

## Die mechanische Trennung von Kartoffeln und Steinen

Die Konstruktion von Kartoffel-Sammelrodern bereitet Schwierigkeiten, da noch keine einwandfreie Absonderung von Erde, Schollen, Kraut und Steinen möglich ist. Um eine dieser Aufgaben der Lösung näher zu bringen, wurden im Landmaschinen-Institut der Universität Göttingen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. K. Gallwitz) die Grundlagen einer mechanischen Trennung von Kartoffeln und Steinen untersucht [1].

Bisher wurden viele Verfahren in der Praxis oder im Laboratorium durchgeführt oder auch nur in Patentschriften vorgeschlagen. Von diesen Verfahren wurden für diesen Beitrag diejenigen ausgewählt, die eine Trennung versprechen oder aus anderen Gründen für die Betrachtung wichtig waren. Im Anschluß an die Beschreibung sind die Verfahren in einer Tabelle zusammengestellt und nach den unterschiedlichen Eigenschaften, nach denen Kartoffeln und Steine getrennt werden, geordnet. Dann folgt eine kritische Betrachtung der unterschiedlichen Eigenschaften von Kartoffeln und Steinen. In einem weiteren Beitrag im nächsten Heft werden die in Göttingen geprüften Trennverfahren und deren Ergebnisse beschrieben.

Um das Erntegut zu schonen, müssen die Steine so früh wie möglich — also auf dem Sammelroder — von den Kartoffeln getrennt werden. Dort ist das Erntegut aber noch nicht sortiert, weshalb eine Trennanlage Kartoffeln und Steine aller Größen voneinander trennen muß. Bei Steinen, die größer sind als die größten Kartoffeln, wird angenommen, daß sie vorher entfernt werden.

Um Kartoffeln und Steine mechanisch voneinander zu trennen, müssen diese einmal durch eine Kraft in Bewegung gesetzt, aus ihrer Bewegungsrichtung abgelenkt oder verzögert werden. Zum anderen müssen sich während und nach Einwirkung dieser Kraft Kartoffeln und Steine entweder in verschiedenen Richtungen oder in einer Richtung verschieden schnell bewegen, das heißt also, daß sich Kartoffeln und Steine unterschiedlich verhalten müssen. Werden zum Beispiel bei einem Verfahren Kartoffeln und Steine auf einer Unterlage durch einen horizontalen Luftstrom angeblasen, so bringt der Luftwiderstand die Körper ins Rollen, und der Rollwiderstand ist die unterschiedliche Eigenschaft, nach der sich Kartoffeln und Steine trennen. Eigenschaften von Kartoffeln und Steinen, nach denen bisher getrennt wurde, sind

1. der Härtegrad
2. das spezifische Gewicht
3. das Rückprallvermögen
4. der Rollwiderstand.

Diese Eigenschaften werden bei den verschiedenen Verfahren zum Teil allein, zum Teil zu mehreren gemeinsam zur Trennung herangezogen.

Von geringerer Bedeutung für die Trennung ist die Kraft, welche die Wirkung dieser unterschiedlichen Eigenschaften hervorruft. Es ist nur erwünscht, daß sie mit dem Volumen oder wenigstens mit der Angriffsfläche der Körper linear zunimmt.

### Verfahren zur Trennung von Steinen und Kartoffeln

#### 1. Verfahren

Der Shotbolt-Roder von Catchpool (England) trennt die Steine von den Kartoffeln mit Hilfe einer Salzlösung, deren spezifisches Gewicht  $1,2 \text{ g/cm}^3$  beträgt. In diese Lösung wird das Kartoffel-Steingemisch hineingeschüttet. Alle Körper, deren spezifisches Gewicht schwerer ist als das des Mediums, werden sich auf dem Boden des Behälters sammeln, während die Kartoffeln mit ihrem spezifischen Gewicht von  $1,1 \text{ g/cm}^3$  an der Oberfläche der Lösung bleiben und dort von einem Elevator erfaßt und abtransportiert werden.

#### 2. Verfahren

Einen ähnlichen Versuch führte das National Institute of Agricultural Engineering (NIAE), Silsoe, [2] in einem Sand-

strom durch (Flotation). Durch die Bewegung des Sandes wurden die spezifisch leichteren Körper an die Oberfläche gedrückt, während die spezifisch schwereren auf dem Grunde des Sandstromes mitgenommen wurden. Ein horizontales Querholz trennte dann den Teil des Sandstromes mit den spezifisch leichteren von dem Teil mit den spezifisch schwereren Körpern.

In beiden Verfahren werden die Steine von den Kartoffeln auf Grund ihres verschiedenen spezifischen Gewichtes getrennt.

#### 3. Verfahren

Nach der Patentschrift Nr. 595 590 werden Steine und Kartoffeln nach Größe und Gewicht getrennt. In einem hohlen Zylinder, dessen Achse gegenüber der Horizontalen leicht geneigt ist, sind verschieden große Sieböffnungen ausgespart. Diese Öffnungen sind durch Klappen geschlossen, welche durch Gewichte an die Sieböffnungen gepreßt werden. Das Kartoffel-Steingemisch wird durch den Zylinder mit den Sieböffnungen hindurchgeleitet. Liegt ein der Sieböffnung entsprechender Stein auf der Kloppe, so wird sich diese öffnen, liegt eine gleich große Kartoffel darauf, bleibt die Klappe geschlossen. Bei jeder Umdrehung des rotierenden Zylinders öffnen sich die jeweils am oberen Punkt befindlichen Klappen und geben etwa verklemmte Körper frei.

#### 4. Verfahren

In der Patentschrift Nr. 713 708 wird das gleiche Verfahren vorgeschlagen, nur werden hier die Sieböffnungen durch zwei Klappen geschlossen, die ein Verstopfen verhindern sollen.

Die Verfahren 3 und 4 beruhen darauf, daß Kartoffeln und Steine gleicher Größe verschieden schwer sind und damit verschiedene Kräfte auf die Klappen ausüben. Der Trennung liegt also das unterschiedliche spezifische Gewicht zugrunde.

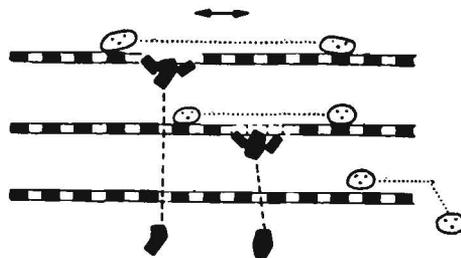


Abb. 1: Verfahren Nr. 5 (Gummistrippensieb, Överums Bruk AB.)

#### 5. Verfahren (Abb. 1)

Das Kartoffel-Vollerntegerät der Maschinenfabrik Överums Bruk AB. in Överum/Schweden trennt die Steine von den Kartoffeln mit Hilfe eines „Gummistrippensiebes“ [3]. Dieses Sieb besteht jeweils aus ungefähr 15 mm breiten elastischen Gummistrippen, die jeweils mit einem Zwischenraum von etwa 15 mm über den Siebrahmen gespannt sind. Drei derartige Siebe liegen übereinander. Die spezifisch schwereren Körper drücken die Gummistrippen auseinander, während die leichteren darüber hinwegrollen. Die Steine sind erst aussortiert, wenn sie durch alle drei Siebe hindurchgefallen sind. Um das obere Sieb zu entlasten, nimmt die Spannung der Gummistrippen vom oberen zum unteren Sieb zu, so daß die Vortrennung auf den oberen Sieben, die schärfere Haupttrennung auf den unteren Sieben stattfindet. Eine Schüttelbewegung der Siebe beeinflußt die Geschwindigkeit der Körper und damit den Trennvorgang. Die Bewegung der Kartoffeln und Steine kann auch durch Veränderung der Schräglage der Siebe variiert werden.

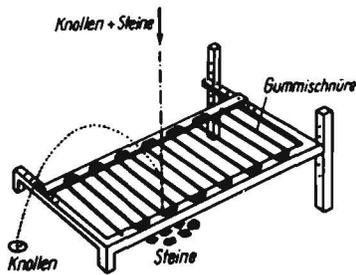


Abb. 2: Verfahren Nr. 6 (Gummistrippensieb, NIAE)

#### 6. Verfahren (Abb. 2)

Ein dem Verfahren der Maschinenfabrik Överums Bruk ähnlicher Versuch wurde im NIAE [2] durchgeführt. Die beiden Verfahren unterscheiden sich dadurch, daß die Gummistränge im englischen Institut länger waren, wodurch sich der verschiedene starke Widerstand der Gummisträngen in der Mitte und am Rande des Siebes störend bemerkbar machte. Außerdem ließ man im NIAE die Körper einmal senkrecht auf das Sieb fallen und zum anderen waagrecht auf das Sieb gleiten und trennte diese anschließend durch eine Rüttelbewegung.

