigenschaft unter-

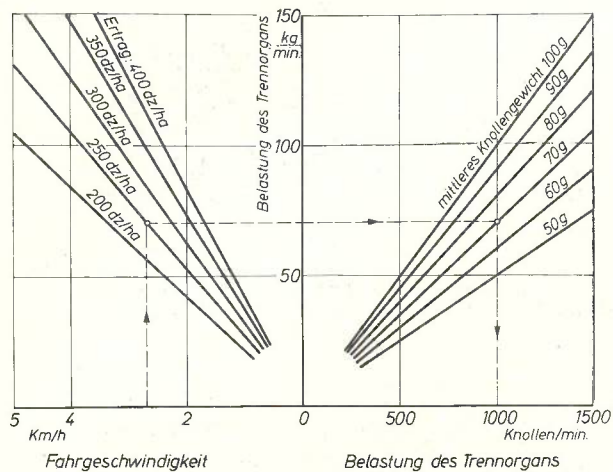


Bild 1: Belastung des Trennorgans mit Kartoffeln in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, dem Ertrag und dem mittleren Knollengewicht.

Beispiel: Fahrgeschwindigkeit 2,7 km/h, Ertrag 250 dz/ha, mittleres Knollengewicht 70 g. Ergebnis: Belastung 1000 Knollen/min.

scheiden. Zur Trennung von Kartoffeln und Beimengungen können herangezogen werden:

1. Spezifisches Gewicht
2. Rollwiderstandsbeiwert
3. Luftwiderstandsbeiwert
4. Härte
5. Elastizität.

Im Mittel beträgt das spezifische Gewicht der Kartoffeln 1,1 g/cm³, der Kluten 1,9 g/cm³ und der Steine 2,5 g/cm³. Die Trennung kann sehr sicher durch Flotation (Wasser, Sand) erfolgen. Derartige Verfahren haben sich aber wegen des erforderlichen großen Aufwandes und aus anderen Gründen nicht durchsetzen können. Dagegen sind Verfahren entwickelt worden, bei denen die Trennung nach dem unterschiedlichen spezifischen Gewicht auf einem schwingenden Sieb aus schmalen, elastischen Gummibändern oder durch Bürstenwalzen geschieht. Bei diesen Verfahren kann das Ergebnis der Trennung stark von der Größenzusammensetzung der zu trennenden Körper beeinflusst werden.

Über die Größe der Roll- und Luftwiderstandsbeiwerte liegen nur wenige Messungen vor (2, 3). Diese ergeben für Kartoffeln und Beimengungen sich gegenseitig überdeckende Streubereiche, so daß eine vollständige Trennung nicht möglich sein kann. Trotzdem beruht die Mehrzahl der heute in Sammelroder eingebauten Trennorgane auf einer Anwendung des Trennverfahrens nach dem unterschiedlichen Rollwiderstandsbeiwert. Dem Nachteil einer nicht vollständigen Trennung stehen einige Vorteile gegenüber. Insbesondere läßt sich das Trennelement als schräge Ebene ohne großen konstruktiven Aufwand ausführen und ermöglicht eine schonende Behandlung der Knollen. Wird der Luftwiderstandsbeiwert zur Trennung benutzt, so muß ein Luftstrom hoher Geschwindigkeit erzeugt werden. Derartige Verfahren sind noch nicht über das Versuchsstadium hinausgekommen, da das erforderliche Gebläse eine hohe Antriebsleistung benötigt.

Eine Trennung der Beimengungen von den Kartoffeln ausschließlich auf Grund der unterschiedlichen Härte oder Elastizität läßt sich wegen der unvermeidlichen hohen Knollenbeschädigungen nicht durchführen.

Feldversuche

Um einen Überblick zu bekommen, bis zu welchem Grade heute Sammelroder die Trennung mechanisch durchzuführen vermögen, wurden in der Ernteperiode 1958 an 3 Maschinen mit verschiedenen Trennorganen Messungen vorgenommen. Da die Roder nicht gleichzeitig zur Verfügung standen, mußten sie jeweils auf anderen Feldern eingesetzt werden. Die Kennwerte der benutzten Kartoffelschläge sind in der Übersicht 1 zusammengestellt. Die Beimengungen im Erntegutstrom vor dem Trennorgan sind in Stück- oder Gewichtsprozent, bezogen auf die Stückzahl oder das Gewicht der Kartoffeln, angegeben.

