

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.

Hans Jürgen Matthies und Dieter Grabenhorst:

Ein Beitrag zur Gestaltung von Kartoffelförderbändern

Institut für Landmaschinen, T.H. Braunschweig

Beim Einsatz von stationären und beweglichen Kartoffelförderbändern, auch bei solchen, die in Kartoffelerntemaschinen oder Sortiermaschinen eingebaut sind, treten häufig Beschädigungen an Kartoffeln auf, deren Ausmaß nicht mehr vertretbar erscheint. Diese Beschädigungen werden vor allem dadurch verursacht, daß die Kartoffeln mit zu hoher Geschwindigkeit auf das dem Förderband folgende Gerät, also beispielsweise den Schütttrichter oder das Sortiersieb, oder aber auf ein zweites Förderband auftreffen. Es ist bekannt, daß frei fallende Kartoffeln — wenn die Beschädigungen gering gehalten werden sollen — nur aus einer Höhe von etwa 30 bis 50 cm auf eine feste Unterlage fallen dürfen. Sie sollten also höchstens mit der dieser Fallhöhe entsprechenden Fallgeschwindigkeit von etwa 2,4–3,1 m/sec auftreffen [1]. Es sind

jedoch keine Unterlagen vorhanden, aus denen man den Verlauf der Wurfbahn und die Wurfgeschwindigkeit an einer bestimmten Stelle dieser Bahn ermitteln könnte.

Als Voraussetzung für die Berechnung der Wurfbahn und der Bahngeschwindigkeit müßten Größe und Richtung der Geschwindigkeit, mit der sich das Fördergut vom Gurt ablöst, sowie der geometrische Ablösepunkt bekannt sein. Die bisher üblichen Formeln gehen davon aus, daß das Gut sich löst, sobald die Fliehkraft größer wird als die Schwerkraft. Dabei wird unterstellt, daß zwischen Gurt und Fördergut vor dem Ablösen keine Relativbewegung auftritt. Wie später gezeigt werden soll, führen diese Formeln bei der Kartoffelförderung unter Umständen zu falschen Ergebnissen, weil sie die in Wirklichkeit vorhandene erhebliche Relativbewegung nicht erfassen können, und weil sie die Mitnehmerwirkung nicht berücksichtigen. Der Ableitung anderer Formeln, die die Mitnehmer berücksichtigen würden, stehen die unregelmäßige Größe und Oberflächenbeschaffenheit der Kartoffeln und damit das schlecht erfassbare Gleit- und Rollvermögen entgegen. Ebenso erschwert die gegenseitige Beeinflussung der Kartoffeln die analytische Betrachtung.

Es war daher das Ziel dieser Versuche, zunächst auf experimentellem Wege in kürzerer Zeit Unterlagen zu gewinnen, die es dem Konstrukteur gestatten, die Förderbänder richtig zu bemessen und ihren Einbau, sowie die Anordnung ihrer Zusatzeinrichtungen günstig zu gestalten. Während der bisherigen Untersuchungen wurden wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die es möglich erscheinen lassen, neben der Geschwindigkeit, mit der die Kartoffeln sich vom Förderband lösen, auch Ablösepunkt und -richtung zu bestimmen und damit unter Umständen allgemeingültige Rechnungsunterlagen zu schaffen. Die dazu notwendigen Untersuchungen werden sich jedoch über einen längeren Zeitraum erstrecken, so daß hier zunächst nur die bisher gewonnenen praktischen Erkenntnisse wiedergegeben werden sollen.

Aufbau der benutzten Versuchseinrichtung

Während einer Reihe von Vorversuchen wurde festgestellt, daß es umständlich und in bezug auf die apparative Ausrüstung zu kostspielig ist, wenn man Wurfbahn und Wurfenergie durch mechanische Einrichtungen — beispielsweise mit Hilfe von Abreiß- oder Berührungsdrähten — bestimmen wollte. Daher wurde versucht, fotografische Verfahren zu verwenden. Würde man in einem dunklen Raum eine vom Band abgeworfene Kartoffel ständig beleuch-