#### 7. u. 8. Verfahren

Ähnliche Trennverfahren werden in den Patentschriften Nr. 299 497 und Nr. 325 181 vorgeschlagen. Auch sie arbeiten mit einem Rüttelsieb. Nur wird an Stelle des Gummistrippensiebes im ersten Falle ein Sieb mit parallel laufenden Schraubenfedern verwendet, zwischen denen die Steine durchfallen sollen. Im zweiten Falle liegen zwei Siebe übereinander, deren Federn im rechten Winkel zueinander gespannt sind.

Für die Trennung in den Verfahren 5 bis 8 ist einmal das Verhältnis des Körperdurchmessers zum Abstand der Strippen bzw. Federn entscheidend. Unter einem bestimmten Durchmesser fallen auch die leichtesten Körper durch. Zum anderen wirkt sich das Verhältnis des Körpergewichtes zur Körpergröße aus, also das spezifische Gewicht, ob der Körper zwischen den Strippen hindurchgeht oder darauf liegen bleibt. Und zuletzt sind noch die Elastizitätseigenschaften der Strippen und Federn von Einfluß. Denn davon hängt die Kraft ab, mit welcher der Körper die Strippen auseinanderdrücken muß. Wenn man die Eigenschaften der Maschine, also den Strippenabstand und die Elastizitätseigenschaften als gegeben ansieht, sind für die Trennung nur der Körperdurchmesser, die Körpergröße und das Körpergewicht, d. h. das spezifische Gewicht unter Berücksichtigung der Körperform, entscheidend.

#### 9. Verfahren (Abb. 3)

Eine weitere Methode zur Trennung von Steinen und Kartoffeln wurde im NIAE [2] mit „Gummifransenrädern“ durchgeführt. Diese Gummifransenräder sahen folgendermaßen aus: Ein Gummifransenband war 125 mm breit und 12,5 mm stark. Alle 12,5 mm war das Band 75 mm tief eingeschnitten, so daß also an einem 50 mm breiten Band 75 mm lange Fransen mit einem Querschnitt von 12,5 x 12,5 mm hingen. Solche Bänder waren auf dem Umfang zweier Räder, die auf einer Achse liefen, mit den Gummifransen zueinander befestigt. Die Räder hatten einen Durchmesser von 508 mm und waren auf der Achse so weit voneinander entfernt, daß sich die Fransen fast berührten. Kartoffeln und Steine wurden auf die Gummifransen

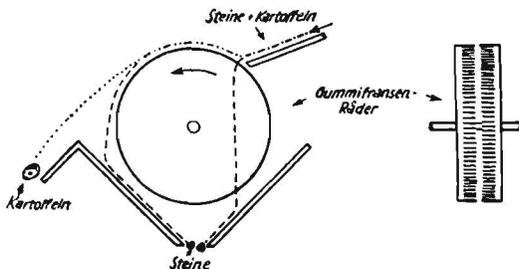


Abb. 3: Verfahren Nr. 9 (Gummifransenräder, NIAE)

geleitet. Die Steine sanken tief in die Fransen ein oder fielen hindurch, während die Kartoffeln auf den Fransen liegen blieben. Bei der Fortbewegung des Rades fielen die auf der Oberfläche liegenden Kartoffeln eher ab, während die Steine erst später in steilerer Parabel das Band verließen.

Die Ursache der Trennung liegt darin, daß zwei spezifisch verschiedene schwere Körper, welche die gleiche Form haben, verschieden tief in das Gummifransenband einsinken. Ist außerdem die Form verschieden, so wird ein flach aufliegender Stein nicht so tief in das Band eindringen, wie ein gleich schwerer runder Stein. Die Trennung ist somit von dem spezifischen Gewicht und von der Form der Körper abhängig.

#### 10. Verfahren (Abb. 4)

Beim „Digger“ der Firma Engström in Eslöv/Schweden [5] werden Kartoffeln und Steine mit zwei Bürstenwalzen getrennt. Die Körper werden auf dem Trennband an die Bürstenwalzen herangeführt, welche infolge ihrer Umdrehung einen Widerstand auf die Körper ausüben. Die Körper werden entsprechend ihrer Masse entweder zum Rollen gebracht oder bleiben auf der Siebkette liegen. Diese führt die liegegebliebenen Körper dann unter den Bürstenwalzen hindurch und wirft sie dahinter ab. Die besser rollenden Körper werden durch die Schrägstellung der Bürstenwalzen auf ein Nachbarband bewegt. Dabei wirkt sich die Siebkette als höckerartiger Widerstand aus, der die schweren und schlechter rollender Körper zwischen den Stäben festhält.

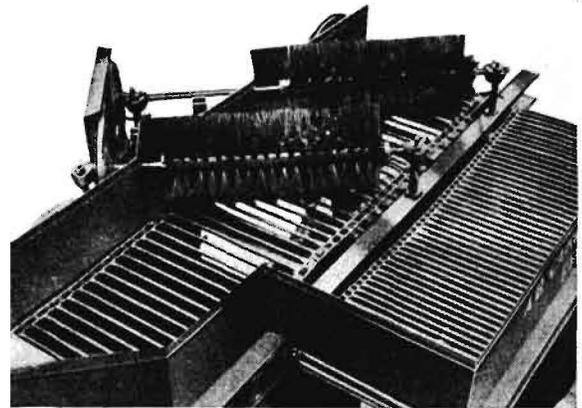


Abb. 4: Verfahren Nr. 10 (2 Bürstenwalzen, Engström)

In diesem Verfahren werden Kartoffeln und Steine nach ihrer Form, d. h. nach ihrem Rollvermögen und ihrer Masse, getrennt. Gleichzeitig hat aber auch die Körpergröße einen Einfluß auf die Trennung, denn je tiefer die Körper den Stäben liegen, um so geringer wird die Kraft, mit der die Bürstenwalzen auf die Körper einwirken.

#### 11. Verfahren (Abb. 5)

In der Patentschrift Nr. 325 106 wird eine Bürstenwalze vorgeschlagen, auf welche Kartoffeln und Steine fallen. Die Kartoffeln sinken nicht so tief ein wie die Steine und verlassen die Bürstenwalze dementsprechend früher. Das beruht darauf, daß die Steine durch ihr größeres spezifisches Gewicht beim Aufprall eine größere kinetische Energie besitzen und demzufolge tiefer eindringen als die Kartoffeln. Entscheidend für die Trennung ist also auch hier das spezifische Gewicht.

#### 12. Verfahren (Abb. 6)

In einem Versuch des NIAE [2] ließ man Steine und Kartoffeln auf eine rotierende Holzwalze fallen. Durch das stärkere Rückprallvermögen sollten die Kartoffeln weiter springen als die Steine. Hier wirkte sich neben der unterschiedlichen Masse das Rückprallvermögen als unterscheidendes Moment zwischen Steinen und Kartoffeln aus.