Die Trennorgane wurden während des normalen Rodebetriebes untersucht; es wurden die Einstellungen benutzt, die die eingearbeitete Bedienungsmannschaft als zweckmäßig herausgefunden hatte.

Übersicht 1
Kennwerte der Versuchsflächen

Roder	A	A	B	C
Einsatzort	Völkenrode	Barum	Völkenrode	Barwedel
Kartoffelsorte	Sirtema	Augusta	Erdmanna	Heida
Kartoffelkraut	abgestorben	abgestorben	geschlagen abgetrocknet	abgestorben
Verunkrautung	stark	mäßig	keine	keine
Ertrag (dz/ha)	327	200	380	268
Durchschnittliches Knollengewicht (g)	81,6	52,9	78,9	70,5
Fahrgeschwindigkeit (km/h)	3,06	2,59	1,98	2,02
Belastung des Trennorgans (Knollen/min)	1280	1000	990	790
Anteil der Beimengungen im Erntegutstrom vor dem Trennorgan (Kartoffeln = 100 %):				
Steine (Stück %)*	16,3	17,3	19,1	85,5
Steine (Gewicht %)*	17,2	36,9	25,4	92,0
Erde + Kluten (Gewicht %)	41,5	0	0	0
Kraut + Unkraut (Gewicht %)	8,6	6,09	2,1	0

* Steine diluvialen Ursprungs

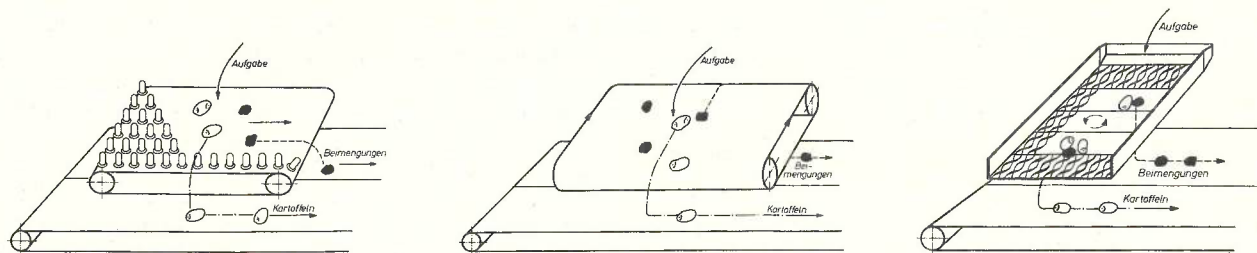


Bild 2: Untersuchte Trennorgane. Von links nach rechts: a) In Aufgaberichtung abfallendes, querlaufendes Trennband mit Gummifingern; b) In Aufgaberichtung abfallendes gegenlaufendes Trennband mit glatter Oberfläche; c) Gummistrippensieb.

Jede Messung erfolgte beim Durchfahren einer auf dem Kartoffelschlag abgesteckten Meßstrecke von 25 m Länge. Die Versuche ergaben folgende Ergebnisse:

Trennorgan A

In Aufgaberichtung abfallendes, querlaufendes Trennband mit Gummifingern (Bild 2 a): Die Kartoffeln rollen über die von den Fingerkuppen gebildete schräge Ebene herab und gelangen auf ein Verleseband. Die Beimengungen sollen von den Fingern festgehalten und seitlich auf ein zweites Verleseband gebracht werden. Die Fehlleitungen werden von Hand korrigiert.