Bild 1: Vorversuche zur Bestimmung der Wurfgeschwindigkeit: Frei fallende Holzkugel mit Lichtblitz-Stroboskop beleuchtet (20 Lichtblitze pro Sekunde)

ten und sie während ihres Falles fotografieren, so würde die Wurfbahn als heller Streifen auf dem späteren Bild erscheinen. Leuchtet man dagegen die Kartoffel mit einem Lichtblitz-Stroboskop in bestimmten Zeitabständen an, beispielsweise 20mal in einer Sekunde, so erscheint sie auf dem Bild in Form von Punkten, aus deren Abständen voneinander (die ja einer Wurfzeit von $\frac{1}{20}$ sec entsprechen) man die Wurfgeschwindigkeit direkt entnehmen und damit die Wurfenergie errechnen kann. Außerdem ergeben die Punkte gleichzeitig die Wurfbahn der Kartoffel.

In zahlreichen Vorversuchen, die etwa mit den in Bild 1 gezeigten Ergebnissen begannen und mit den in Bild 3 vorliegenden Ergebnissen beendet werden konnten, wurde die in Bild 2 gezeigte Meßeinrichtung entwickelt. Mit Hilfe dieser Meßeinrichtung ist es möglich, zeitlich hintereinander mehrere Versuche auf eine Platte aufzunehmen; so können — wie Bild 3 zeigt — beispielsweise acht Versuche auf ein Bild gebracht werden. Die an einer beliebigen Stelle der Wurfbahn auftretenden Geschwindigkeiten können mit Hilfe des gleichzeitig aufgenommenen Gitternetzes direkt abgemessen werden, da dieses so eingerichtet wurde, daß die waagerechten und senkrechten Netzlinsen — auf die Mittellinie des Förderbandes bezogen — einen Abstand von 200 mm voneinander haben. Über einen unter 45° über der Wurfbahn angebrachten Spiegel kann auch die zu den Wurfparabeln senkrechte Ebene mit beobachtet werden. Die Anlage ist so eingerichtet, daß folgende Größen verändert werden können:

- Gurtgeschwindigkeit (0–2 m/sec)
- Gurtneigung (0– 60°)
- Form und Höhe der Mitnehmerleisten (0–68 mm)
- Durchmesser der oberen Umlenkrolle (Kopftrommel) (150, 250, 350, 500 mm)
- Abstand der Mitnehmerleisten auf dem Band.

Bahnkurven und Bahngeschwindigkeiten von Modellkörpern

Um von der unterschiedlichen Beschaffenheit der Kartoffeln und damit von Zufallsergebnissen und größeren Streuungen unabhängig zu sein, wurden für die Bestimmung der oben genannten Einflußgrößen zunächst Holzkugeln als Modellkörper benutzt. Die Kugeln entsprechen etwa dem mittleren Durchmesser der verwendeten Kartoffeln und hatten ein Gewicht von 54 g. Die in der geschilderten Weise auf fotografischem Wege gewonnenen Versuchsergebnisse wurden nach ihrer Auswertung teilweise in den folgenden Diagrammen dargestellt. Bei der Wiedergabe der Diagramme wurde auf das Einzeichnen von Versuchspunkten verzichtet, um eine bessere Übersicht zu erhalten. Jeder Kurve liegen für die Gurtgeschwindigkeiten 0,5; 1,0; 1,5 und 2,0 m/sec vier Versuche zugrunde, so daß die in den Diagrammen enthaltenen Kurven mittlere Kurven darstellen und reproduzierbare Ergebnisse zeigen. Die Kurven für die Gurtgeschwindigkeiten 0,25; 0,75; 1,25 und 1,75 m/sec wurden jedoch nur durch einen Versuch gewonnen, so daß sie im Rahmen der oben genannten Kurven nicht alle eine stetige Lage aufweisen.