#### 13. Verfahren (Abb. 7)

Beim Packman Potato Harvester (Thos. Storey Engineers Ltd., Stockford, England) [3, 4] fallen Kartoffeln und Steine auf ein

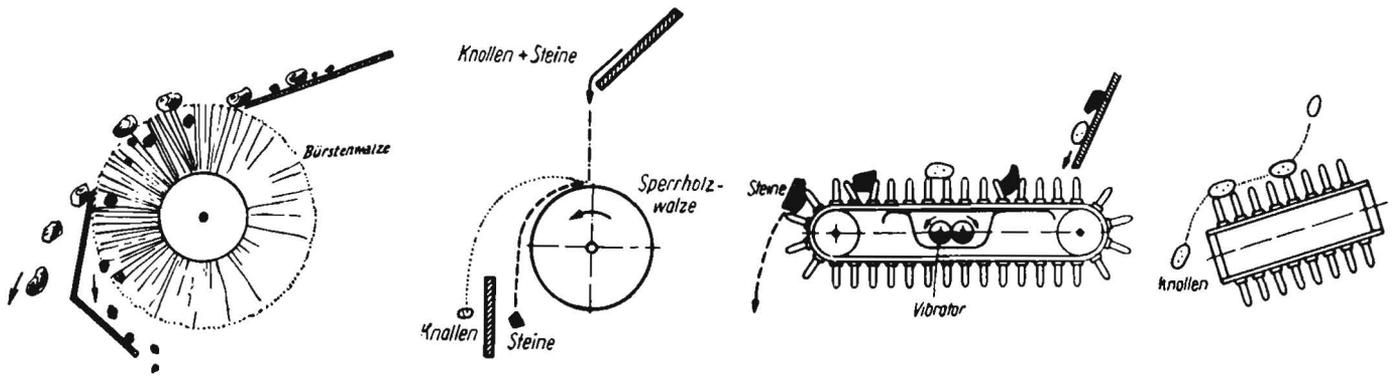


Abb. 5: Verfahren Nr. 11 (1 Bürstenwalze, Pat. Nr. 325 106) — Abb. 6: Verfahren Nr. 12 (rotierende Holzwalze, NIAE) — Abb. 7: Verfahren Nr. 13 (Gummifingerband, Storey)

schräg gestelltes Band, das mit 50 mm langen Gummifingern dicht besetzt ist. Die Kartoffeln dringen infolge ihres geringeren spezifischen Gewichtes und der sich daraus ergebenden geringeren kinetischen Energie nicht so tief in das Band ein wie die Steine. Sie rollen anschließend durch ihr besseres Rollvermögen, angetrieben durch die Vibration des Bandes, über die schräge Ebene in die parallel zum Gummifingerband laufende Rinne. Die Steine dagegen verbleiben zwischen den Gummifingern und werden durch das umlaufende Band abtransportiert.

Vielleicht muß man jedoch auch davon ausgehen, daß bei der Fallhöhe die Körper bis auf den Grund des Fingerbandes durchschlagen. In diesem Falle würde der Rückprall zur Trennung beitragen. Es würden die Kartoffeln höher springen als die Steine und dadurch eher abrollen. Fraglich bliebe jedoch, ob eine Trennung durch dieses Verfahren auch dann noch möglich wäre, wenn die Steine auf dem Boden des Bandes aufschlugen und kurz zurückspringen würden, während die Kartoffeln kurz vor dem Boden des Bandes durch die Gummifinger gestoppt würden. In diesem Falle lägen Steine und Kartoffeln in dem Bande etwa in gleicher Höhe, was der Trennung entgegenwirken würde. Es ist jedoch die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß dieser kritische Punkt durch die Elastizität des Bandes überwunden wird, welche die leichteren Kartoffeln wieder stärker herausdrückt als die schweren Steine.

In welcher dieser beiden Formen sich die Trennung vollzieht, kann nur am arbeitenden Gerät beobachtet werden. Im ersten Falle würde nach spezifischem Gewicht und Rollvermögen getrennt, im zweiten Falle käme zu diesen Faktoren noch das unterschiedliche Rückprallvermögen hinzu.

#### 14. Verfahren

Der Roder von Whitsed (Thomas Milbourn, Root Harvester Ltd. Brunstack, Carlisle, England) [3] wirft die Steine und Kartoffeln auf ein höckerartig profiliertes Band. Dieses Band besteht aus frei pendelnden Bügeln, die mit Höckern aus Gummi oder Leichtmetall besetzt sind und sich oben zu einer schuppenartig geschlossenen Fläche zusammenlegen. Das Kartoffel-Steingemisch wird von einer Siebkette auf dieses Band geworfen. Die Steine bleiben an den Höckern des Bandes hängen, während die Kartoffeln kraft ihres stärkeren Rückpralls und ihres größeren Rollvermögens über das Band hinwegrollen.

Bei diesem Verfahren werden Kartoffeln und Steine auf Grund ihres unterschiedlichen Roll- und Rückprallvermögens getrennt.

#### 15. Verfahren

Im Sortierverfahren von H. Sack [4] gleitet das Kartoffel-Steingemisch von einer Rutsche auf ein im rechten Winkel zur Bewegungsrichtung der Körper laufendes Band. Dort rollen und springen die Kartoffeln weiter als die Steine, so daß eine Vortrennung stattfindet. Anschließend werden diese Körper von dem Band auf ein ebenfalls im rechten Winkel zur Bewegungsrichtung der Körper laufendes zweites Band geschleudert. Dieses ist 1000 mm breit und geneigt, so daß die Körper durch ihren Impuls und ihre Schwerkraft ganz nach

ihrem Rollvermögen mehr oder weniger weite Wege auf dem breiten Band zurücklegen. Auch in diesem Verfahren sind die Unterschiede im Roll- und Rückprallvermögen die Grundlagen der Trennung.

#### 16. Verfahren

Vom NIAE [2] wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, bei denen die Kartoffeln und Steine über eine schräge Ebene rollten und auf eine quer zur Bewegungsrichtung der Körper liegende Walze trafen. Der Auftreffpunkt und die Auftreffrichtung waren so eingestellt, daß die Kartoffeln mit Hilfe ihres besseren Rollvermögens die vorhandene Energie ausnutzten und über die Walze rollen konnten, während die Steine vor der Walze herabfielen.

#### 17. Verfahren

Ein zweiter Versuch ließ die über die Walze gerollten Körper noch einmal über eine schräge Ebene und eine zweite Walze abrollen [2].

#### 18. Verfahren

Bei einem anderen Versuch des NIAE [2] fielen die Körper auf ein schräg nach oben laufendes Band. Die Kartoffeln rollten entgegengesetzt zur Laufrichtung des Bandes, während die Steine nach oben transportiert wurden.

#### 19. Verfahren

In weiteren Versuchsreihen sollte die Wirkung des vorstehenden Verfahrens durch ein schräg zum Transportband laufendes Gummifransenband erhöht werden, wie es unter Verfahren Nr. 9 beschrieben wurde. Kartoffeln, die auf dem schräg nach oben laufenden Band liegen geblieben waren, wurden durch das Gummifransenband ins Rollen versetzt. Bei den Steinen konnte das Gummifransenband diese Wirkung nicht entfalten, da seine Kraft hierfür zu gering war.

Bei den unter Nr. 16 bis 19 geschilderten Verfahren wurde nach dem verschiedenen Rollvermögen von Steinen und Kartoffeln getrennt. Außerdem spielte der Rückprall eine gewisse Rolle, da bei Verfahren 16 und 17 die besser springenden und rollenden Körper die Walzen leichter überwandten und bei Verfahren 18 und 19 mit einem geringeren Energieverlust vom Bande abrollen konnten.

#### 20. Verfahren

Andere Verfahren zur Trennung von Steinen und Kartoffeln wurden im NIAE [2] an Walzen entwickelt. Es wurde eine Rinne gebildet, die entweder aus einer Walze und einem parallel zur Walzenachse laufenden Brett oder aus zwei gleich oder verschieden großen, ebenfalls parallel laufenden Walzen bestand. In diese Rinne wurde an einer Seite das Kartoffel-Steingemisch hineingeschüttet und wanderte, angetrieben durch die Umdrehung der Walzen und die Neigung der Rinne, in dieser entlang. Die Kartoffeln und Steine bekamen von den sich gegenläufig drehenden Walzen Kraftstöße, welche die Kartoffeln mit Hilfe ihres besseren Rollvermögens über die Walze trieben, während die Steine immer in die Rinne zurückwanderten.

Demnach werden auch in diesem Verfahren die Steine von den Kartoffeln auf Grund ihres unterschiedlichen Rollvermögens getrennt.

### 21. Verfahren (Abb. 8)

Das unterschiedliche Rollvermögen von Steinen und Kartoffeln wurde auch beim folgenden Versuch im NIAE [2] als Ansatzpunkt der Trennung verwendet. Man bespannte eine horizontal gelagerte, konkave Stahlscheibe straff mit einem Tuch, so daß sich eine ebene Scheibe ergab. Auf diese Scheibe mit einem Durchmesser von 750 mm wurden die Kartoffeln und Steine geschüttet. Die Scheibe ließ man rotieren, so daß durch die Zentrifugalkraft die Körper mit ihrem unterschiedlichen Rollvermögen tangential das Band verließen.