Die Ergebnisse der Versuche sind in Übersicht 2 zusammengestellt. Die Leitgütegrade für Kartoffeln und Steine sind in Stückprozent und Gewichtsprozent angegeben. Dabei ist unter Leitgütegrad das Verhältnis der durch das Trennorgan richtig geleiteten Kartoffeln (Steine, Kluten, Erde, Kraut) zu den insgesamt vorhandenen Kartoffeln (Steinen, Kluten, Erde, Kraut) zu verstehen. Um die an zwei verschiedenen Orten vorgenommenen Messungen miteinander vergleichen zu können, wurde die Neigung des Gummifingerbandes so eingestellt, daß sich ein ungefähr gleicher Kartoffel-Leitgütegrad ergab.

Übersicht 2
Trennorgan A

Kartoffeln		Leitgütegrade Steine		Kraut
Stück %	Gew. %	Stück %	Gew. %	Gew. %
78,0	88,8	57,1	42,0	93,2
78,4	88,0	42,5	27,6	100,0

Trennorgan B

In Aufgaberichtung abfallendes, gegenlaufendes Trennband mit glatter Oberfläche (Bild 2 b): Die Kartoffeln rollen infolge ihres kleineren Rollwiderstandsbeiwertes entgegen der Laufrichtung neigungsabwärts, während die Beimengungen nach oben mitgenommen werden sollen. Die so entstandenen Teilströme fallen auf je ein Verleseband. Bei diesem Trennorgan wurde zusätzlich der Einfluß der Bandneigung auf das Trennergebnis geklärt. In Bild 3 sind die gemessenen Leitgütegrade für Kartoffeln und Steine über der Neigung des Trennbandes aufgetragen. Der Kartoffel-Leitgütegrad steigt mit wachsender Bandneigung zuerst ungefähr linear an und erreicht bei einer extrem hohen Neigung 100 %, weil die Gewichtskompo-

nente der rollenden Körper in Bandebene mit wachsender Neigung zunimmt und gleichzeitig die Stoßrichtung auf das Trennband flacher wird. Dadurch werden Kartoffeln mit einem größeren Rollwiderstandsbeiwert richtig geleitet. Andererseits werden aber mehr Steine fehlgeleitet, so daß sich mit zunehmender Bandneigung der Stein-Leitgütegrad verschlechtert. In der Übersicht 3 sind für eine Neigung von 19° die gemittelten Leitgütegrade angegeben.

Übersicht 3
Trennorgan B

Kartoffeln		Leitgütegrade Steine		Kraut
Stück %	Gew. %	Stück %	Gew. %	Gew. %
87,3	87,0	47,3	38,3	99,0

Trennorgan C

Gummistrippensieb mit einer kreisförmigen Bewegung (Bild 2 c): Die spezifisch schwereren Steine sollen zwischen den Strippen hindurchfallen, während die Kartoffeln auf dem Sieb neigungsabwärts wandern. Die fehlgeleiteten Kartoffeln werden von einem seitlich unter dem Gummistrippensieb angebrachten Verleseteller von Hand ausgelesen. Die Ergebnisse sind in der Übersicht 4 zusammengestellt.

Übersicht 4
Trennorgan C

Kartoffeln		Leitgütegrade Steine		Kraut
Stück %	Gew. %	Stück %	Gew. %	Gew. %
75,2	86,3	94,1	86,2	—

Zusammenfassung der Feldversuche

Aufbau und Anlage der Versuche lassen einen absoluten Vergleich der Arbeitsgüte der einzelnen Trennorgane nicht zu. Durch die zufällige Auswahl der Kartoffelschläge herrschten keine vergleichbaren Bedingungen. Es können jedoch Folgerungen über das grundsätzliche Verhalten der Trennorgane gezogen werden.

1. Es bestätigte sich die Erwartung, daß mit einer Trennung nach unterschiedlichem spezifischem Gewicht bessere Ergebnisse erzielt werden können als mit einer Trennung nach unterschiedlichem Rollwiderstandsbeiwert. Wie bei den Versuchen beobachtet werden konnte, beeinflußt die Größenzusammensetzung der zu trennenden Körper bei dem nach unterschiedlichem spezifischem Gewicht

Übersicht 5

Zusammenstellung der mittleren Stückgewichte der richtig und falsch geleiteten Kartoffeln und Steine

Trennorgan	Mittleres Knollengewicht (g)			Mittleres Steingewicht (g)		
	Gesamt	richtig geleitet	falsch geleitet	Gesamt	richtig geleitet	falsch geleitet
A	81,6	95,7	43,0	82,6	61,0	111,4
B	52,9	59,6	29,0	108,0	68,7	137,0
C	78,9	77,7	80,0	124,0	101,0	144,0
C	70,5	81,7	35,9	71,6	64,8	178,0

arbeitenden Verfahren das Trennergebnis stärker.