Die zunächst durchgeführten Untersuchungen dienten der Bestimmung des Einflusses der Gurtgeschwindigkeit auf die Wurfbahn und die Bahngeschwindigkeit an beliebiger Stelle der Bahn. Diese Versuche zeigten beispielsweise, daß die Modellkörper bei einer Gurtgeschwindigkeit von 2 m/sec und einer Höhe der Mitnehmerleisten von 68 mm bei den in Bild 3 wiedergegebenen Verhältnissen mit einer waagerechten Geschwindigkeitskomponente von etwa 4 m/sec abgeworfen wurden. Nach kurzer Fallzeit betrug die resultierende Geschwindigkeit der Kugeln schon etwa 6 m/sec, hatte also etwa die dreifache Größe der Gurtgeschwindigkeit erreicht. Diese starke Erhöhung der Geschwindigkeit ist darauf zurückzuführen, daß die Kugel, sobald die Mitnehmerleiste die obere Umlenkrolle erreicht hat, von dieser, wie durch eine Wurf-schaufel, radial nach außen abgeschleudert wird.

Die Auswertung der in Bild 3 beispielsweise wiedergegebenen Aufnahmen ergibt die in Bild 4 für den Kopftrommeldurchmesser von 150 mm, die Mitnehmerhöhe von 68 mm und den Anstellwinkel von 45° gezeigten Wurfparabeln. Die Kurven zeigen trotz gleichmäßig um jeweils 0,25 m/sec gestufter Gurtgeschwindigkeiten einen deutlichen Sprung zwischen 0,5 und 0,75 m/sec Gurtgeschwindigkeit. Die Untersuchung der dafür verantwortlichen Gründe ergab, daß das Gut im Augenblick der Ablösung vom Gurt

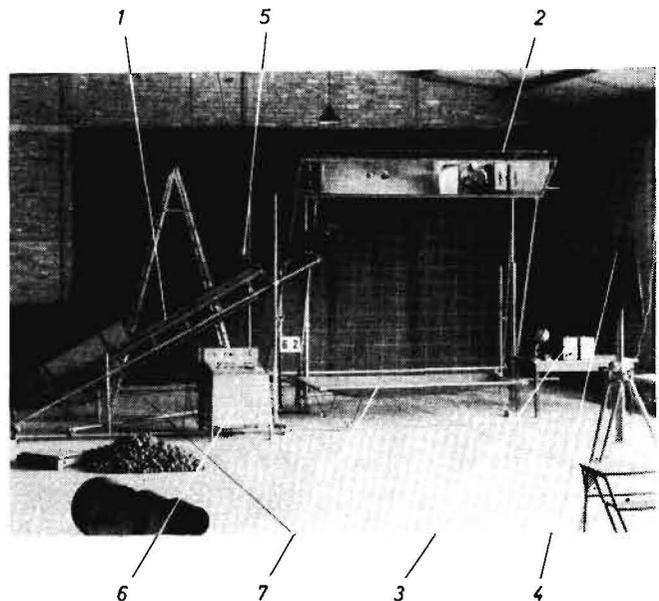


Bild 2: Entwickelte Versuchsanlage zur Bestimmung der Wurfbahn und der Wurfgeschwindigkeit (bzw. der Wurfenergie) von Kartoffeln

- | | |
|---|---|
| 1 Gerüst mit Förderband | 5 Schaltkasten für Fernbetätigung |
| 2 Gestell mit Spiegel und Koordinatensystem | von: Gurtantrieb, Hallenbeleuchtung, Kamera, Einzelblitz und Stroboskop |
| 3 Lichtblitz-Stroboskop | 6 LEONARDSATZ für stufenlosen Gurtantrieb |
| 4 Kamera mit elektrischem Fernauslöser | 7 Auffangmulde |

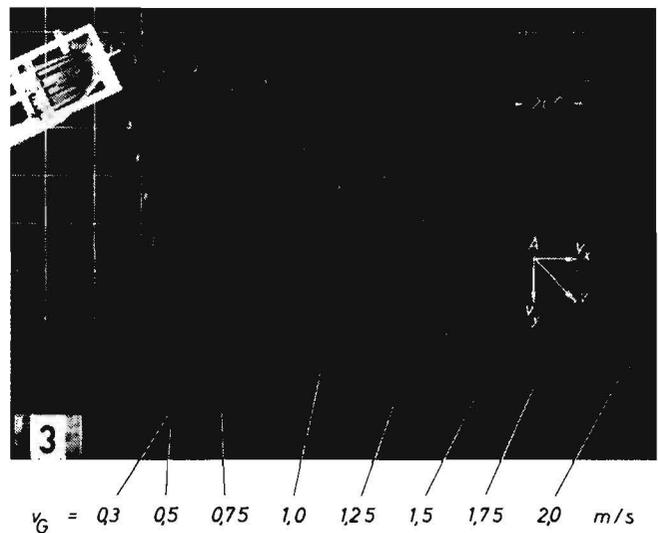


Bild 3: Wurfbahnen bei verschiedenen Gurtgeschwindigkeiten v_G .