Bei dieser Versuchsanordnung könnte man annehmen, daß von runden und kantigen Körpern die runden durch ihr besseres Rollvermögen eher die Scheibe verlassen als die kantigen. Die Ergebnisse des NIAE zeigten jedoch, daß die Kartoffeln später von der Scheibe rollten. Die runden Steine blieben bei den Kartoffeln liegen. Dieses Ergebnis läßt sich nur so erklären, daß die kantigen Steine auf dem Tuch genügend Haftreibung fanden, so daß sie liegen blieben, bis die Bahngeschwindigkeit so groß war, daß sie durch die Zentrifugalkraft von der Scheibe geschleudert wurden. Die runden Körper wurden durch die Haftreibung infolge ihres besseren Rollvermögens in Rotation versetzt, die sie entgegen der Drehrichtung der Scheibe trieb. Hierdurch nahm die Geschwindigkeit der runden Körper in Drehrichtung der Scheibe nur langsam zu. Sie erreichten dadurch die Bahngeschwindigkeit, bei der sie vom Band geschleudert wurden, später als die kantigen Steine. War die Haftreibung auf der Scheibe geringer, so kamen kantige und runde Körper ins Gleiten. Die kantigen Körper wurden durch das Gleiten in Drehrichtung der Scheibe langsamer beschleunigt und verließen dadurch das Band später als bei großer Haftreibung. Bei den runden Körpern verminderte sich dagegen durch das Gleiten die Rotation, wodurch die Beschleunigung in Drehrichtung der Scheibe größer wurde und sie eher als bei großer Haftreibung das Band verließen. Damit war bei geringer Haftreibung eine Trennung nicht mehr möglich. Für diese Begründung sprechen auch die Ergebnisse des NIAE, nach denen mit der unbespannten Scheibe (geringe Reibung) keine Trennung zu erzielen war.

Bei diesem Verfahren setzt die Trennung somit beim unterschiedlichen Rollvermögen der Steine und Kartoffeln an. Der unterschiedliche Rückprall beim Auftreffen auf die Scheibe kam durch die Elastizität des gespannten Tuches nicht zur Wirkung.

### 22. Verfahren

Mit Zentrifugalkraft werden die Kartoffeln und Steine auch nach einem Verfahren getrennt, welches die Patentschrift Nr. 267566 vorschlägt. Eine ebene, runde, horizontal gelagerte Scheibe dreht sich in einem flachen Zylinder, von dem ein Teil des Zylindermantels fehlt. Am Zylinder ist dicht über der Scheibe eine Leiste befestigt, die horizontal nach innen gerichtet ist. Kartoffeln und Steine werden durch die Zentrifugalkraft der Scheibe an die Zylinderwand gedrückt und wan-

dern an dieser entlang bis an die Leiste. Die Kartoffeln rollen durch ihr besseres Rollvermögen über die Leiste hinweg und verlassen den Zylinder. Die Steine dagegen werden von der Leiste nach innen hin leicht abgelenkt und erst wieder am Ende der Leiste durch ihre Zentrifugalkraft nach außen gedrängt, dadurch verlassen sie die Scheibe an einem späteren Punkt als die Kartoffeln.

Somit werden auch hier Kartoffeln und Steine nach ihrem unterschiedlichen Rollvermögen getrennt.

### 23. Verfahren (Abb. 9)

Beim „Tive 203“ der Firma Slöörs AB. in Stockholm werden Kartoffeln und Steine im horizontalen Luftstrom getrennt. Die Körper werden auf einem Sortiertisch an 4 Gebläsen vorbeigeführt. Die besser rollenden Kartoffeln bläst der Wind in eine zum Sortiertisch parallel verlaufende Sammelrinne. Die Steine dagegen wandern durch den Luftstrom hindurch und werden am Ende des Sortiertisches gesammelt. Um zu verhindern, daß ein Körper in den Windschatten des anderen gerät, besteht der Sortiertisch aus mehreren verschieden schnell laufenden Bändern.

Die Ursachen für die Trennung der Steine und Kartoffeln liegen hier im Rollvermögen und im Verhältnis der unterschiedlichen Masse zur Windangriffsfläche.

### 24. Verfahren

Das NIAE [2] führte ebenfalls Versuche mit horizontalem Luftstrom durch. Hier wurden die Körper ebenso wie beim „Tive 203“ auf einem 16“ breiten Band waagrecht quer zum Luftstrom durch diesen hindurchgeführt. Auch in diesem Verfahren wurden die Steine und Kartoffeln nach unterschiedlichem Rollvermögen und dem Verhältnis der Masse zur Windangriffsfläche getrennt.

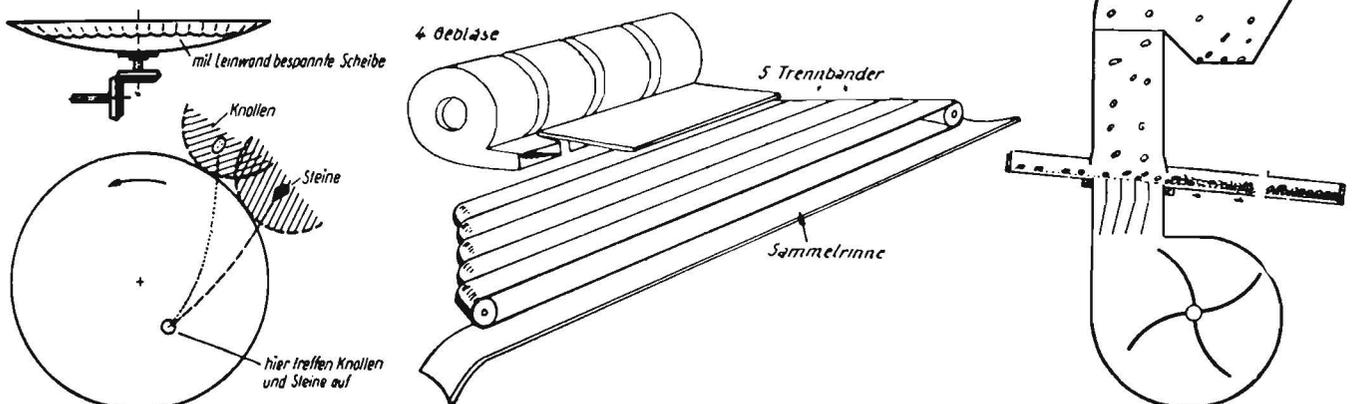
### 25. Verfahren

Im gleichen Institut wurden bei anderen Versuchen Steine und Kartoffeln getrennt, indem sie bei senkrechtem Fall von einem horizontalen Luftstrom ergriffen wurden. Dabei sollten die Kartoffeln, die dem Luftstrom im Verhältnis zu ihrer Masse eine stärkere Angriffsfläche bieten als die Steine, weiter abgelenkt werden.

### 26. Verfahren

Ähnlich ist der Vorschlag der Patentschrift Nr. 747316. Kartoffeln und Steine fallen von einem Transportband durch einen Luftstrom. Die Kartoffeln sollen durch ihren im Verhältnis zur Masse größeren Luftwiderstand weiter abgetrieben werden als die Steine. An einer verstellbaren schrägen Klappe werden dann die Steine, die näher beim Gebläse herunterkommen, von den weiter abgetriebenen Kartoffeln abgesondert. In den beiden letzten Verfahren werden mithin Kartoffeln und Steine nach ihrer unterschiedlichen Masse im Verhältnis zur Windangriffsfläche getrennt.

Abb. 8: Verfahren Nr. 21 (bespannte Stahlscheibe, NIAE) — Abb. 9: Verfahren Nr. 23 (horizontaler Luftstrom, Slöörs AD.) —  
Abb. 10: Verfahren Nr. 27 (vertikaler Luftstrom, Uppsala)



Die bisher durchgeführten Verfahren zur Trennung von Steinen und Kartoffeln und die Eigenschaften, die dabei eine Rolle spielen.