2. Die Neigung des Trennorgans hat bei allen Verfahren einen großen Einfluß auf das Trennergebnis. Um eine größtmögliche Ausnutzung der zur Korrektur der Fehlleitungen eingesetzten Verlesepersonen zu erreichen, ist besonders in hängigem Gelände die laufende Überwachung der Neigung des Trennorgans erforderlich. Hierzu ist eine stufenlos verstellbare und leicht zu bedienende Verstellrichtung notwendig.

3. Die Trennorgane zeigen ein unterschiedliches Verhalten gegenüber der Größenzusammensetzung des Erntegutstromes. In der Übersicht 5 sind die mittleren Stückgewichte der richtig und falsch geleiteten Kartoffeln und Steine für die einzelnen Trennorgane zusammengestellt. Die kleineren Steine werden durchweg richtig geleitet, während die größeren zu den Kartoffeln gelangen. Dies ist für das nachfolgende Verlesen von Hand günstig. Beim Trennorgan C sind die Unterschiede besonders deutlich. Für Kartoffeln ist das Ergebnis bei den Trennorganen A und C umgekehrt. Nur die kleineren Kartoffeln werden fehlgeleitet. Verluste durch eine unvollständige Handauslese bestehen im wesentlichen aus kleineren Knollen. Beim Trennorgan B werden Kartoffeln fast aller Größenordnungen fehlgeleitet.

Verleseleistung

Bei den Versuchen wurde gleichzeitig mit der Bestimmung der Leitgütegrade die Verleseleistung der jeweils ersten Person an den Verlesebändern gemessen. Unter Verleseleistung ist die in der Zeiteinheit von einer Person ausgelesene Kartoffel- oder Steinzahl zu verstehen. Da ihre Bestimmung durch Kurzzeitmessungen erfolgte, ist im Dauerbetrieb mit etwas kleineren Werten zu rechnen.

In Bild 4 ist die Verleseleistung der Person, die die fehlgeleiteten Kartoffeln aus dem Beimengungenstrom herausliest, über der Anzahl der fehlgeleiteten Kartoffeln aufgetragen. Außerdem ist die Gerade eingezeichnet, die eine Verlesegüte von 100 % angibt. Dabei ist unter Verlesegüte der Prozentsatz der aus dem Beimengungenstrom ausgelesenen Kartoffeln, bezogen auf die fehlgeleiteten Kartoffeln, zu verstehen. Die Meßwerte von allen Maschinen lassen sich gut in einem Streuband zusammenfassen. Soll eine Person die gesamten fehlgeleiteten Kartoffeln auslesen, so schafft sie im günstigsten Fall 120 Stk./min. Werden mehr Kartoffeln fehlgeleitet, so wird zur Vermeidung von Knollenverlusten der Einsatz weiterer Personen erforderlich.

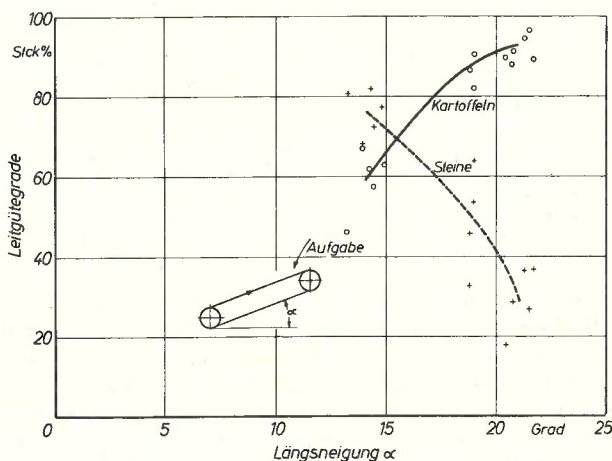


Bild 3: Leitgütegrade in Abhängigkeit von der Neigung des Trennorgans B.