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| Gurtneigung: | 25° |
| Mitnehmer: | \perp -Stollen, 68 mm hoch |
| Kopftrommeldurchmesser: | 150 mm |
| Blitzfrequenz: | 20 Blitze pro Sekunde. |

Beispiel: Bei der Gurtgeschwindigkeit 2 m/sec ist die Horizontalkomponente der Wurfgeschwindigkeit $v_x = 4,0$ m/sec; die Vertikalkomponente im Punkt A $v_y = 4,2$ m/sec; die Wurfgeschwindigkeit $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5,8$ m/sec

— entgegen den bisher üblichen Berechnungsmethoden — nicht genau die Gurtgeschwindigkeit besitzt.

Bei geringen Gurtgeschwindigkeiten ist im allgemeinen und im besonderen bei Kartoffeln damit zu rechnen, daß das Gut bereits vor Erreichen des Ablösepunktes rutscht oder rollt. Bei diesen Geschwindigkeiten wird es, ohne sich vom Gurt abzuheben, vom Mitnehmer bis zum Gipfelpunkt auf die Kopftrommel gefördert, um von da an den Mitnehmern vorauszuweichen. Dieses Vorausweichen ist bei runden Kartoffeln und besonders bei Holzkugeln zu erwarten. Das Gut hat also beim Abwurf bereits eine höhere Geschwindigkeit als der Gurt, so daß es dem Mitnehmer vorausweilt und das Ablösen vom Gurt nicht von ihm beeinflußt werden wird.

Bei höheren Gurtgeschwindigkeiten dagegen löst sich das Gut vom Gurt etwa an der Stelle, wo der Gurt durch die Kopftrommel umgelenkt wird. Besitzt der Gurt Mitnehmer, so gleitet das Gut an

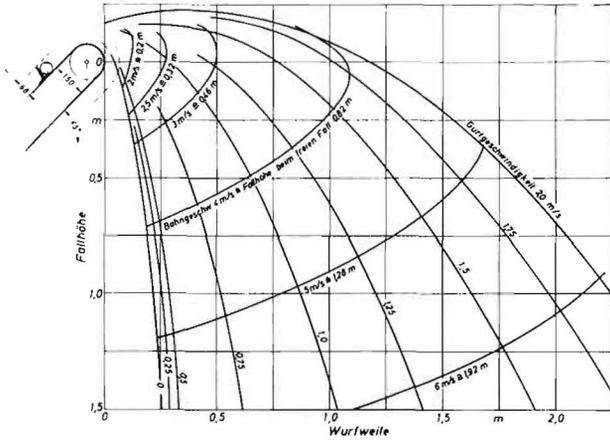


Bild 4: Einfluß der Gurtgeschwindigkeit auf Wurfbahn und Bahngeschwindigkeit eines Modellkörpers (Holzkugel 55 mm \varnothing , 54 g)
Kopftrommeldurchmesser 150 mm; Neigung des Förderbandes 45°;
Mitnehmerhöhe 68 mm

diesen entlang, gerät in Bereiche größerer Umfangsgeschwindigkeiten und löst sich vom Mitnehmer an dessen Oberkante ab. Die Ablösegeschwindigkeit setzt sich vektoriell aus der Radialgeschwindigkeit und der Umfangsgeschwindigkeit der Mitnehmeroberkante zusammen. Da letztere stets größer als die Gurtgeschwindigkeit ist, wird auch in diesem Fall die Ablösegeschwindigkeit immer größer als die Gurtgeschwindigkeit sein.