Verf.-Nr.	Trennverfahren	Eigenschaften von Steinen und Kartoffeln							
		spez. Gew.	abhäng. v. Größe	spez. Gew. Masse	Rückprallvermögen	Rollvermögen	Luftwiderstand	Form	Härtegrad
1	Flotation in Salzlösung	*							
2	Flotation im Sandstrom	*							
3, 4	Sieböffnungen, die durch belastete Klappen verschlossen sind	*	*	*					
5	Gummistrippensieb von Överums Bruk	*	*	*				*	
6	Gummistrippensieb NIAE	*	*	*				*	
7, 8	Einfaches und doppeltes Federsieb	*	*	*				*	
9	Gummistrippenrad	*	*	*				*	
10	Rotierende Bürstenwalzen am „Digger“	*	*	*				*	
11	Fall auf Bürstenwalze	*	*	*				*	
12	Fall auf rotierende Holzwalze				*			*	
13	Fall auf schräges vibrierendes Gummifingerband, Packman Potato Harvester	*	*	*		(*)	*	*	
14	Wurf auf schräges Höckerband, Whitsed				*	*		*	
15	Wurf auf schräges Band, H. Sack				*	*		*	
16	Abrollen auf Holzwalze				*	*		*	
17	Abrollen über schräge Ebene und Holzwalzen				*	*		*	
18	Trennung auf schräg nach oben laufendem Band				*	*		*	
19	Verf. 18 mit querlaufendem Gummifransenband				*	*		*	
20	Walzenversuche NIAE				*	*		*	
21	Trennung auf einer rotierenden Scheibe					*		*	
22	Trennung an einer Leiste					*		*	
23	Trennung ruhender Körper durch seitliches Anblasen, „Tive 203“			*		*	*	*	
24	Wie Verf. 23, NIAE			*		*	*	*	
25	Fall durch horizontalen Luftstrom			*		*	*	*	
26	Wie Verf. 25			*		*	*	*	
27	Trennung im vertikalen Luftstrom	*	*	*		*	*	*	
28	Horizontaler Wurf durch vertikalen Luftstrom	*	*	*		*	*	*	
29	Aufspießen								*

27. Verfahren (Abb. 10)

Ein weiteres Verfahren zur Trennung der Steine und Kartoffeln führte das Jordbrukstekniska Institut in Uppsala [6] mit einem vertikalen Luftstrom durch. Die Körper gelangten auf einem Sieb in den vertikalen Luftstrom. Die leichteren Kartoffeln wurden bei gleicher Windangriffsfläche eher vom Luftstrom angehoben als die Steine. In diesem Verfahren fand die Trennung nach dem unterschiedlichen Gewicht von Steinen und Kartoffeln im Verhältnis zur Windangriffsfläche statt.

28. Verfahren

Ebenfalls im vertikalen Luftstrom trennte Mohwinkel (Ebsdorf) die Steine von den Kartoffeln. Er sortierte das Gemisch erst in drei Größen und ließ die Körper anschließend über einen entsprechenden Spalt laufen, durch den sie von einem vertikalen Luftstrom angeblasen wurden. Die Steine fielen mit ihrer im Verhältnis zum Gewicht kleinen Angriffsfläche durch den Spalt, während die Kartoffeln mit ihrer größeren Windangriffsfläche vom Luftstrom darüber hinweggetragen wurden. Der Spalt wurde von zwei hintereinander liegenden Transportbändern gebildet. Wenn die Körper das zweite Band erreichten, wurden sie mit zu den Kartoffeln transportiert. Hier kam den Kartoffeln, ähnlich wie bei dem Verfahren 16, 17 und 20, das bessere Rollvermögen zustatten, mit dem sie die ihnen am ersten Band mitgegebene Energie ausnutzen konnten, um auf das zweite Band zu rollen. Die Steine dagegen sollten in den Spalt zurückgleiten.

In diesem Verfahren ist für die Trennung von Steinen und Kartoffeln der Unterschied im Rollvermögen und das Verhältnis des Gewichtes zur Windangriffsfläche entscheidend.

29. Verfahren

Im Patent Nr. 928017 wird zur Trennung von Steinen und Kartoffeln die Verwendung des unterschiedlichen Härtegrades vorgeschlagen. Eine mit scharfen Spitzen besetzte Walze läuft an einer zweiten Schaumgummiwalze ab. Steine und Kartoffeln müssen zwischen diesen beiden Walzen hindurch. Während die Steine, nachdem sie die beiden Walzen passiert haben, senkrecht herunterfallen, bleiben die Kartoffeln an den Spitzen hängen und werden später von der Walze abgestreift.

Diese 29 Verfahren trennen nach den am Anfang aufgeführten vier unterschiedlichen Eigenschaften. Von diesen kann der Härtegrad unberücksichtigt bleiben, da der größte Teil der Kartoffeln als Speise- oder Saatkartoffeln verkauft oder als Futterkartoffeln gelagert werden muß und sich deshalb in der Praxis keine Trennmethode vertreten lassen, bei denen die Kartoffeln gedrückt und damit auch beschädigt werden könnten.

Bei den übrigen drei Eigenschaften wurden theoretisch und in Versuchen die Unterschiede zwischen Steinen und Kartoffeln bestimmt, um zu entscheiden, welche von diesen eine Trennung beeinflussen können. Anschließend wurden dann systematisch die Verfahren untersucht, die Kartoffeln und Steine nach dem Rückprallvermögen und dem Rollwiderstand trennen.

Die unterschiedlichen Eigenschaften von Kartoffeln und Steinen

1. Das spezifische Gewicht

Im spezifischen Gewicht besteht ein Unterschied zwischen Steinen und Kartoffeln. Die Flotationsverfahren beruhen auf diesem Unterschied und trennen Steine und Kartoffeln mit einer Salzlösung oder einem Sandstrom. In die Kartoffelernte konnten diese bisher aber noch keinen Eingang finden, da sie unter anderem die Erntegeräte zu stark belasten würden. Andere Verfahren trennen erst nach Größe und dann nach Gewicht (Verfahren 3 und 4) oder führen beides in einem Arbeitsgang durch (Verfahren 5 und 6). Eine einwandfreie Trennung kann aber nur erzielt werden, wenn das Erntegut vor der Trennung nach Gewicht in fünf verschiedene Größenklassen [1, S. 9] sortiert wird. Das wird sich auf einem Sammelroder kaum verwirklichen lassen. Die Trennanlage des Överums Bruk (Verfahren 5) siebte bei einer Prüfung im Herbst 1952 nach Simons [3] 60 % der Steine ab. Bei der Maschinenprüfung in Ultuna/Schweden rodet sie 25 bis 30 dz/h Kartoffeln. Bei einem gewichtsmäßigen Steinanteil von 50 % waren nach der Trennung im Durchschnitt noch 2 bis 3 % zwischen den Kartoffeln. Beim Verfahren 9, dem Versuch mit dem „Gummistrippenrad“, wurden nur 8 % aller Steine und Kartoffeln fehlgeleitet. Ähnliche Ergebnisse müßten sich mit Verfahren 11, der „Bürstenwalze“, erzielen lassen. Auch das Ver-

fahren 13 des Packman Potato Harvester ist wie die Verfahren 9 und 11 sehr vielversprechend. (Näheres siehe Maack [1, S. 6/12]).

Außer bei diesen Verfahren wirkt sich das unterschiedliche spezifische Gewicht in der Masse jedes Körpers bei allen Beschleunigungen und Verzögerungen aus und kann die Qualität der Trennung positiv oder negativ beeinflussen.

Einige der erwähnten Verfahren scheinen recht aussichtsreich, so daß eine systematische Untersuchung aller Möglichkeiten einer Trennung nach dem spezifischen Gewicht für die Praxis von Bedeutung wäre.

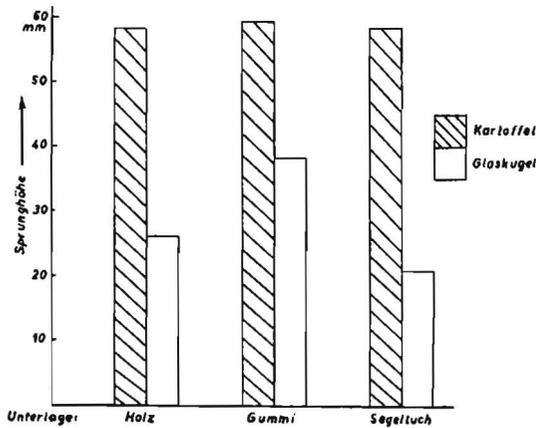


Abb. 11: Rückprall von Körpern auf verschiedener Unterlage bei einer Fallhöhe von 150 mm

## 2. Das Rückprallvermögen

In anderen Verfahren sollen sich Kartoffeln und Steine durch unterschiedliches Rückprallvermögen auf einer Unterlage trennen. Dabei sei unter dem Rückprallvermögen das Verhältnis der Rückprallhöhe zur Fallhöhe verstanden. Bei Verfahren 12 fallen Kartoffeln und Steine auf eine rotierende Holzwalze, wobei die Kartoffeln weiter springen sollen als die Steine. Andere Verfahren wollen Steine und Kartoffeln durch Springen und Rollen voneinander trennen. Um diese Verfahren zu beurteilen, wurde das Rückprallvermögen von Kartoffeln und Steinen ermittelt.