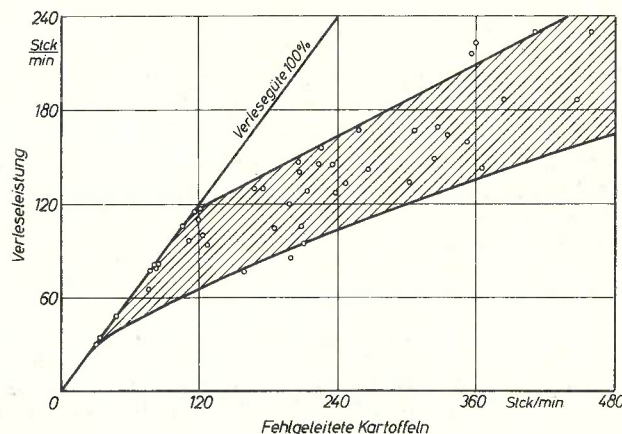


Bild 4: Kartoffel-Verleseleistung einer Person in Abhängigkeit von den fehlgeleiteten Kartoffeln.

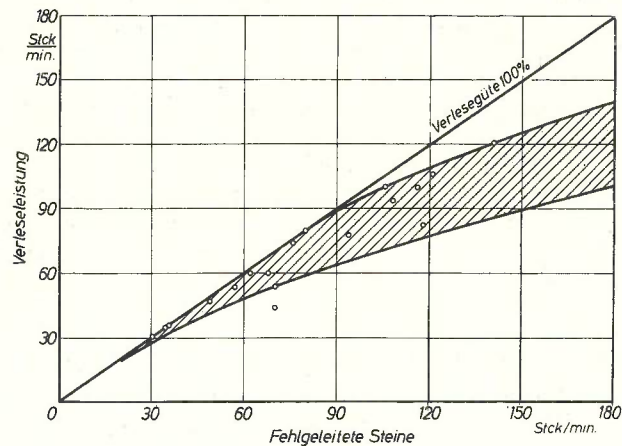


Bild 5: Stein-Verleseleistung einer Person in Abhängigkeit von den fehlgeleiteten Steinen.

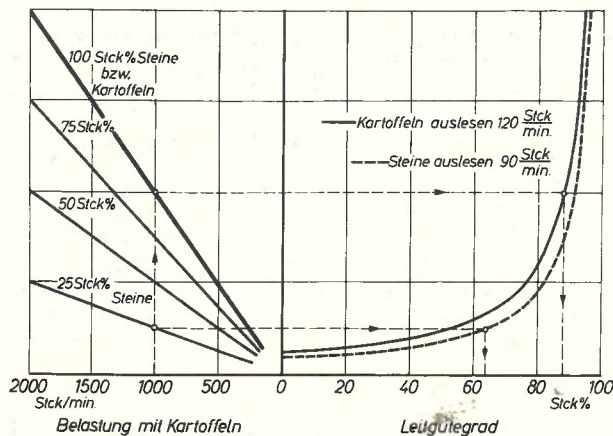


Bild 6: Erforderliche Leitgütegrade eines mechanischen Trennorgans. Je eine Verleseperson am Kartoffel- und Steinstrom zur Korrektur der Fehlleitungen.

Beispiel: Belastung: 1000 Knollen/min, 25 Stck.% Steine.
Erforderliche Leitgütegrade: Kartoffeln 88 %, Steine 66 %.

In Bild 5 ist die Verleseleistung der Person, die die fehlgeleiteten Steine aus dem Kartoffelstrom ausliest, über der Anzahl der fehlgeleiteten Steine aufgetragen. Da die fehlgeleiteten Steine im Kartoffelstrom nur im Einzelgriff ausgelesen werden können, ist die erreichbare Verleseleistung kleiner als bei Kartoffeln. Bei einem höheren Steinanfall als 90 Stck./min wird auf jeden Fall der Einsatz weiterer Verlesepersionen erforderlich.