Man kann diese Zusammenhänge sehr gut aus Bild 4 erkennen. Bei den dort vorliegenden Verhältnissen rollen die Kugeln genau wie die ebenfalls untersuchten Kartoffeln bis zu einer Gurtgeschwindigkeit von etwa 0,5 m/sec vom Gurt ab, ohne vom Mitnehmer beeinflusst zu werden, während sie bei höheren Gurt-

geschwindigkeiten unter Einwirkung der Zentrifugalkraft über die Mitnehmerleiste abgeworfen werden. Die Unstetigkeit im Abstand der Wurfbahnen voneinander rührt also daher, daß die Gurtgeschwindigkeit im Bereich des „Vorausrollens“ nur einen geringen Einfluß auf die Ablösegeschwindigkeit hat, während bei höheren Gurtgeschwindigkeiten, wenn die Wurf-schaufelwirkung der Mitnehmer wirksam wird, eine Proportionalität zwischen Gurt- und Ablösegeschwindigkeit eintritt.

Mit Hilfe der Versuchsergebnisse läßt sich für jeden Bahnpunkt die zugehörige Bahngeschwindigkeit errechnen. Daher kann mit Hilfe umfangreicherer Rechnungen umgekehrt auch der Bahnpunkt gefunden werden, an dem eine vorgegebene Geschwindigkeit herrscht. Auf diese Weise kommt man zu den in den Bildern 4, 5 und 6 eingezeichneten Kurven gleicher Bahngeschwindigkeit. Sie zeigen die Auftreffgeschwindigkeit an, die die Kugel, beziehungsweise die Kartoffel beim Auftreffen auf einen an dieser Stelle der Kurve angebrachten festen Gegenstand haben würden. Die gezeichneten Kurven entsprechen außerdem einer bestimmten Fallhöhe beim freien Fall. Dadurch ist hinsichtlich der Beurteilung der zu erwartenden Beschädigungen ein Vergleich mit den in der Literatur [1; 2] vorhandenen Angaben über die Beschädigungen von Kartoffeln möglich.

Mit Hilfe der Wurfparabeln und der Linien gleicher Bahngeschwindigkeiten (Bilder 4; 5; 6) kann man nun bestimmen, mit welcher Gurtgeschwindigkeit ein bestimmter Punkt erreicht werden kann und wie groß die Auftreffgeschwindigkeit an diesem Punkt sein wird. Man erkennt beispielsweise die Richtigkeit der oben getroffenen Feststellungen, wonach die Abwurfgeschwindigkeiten schon in der Nähe der Kopftrommel wesentlich größer sind als die Gurtgeschwindigkeiten selbst.

Aus dem Vergleich der Bilder 4 und 5 ersieht man den Einfluß des Kopftrommeldurchmessers auf Wurfbahn und Wurfgeschwindigkeit. Mit großem Kopftrommeldurchmesser (Bild 5) ist bei gleicher Gurtgeschwindigkeit (und damit auch gleichbleibender Förderleistung) ein wesentlich kleinerer Streubereich zu erzielen. Bei Betrachtung der Wurfbahn für 1,75 m/sec Gurtgeschwindigkeit erkennt man, daß die Bahngeschwindigkeiten 2,5 und 3 m/sec bei der großen Trommel noch auf den Wurfparabeln liegen, während die Bahngeschwindigkeit bei Verwendung der kleinen Kopftrommel stets größer als 3 m/sec ist. Betrachtet man allerdings die Lage der Bahngeschwindigkeitskurven zu den Kopftrommeln, so erkennt man, daß die Kurven 2,5 und 3 m/sec verhältnismäßig dicht an der Kopftrommel liegen. Es wird also schwierig sein, das dem Förderband nachgeordnete Gerät, beispielsweise ein weiteres Förderband, in der Nähe der Kopftrommel so anzuordnen, daß die Auftreffgeschwindigkeit auf dieses Band noch etwa zwischen den Werten 2,5 und 3 m/sec liegt, das heißt, daß die entsprechende zulässige Fallhöhe von rund 30 bis 40 cm eingehalten wird.