Für den Versuch wurden Steine und Kartoffeln mit gleichem Gewicht und Kugelform ausgewählt — als Stein wurde eine Glaskugel verwendet — und auf verschiedene Unterlagen fallen gelassen. Dabei sprang die Kartoffel in jedem Fall höher als die Glaskugel (Abb. 11). Je elastischer die Unterlage war, um so geringer wurde der Unterschied zwischen Kartoffel und Glaskugel, denn die Rückprallhöhe der Glaskugel nahm sehr viel stärker zu als die der Kartoffel. Dieses Verhalten liegt darin begründet, daß die Verformungen beim Aufprall teils elastisch und teils plastisch sind und die zurückgewonnene Energie, die in der Rückprallhöhe zum Ausdruck kommt, um so größer wird, je größer der Anteil der elastischen Verformung am auftreffenden Körper und auf der Unterlage ist. Der Stein mit seiner geringen eigenen Elastizität springt um so höher, je elastischer die Unterlage ist. Bei der Kartoffel fällt dagegen durch ihre eigene Elastizität die Veränderung der Elastizität der Unterlage kaum ins Gewicht (Näheres s. Maack [1, S. 31/36]).

Bei diesem Vergleich hatten Kartoffeln und Steine das gleiche Gewicht und die gleiche Form. Ist das Gewicht aber verschieden, wird eine schwere Kartoffel nicht so hoch springen wie ein leichter Stein, denn die Unterlage und der auftreffende Körper können nur eine bestimmte Menge an kinetischer Energie durch elastische Verformung aufnehmen. Das übrige geht in plastische Verformung über, so daß bei großen Körpern der Anteil an plastischer Verformung größer ist als bei kleinen Körpern aus dem gleichen Material. Alle Energie, die in plastische Verformung übergeht, ist verloren. Haben die Körper außerdem verschiedene Formen, so prallen sie in alle Richtungen zurück, und eine Trennung der Steine von den Kartoffeln, allein durch das unterschiedliche Rückprallvermögen, ist nicht möglich (Verfahren 12). Verfahren, bei denen sich Kartoffeln und Steine nach Rückprallvermögen und Rollwiderstand trennen, werden noch näher untersucht werden.

## 3. Der Rollwiderstand

In anderen Verfahren werden Kartoffeln und Steine durch ihren unterschiedlichen Rollwiderstand getrennt. Dieser Widerstand besteht aus Kräften, die dem rollenden Körper einerseits durch Deformationen an seinem Umfang und auf der Bodenoberfläche, andererseits durch sein Abweichen von der Kugelform entgegenwirken. Er hängt einmal ab vom Druck der senkrecht auf die Unterlage wirkenden Kraftkomponente und damit indirekt vom spezifischen Gewicht, zum anderen von der Form.

In 13 Verfahren sollen Steine und Kartoffeln nach dem unterschiedlichen Rollwiderstand getrennt werden. Teils werden die ruhenden Körper auf einer horizontalen Ebene seitlich angeblasen und dabei die Kartoffeln eher zum Rollen gebracht als die Steine, teils werden sie auf eine schräge oder horizontale Ebene geworfen, wobei die Kartoffeln weiter rollen sollen als die Steine. In einem Verfahren werden die Körper von Bürstenwalzen bearbeitet und dabei die besser rollenden Kartoffeln mit ihrer im Verhältnis zur Angriffsfläche geringeren Masse auf die Seite gebürstet, während die Steine unter den Bürstenwalzen hindurchwandern. Da der Unterschied im Rollwiderstand nicht bekannt war, wurde dieser an der schrägen Ebene bestimmt (Abb. 12).

$$W_u = G \sin \alpha - R'$$

$$W_o = G \sin \alpha + R'$$

$R'$  = Rollwiderstand auf der schrägen Ebene

$W_u, W_o$  = Luftwiderstände

$$R' = \frac{W_o - W_u}{2}$$

$$G \sin \alpha = \frac{W_o + W_u}{2}$$

Damit ist der Rollwiderstand an der schrägen Ebene

$$R' = G \sin \alpha \frac{W_o - W_u}{W_o + W_u}$$

Aus den Luftwiderständen

$$W_o = c_w F \frac{\rho}{2} v_o^2$$

$$W_u = c_w F \frac{\rho}{2} v_u^2$$

$c_w$  = Faktor, der den Einfluß der Körperform auf den Luftwiderstand zum Ausdruck bringt

$F$  = Angriffsfläche des Körpers

$\rho$  = Dichte der Luft

$v_o, v_u$  = Windgeschwindigkeit

konnte unter Voraussetzung, daß  $F c_w$  während des Versuches konstant blieb, der Rollwiderstand auf der schrägen Ebene

$$R' = G \sin \alpha \frac{v_o^2 - v_u^2}{v_o^2 + v_u^2}$$

und daraus der Rollwiderstand  $R$  auf der horizontalen Ebene errechnet werden

$$R = R' \cos \alpha$$

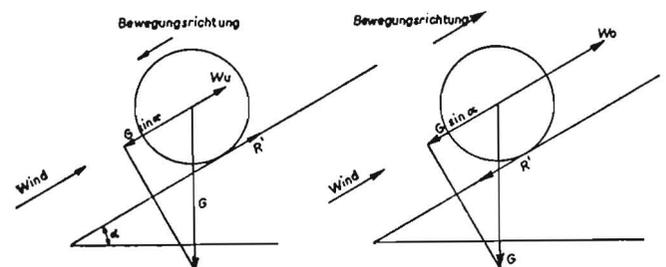


Abb. 12: Kräfte an einer rollenden Kugel

Die Meßergebnisse von stark abgerundeten Teststeinen und normal gewachsenen Kartoffelknollen zeigt Abbildung 13. Die Abbildungen der Steine und eine genaue Beschreibung des Versuches s. Maack [1, S. 36/41].

Werden wie bei diesem Versuch die Körper aus der Ruhelage zum Rollen gebracht, so wirkt sich auf den Rollwiderstand die Größe der Auflagefläche aus. Aus einer stabilen Lage heraus ist der Rollwiderstand größer als aus einer labilen Lage, weshalb sich für jeden Körper mehrere oft stark voneinander ab-