Erforderliche Leitgütegrade

Das zunächst erreichbar scheinende Ziel der Entwicklung bei Sammelrohren mit einer mechanischen Trennvorrichtung ist, mit zwei Personen zur Überwachung des Trennvorganges auszukommen. Die Fehlleitungen dürfen dann höchstens die Werte

der maximalen Verleseleistung einer Person erreichen (Kartoffeln 120 Stck./min, Steine 90 Stck./min). Die mit wachsender Belastung des Trennorgans erforderlichen Leitgütegrade lassen sich aus Bild 6 entnehmen.

Beträgt z. B. die Belastung 1000 Knollen/min, so muß ein Kartoffel-Leitgütegrad von 88 Stck.% erreicht werden, während für 1500 Knollen/min schon 92 Stck.% erforderlich sind. Bei wachsendem Stein-Kartoffel-Verhältnis und konstanter Belastung mit Kartoffeln ist es ähnlich. So beträgt bei 1000 Knollen/min und 25 Stck.% Steinen der erforderliche Stein-Leitgütegrad 66 Stck.%. Für die gleiche Belastung und 100 Stck.% Steine sind aber schon 92 Stck.% erforderlich.

Vergleicht man diese Forderungen mit den bei den Versuchen erreichten Leitgütegraden, so zeigt sich, daß in allen Fällen noch drei bis vier Verlesepersionen erforderlich sind. Das Ziel, mit zwei Personen auszukommen, ist für die üblichen Einsatzverhältnisse heute noch nicht erreicht. Weitere Untersuchungen zur Verbesserung der Trennorgane sind notwendig. Im Institut werden auf einem Prüfstand unter vergleichbaren Bedingungen Trennorgane untersucht, um dadurch Wege für mögliche Verbesserungen zu finden.

Schrifttumsnachweis

1. HECHELMANN, H. G., u. A. SPECHT: Erfolgreiche Mechanisierung im Kartoffelbau. — Kartoffelbau 9 (1958) H. 8, S. 146—151.
2. BAGANZ, K.: Einige Versuche über die Fremdkörperabscheidung aus Kartoffeln auf glatten, geneigten Bändern. — Dtsch. Agrartechn. 8 (1958) H. 8, S. 339 bis 341.
3. MAACK, O.: Die mechanische Trennung von Kartoffeln und Steinen. — Göttingen, Diss. v. 1956.

Ernst Zimmer, Institut für Grünlandwirtschaft und Futterkonservierung

BILANZANLAGEN FÜR GÄRFUTTER UND HEU

Jeder Konservierungsvorgang an Grünfutter ist mit Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung des Pflanzenmaterials und mit mehr oder weniger großen Nährstoffverlusten verbunden. Die Kenntnis der Bedingungen, unter denen Trocknung oder Vergärung verlaufen, ermöglicht erst, die Verfahren der Konservierungstechnik zu entwickeln. Von dieser Grundlagenforschung sind schließlich die Wirtschaftlichkeit und die Sicherheit der Konservierungsverfahren in der Praxis abhängig.

Gärfutterbereitung

Die seit 1953 im Institut vorhandene Anlage des „Großversuch-Bauernsilo“ diente dem Zweck, die allgemeinen, in der Praxis obwaltenden Bedingungen der Grünfutterkonservierung an verschiedenen

Pflanzen, unter wechselnden Umweltsbedingungen, in den verschiedensten Siloformen und deren technischen Einrichtungen zur Befüllung, Abpressung und Entnahme zu untersuchen. Sie ermöglichte auch die Gewinnung grober Bilanzen über die Nährstoffverluste und die Qualität der Silagen. Jedoch konnten die eigentlichen Gärungsvorgänge im Silo selbst bisher nicht zuverlässig verfolgt werden.

Aus diesem Grund erschien es notwendig, eine Spezialanlage zu schaffen, um die verschiedenartigen Vorgänge während des Gärverlaufes besser erforschen zu können. In Zusammenarbeit mit der Industrie und Spezialisten des Gärungsgewerbes entwickelten wir eine Silo-Bilanzanlage, für die es bisher ein Vorbild nicht gab. Die Meßanlage, die mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gebaut