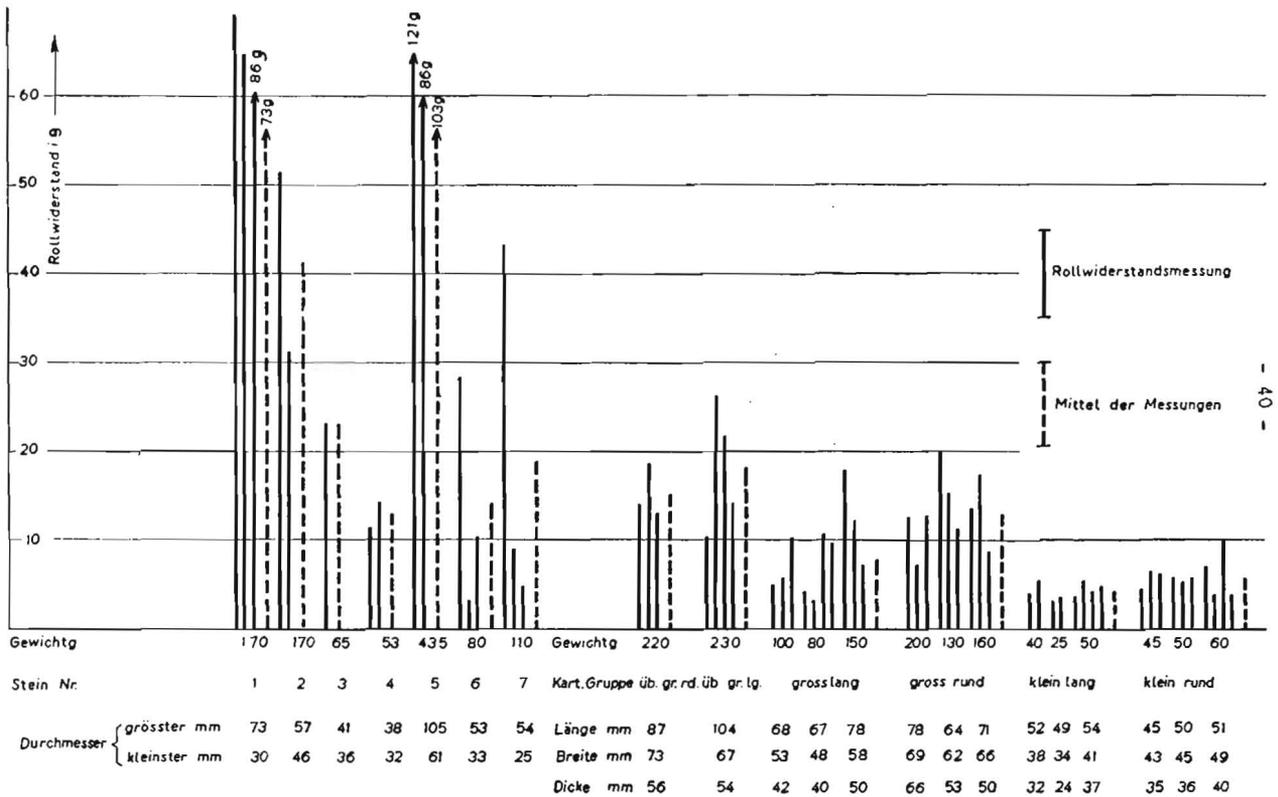


Abb. 13: Die Rollwiderstände von Steinen und Kartoffeln

weichende Rollwiderstände ergaben. Ein in Bewegung befindlicher Körper muß dagegen das Mittel seiner Rollwiderstände überwinden. Wird seine Geschwindigkeit geringer, so wird er auf seiner größten Fläche liegen bleiben, da diese für ihn während einer Rotation ein Maximum des Rollwiderstandes darstellt. Die Meßergebnisse zeigten, daß sich Kartoffeln und Steine im Rollwiderstand unterscheiden und nur überdurchschnittlich große Kartoffeln und kleine runde Steine einen gleichen Rollwiderstand aufweisen. Deshalb ist anzunehmen, daß sich Steine und Kartoffeln nach ihrem Rollwiderstand ziemlich gut trennen lassen. Über die systematische Untersuchung aller Verfahren, bei denen Steine und Kartoffeln nach dem Rollwiderstand getrennt werden, wird noch berichtet werden.

#### 4. Die Form von Kartoffeln und Steinen

Die Form hat einen entscheidenden Einfluß auf die Trennqualität. Sie kann bei Kartoffeln und Steinen gleich sein, je mehr die Form des Steines einer Kugel ähnelt, aber auch sehr verschieden, wenn der Stein kantig und flach ist. Bei Trennung nach spezifischem Gewicht (z. B. erst nach Größe, dann nach Gewicht) ist für die Größensortierung eine gleiche Form erwünscht. Bei Trennung nach dem Rückprallvermögen ist unter anderem eine gleiche Form Voraussetzung. Trennt man aber Kartoffeln und Steine nach dem Rollwiderstand, wird das Trennergebnis um so besser ausfallen, je unterschiedlicher die Form ist, wenn also die Steine möglichst kantig und flach sind. Somit wird man runde Steine besser nach dem spezifischen Gewicht, kantige Steine nach dem Rollwiderstand trennen.

#### Die Anwendung des Luftwiderstandes bei der Trennung von Steinen und Kartoffeln

In einer Reihe von Verfahren wurde versucht, Steine und Kartoffeln durch den Luftwiderstand zu trennen. Die Körper sollten

1. bei den Verfahren 27 und 28 in einem vertikalen Luftstrom nach ihrer Schwebegeschwindigkeit getrennt werden (unter Schwebegeschwindigkeit versteht man die senkrecht aufwärts gerichtete Windgeschwindigkeit, bei der sich Körpergewicht und Luftwiderstand die Waage halten, so daß der Körper in Schwebelage gehalten wird),

2. bei den Verfahren 25 und 26 beim Fall durch einen horizontalen Luftstrom nach ihrer Masse verschieden weit abgetrieben und
3. bei den Verfahren 23 und 24 in einem horizontalen Luftstrom zum Rollen gebracht werden.

Bei der ersten Gruppe von Verfahren schien durch den Unterschied im spezifischen Gewicht eine Trennung möglich zu sein. An Hand einer kritischen Betrachtung konnte aber nachgewiesen werden, daß das nicht der Fall ist. Kugeln mit Durchmessern zwischen 20 und 80 mm und den spezifischen Gewichten von 1,1 und 2,5 g/cm<sup>3</sup> lassen sich nicht nach ihrer Schwebegeschwindigkeit trennen. Denn für das Anheben solcher Körper sind Windgeschwindigkeiten nötig, bei denen der Luftwiderstand durch das Verhalten des cw-Wertes nicht mehr linear, sondern sehr viel langsamer anwächst. Nur wenn die spezifisch leichteren Kugeln das Gewicht von 105 g nicht überschreiten, ist noch eine Trennung möglich (Abb. 14). Haben die Körper nicht die Form einer Kugel, sondern sind auch flache Steine darunter, so bieten diese dem Luftstrom wie ein zu Boden fallender Bogen Papier immer die größte Angriffsfläche und werden mit den Kartoffeln angehoben. (Näheres s. Maack [1, S. 17/25].)

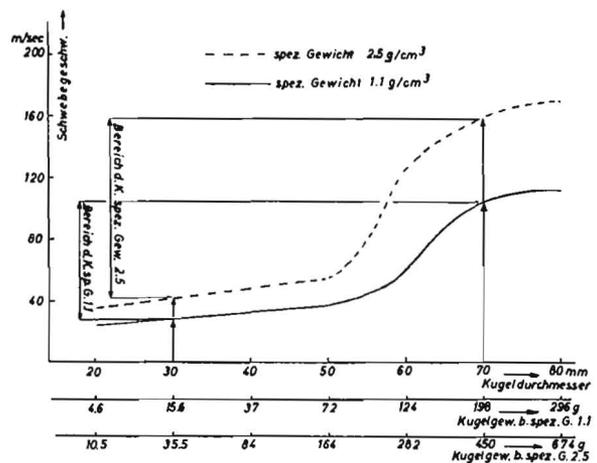


Abb. 14: Schwebegeschwindigkeit von Kugeln in Abhängigkeit von Größe und spezifischem Gewicht

Beim Fall durch den horizontalen Luftstrom lassen sich Kartoffeln und Steine ebenfalls nicht voneinander trennen. Auch hier wird ein flacher Stein, der dem Luftstrom seine größte Angriffsfläche bietet, weiter abgetrieben werden als ein runder Stein und eine runde Kartoffel. Oder er bietet dem Luftstrom die kleinste Windangriffsfläche und wird noch weniger abgetrieben als ein runder Stein. In diesem Verfahren ist eine Trennung durch die verschiedene Form der Körper nicht möglich.

Dagegen ist in der dritten Gruppe der Verfahren, in denen Steine und Kartoffeln im Luftstrom getrennt werden, der ungünstige Einfluß der Form sehr viel geringer, da jeder Körper durch das Rollen laufend seine Windangriffsfläche verändert und der Luftwiderstand um einen Mittelwert schwankt. Da diese Gruppe von Verfahren systematisch untersucht werden sollte, wurde vorher der Luftwiderstand übergroßer Kartoffeln in der Nähe einer Wand ermittelt, um festzustellen, ob der cw-Wert sich wie im beiderseits ausgedehnten Luftstrom störend auf die Trennung bemerkbar machen würde (Näheres s. Maack [1, S. 45/51]). Die Ergebnisse zeigten, daß der cw-Wert sich in der Nähe einer Wand anders verhält als im freien Strahl, daß nämlich bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten der Luftwiderstand übergroßer Kartoffeln, bezogen auf die Windangriffsfläche, nur 20 % geringer war als bei kleinen Kartoffeln.

#### Literatur:

[1] Maack, O.: Die mechanische Trennung von Kartoffeln und Steinen. Prüfung bekannter Verfahren und Entwicklung neuer Methoden unter besonderer Berücksichtigung der unterschiedlichen Eigenschaften von Steinen und Kartoffeln im Luftstrom. Diss. Göttingen 1956.

#### Schrifttum:

[2] National Institute of Agricultural Engineering (NIAE): Agricultural Engineering Record "Separation of Stones from Potatoes." Winter 1947-48 from National Institute of Agricultural Engineering. His Majesty's Stationary Office, London 1948.

[3] Simons, D.: Die Mechanisierung der Hackfrüchtereite in England, Dänemark und den Niederlanden. AID-Heft 44, Frankfurt 1954.

[4] Sack, H.: Technische Probleme der Wurzelfrüchtereite. Grundlagen der Landtechnik, Heft 6 (12. Konstrukteurheft). Düsseldorf 1955

[5] Maack, O.: Steinausleseanlage am „Digger“. Landmaschinenmarkt (1956) S. 582.

[6] Andersson, Y.: Versuche zur mechanischen Trennung von Steinen und Kartoffeln. Jordbrukstekniska Institutet. Ultuna, Uppsala. Circular 5 (1950).

[7] Baganz, K.: Untersuchungen über die Abscheidung kartoffelähnlicher Fremdkörper. Agrartechnik 5 (1955) H. 5 S. 162.

#### Patente (ohne Gewähr):

Nr. 267 556 vom 27. 7. 1912: Vorrichtung zum Entfernen der Steine für Kartoffelerntemaschinen mit umlaufenden Greifern zum Aussieben und einer sich drehenden Scheibe zum Weiterbefördern der Kartoffeln.

Nr. 299 497 vom 14. 4. 1916: Vorrichtungen zum Aussondern von Steinen an Kartoffelerntemaschinen mittels eines federnden Siebes.

Nr. 325 106 vom 9. 9. 1920: Kartoffelerntemaschinen mit Vorrichtung zum Entfernen der Steine.

Nr. 325 181 vom 9. 9. 1920: Vorrichtung zum Aussondern von Steinen an Kartoffelerntemaschinen.

Nr. 595 590 vom 29. 3. 1934: Vorrichtung zum Trennen der Steine von den Kartoffeln mittels schwingbar gelagerter, durch Gewichte belasteter Klappen.

Nr. 713 708 vom 13. 11. 1941: Einrichtung an Kartoffelerntemaschinen zum Abtrennen der Steine.

Nr. 747 316 vom 20. 9. 1944: Vorrichtungen an Kartoffelerntemaschinen zum Abtrennen der Steine.

Nr. 831 031 vom 11. 2. 1952: Sortiermaschine insbesondere für Kartoffeln

Nr. 869 882 vom 9. 3. 1953: Sortiereinrichtung mit wundernden Wiegeschalen und Verfahren zur Sortierung insbesondere von Kartoffeln.

Nr. 928 017 vom 23. 5. 1955: Einrichtung zum Trennen der Steine von den Kartoffeln.

## Résumé:

*Dr. O. Maack: „Die mechanische Trennung von Kartoffeln und Steinen.“*

Bei einer Trennung von Körpern verschiedener Beschaffenheit, in diesem Falle Kartoffeln und Steinen, muß eine Kraft vorhanden sein, welche die Körper bewegt. Außerdem müssen die Körper auf die Krafteinwirkung unterschiedlich reagieren, sie müssen sich trennen. Hier wird eine Reihe von Trennverfahren beschrieben und untersucht. Die unterschiedlichen Eigenschaften, nach denen dabei getrennt wurde, waren das spezifische Gewicht, das Rückprallvermögen, der Rollwiderstand und der Härtegrad. Die Trennverfahren, die nach dem spezifischen Gewicht trennen, wurden nur kurz behandelt, da in früheren Untersuchungen schon befriedigende Ergebnisse erzielt wurden. Beim Rollwiderstand und beim Rückprallvermögen wurde versucht, den Unterschied zwischen Kartoffeln und Steinen zu ermitteln. Dabei war im Rollwiderstand der Unterschied so groß, daß er sich zu einer Trennung eignen müßte. Das Rückprallvermögen dagegen kann nicht allein angewandt werden, sondern nur zusammen mit dem Rollwiderstand das Trennergebnis des letzteren verbessern. Eine abschließende Betrachtung des Luftwiderstandes zeigte, daß eine Trennung von Kartoffeln und Steinen nicht im freien Luftstrahl möglich ist, sondern nur, wenn die Körper auf einer Unterlage rollen. — In einem weiteren Beitrag im nächsten Heft werden die in Göttingen geprüften Trennverfahren und deren Ergebnisse beschrieben.

*Dr. O. Maack: "The Mechanical Separation of Potatoes and Stones."*

The separation of solids of different properties, in this case potatoes and stones, requires that some force be applied which agitates the solids. Furthermore, the solids must react differently to the application of that force, i. e., they must separate from each other. A number of methods of separation are described and investigated. The various properties that were examined in detail were: the specific gravities, the power to rebound from each other, the resistance to rolling and the degree of hardness of each solid. Methods of separation that operate by the utilisation of the differences in specific gravity are only briefly described, since previous investigations had yielded beneficial results. An attempt was made to determine the differences in their power to rebound and resistance to rolling. The difference in their respective resistance to rolling were so great that this effect should be of the greatest value in separation methods. The difference in the power to rebound, on the other hand, cannot be used by itself, but must be combined with the difference in resistance to rolling, so that the separating powers of the latter method may be rendered more effective. The article concludes with an investigation of the possibilities of using an air blast to effect separation of stones from potatoes. However, it was found that this method was only efficient when the two solids could roll freely on some form of base plate. A further contribution to the next number of this Journal will describe methods used and results obtained at separation tests made at Göttingen.

*Dr. O. Maack: «La séparation mécanique des pommes de terre et des cailloux.»*

Quand on veut séparer des corps de constitution différente comme par exemple les pommes de terre et des cailloux, il faut disposer d'une énergie qui remue ces corps. De plus, les corps doivent réagir différemment à l'action de l'énergie; ils doivent se séparer. Les facteurs d'après lesquels les deux corps peuvent être séparés, sont la densité, le pouvoir de rebondissement, le coefficient de roulement et le degré de dureté. Les méthodes de séparation basées sur la densité n'ont été exposées que succinctement étant donné que des essais antérieurs ont déjà conduit à des résultats satisfaisants. Afin de se servir des deux facteurs suivants, on a dû déterminer la différence du coefficient de roulement et du pouvoir de rebondissement des pommes de terre et des cailloux. Le coefficient de roulement des deux corps diffère considérablement de sorte que ce facteur peut être utilisé pour la séparation des deux corps. Le pouvoir de rebondissement ne peut être utilisé isolément, mais seulement en combinaison avec le coefficient de roulement afin d'améliorer le taux de séparation lors de l'application d'une méthode basée sur ce dernier facteur. Un essai ayant recours à la résistance à l'air a montré qu'une séparation des pommes de terre et des cailloux ne peut être réalisée par un courant d'air, en chute libre, mais seulement quand les corps roulent sur un support. Les méthodes de séparation examinées à Göttingue et les résultats obtenus feront l'objet d'un article qui paraîtra dans le numéro suivant de cette revue.

*Dr. O. Maack: «La separación mecánica de piedras y de patatas.»*

La separación de cuerpos de distinta naturaleza, en este caso, de patatas y de piedras, requiere una fuerza que los ponga en movimiento. Además la reacción de los cuerpos a la fuerza debe ser distinta, para que se separen. En este artículo se describen y se investigan varios procedimientos de separación. Las cualidades distintas que se aprovecharon para la separación son: el peso específico, la elasticidad de rebote, la resistencia a la rodadura y la dureza. Los procedimientos que aprovechan el peso específico se han tratado someramente, porque han sido objeto de investigaciones anteriores que dieron resultados satisfactorios. En la resistencia a la rodadura y en el rebote se ha tratado establecer las diferencias entre patatas y piedras, pudiendo apreciarse en la resistencia a la rodadura una diferencia tan grande que debía que prestarse para la separación. El rebote por sí sólo no puede emplearse, sino puede servir únicamente en combinación con la resistencia a la rodadura, para mejorar el resultado de ésta. Consideraciones finales sobre la resistencia del aire demostraron que la separación de patatas y de piedras no resulta posible en chorro de aire libre, sino cuando los cuerpos están rodando en una superficie. En otro artículo del número próximo se describirán los resultados de los ensayos efectuados en Göttingen.