In Bild 6 wurden die Wurfbahnen für eine Gurtneigung von 45°, eine Steghöhe von 68 mm und für die Kopftrommeldurchmesser von 150, 250, 350 und 500 mm eingetragen. Die Lage der Förderbänder wurde so gewählt, daß bei allen vier Ausführungen jeweils ein vergleichbar großer Freiraum verbleibt. Das Bild zeigt eindeutig, daß bei Verwendung kleinerer Kopftrommeldurchmesser innerhalb eines bestimmten Bahngeschwindigkeitsbereiches mehr Raum zur Anordnung von Folgegeräten verbleibt als bei größeren Trommeln. Das bedeutet, daß Förderbänder mit kleineren Kopftrommeln für den bisher üblichen Geschwindigkeitsbereich der Kartoffelförderung in den meisten Fällen, vor allem aber für den Einbau in Maschinen, auch hinsichtlich der zu erwartenden Aufprallgeschwindigkeit besser geeignet sind als solche mit größeren Kopftrommeldurchmessern.

Ein Einfluß der Mitnehmerhöhe auf die Ausbildung der Wurfbahnen läßt sich – wie zu erwarten war – bei kleinen Gurtgeschwindigkeiten nicht nachweisen (Bild 7), weil die Mitnehmer in diesen Bereichen beim Ablösen gar nicht wirksam werden. Bei Kopftrommeln mit 150 mm Durchmesser stimmen die Bahnkurven bis zu einer Gurtgeschwindigkeit von etwa 0,5 m/sec auch bei Verwendung niedrigerer Mitnehmer mit den in Bild 4 gezeigten Kurven für höhere Mitnehmer überein. Bei größeren Kopftrommeldurchmessern kann diese Übereinstimmung auch bis zu höheren Gurtgeschwindigkeiten verfolgt werden, beispielsweise bei dem

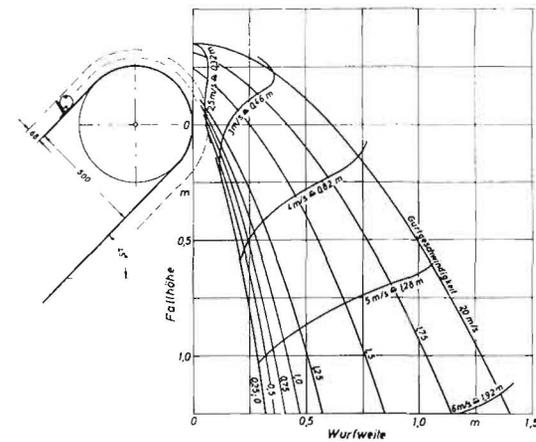


Bild 5: Einfluß der Gurtgeschwindigkeit auf Wurfbahn und Bahngeschwindigkeit eines Modellkörpers (Holzkugel 55 mm \varnothing , 54 g)
Kopftrommeldurchmesser 500 mm; Gurtneigung 45°; Mitnehmerhöhe 68 mm

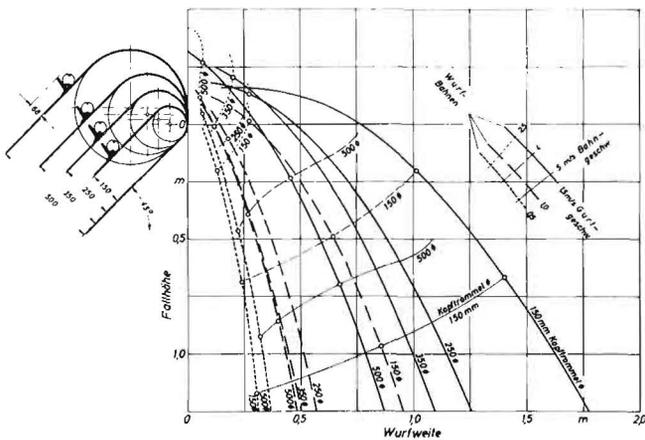


Bild 6: Wurfbahnen und Lage der Linien gleicher Bahngeschwindigkeiten bei verschiedenen großen Kopftrommeldurchmessern (Holzkugel 55 mm \varnothing , 54 g)
Gurtneigung 45°; Mitnehmerhöhe 68 mm

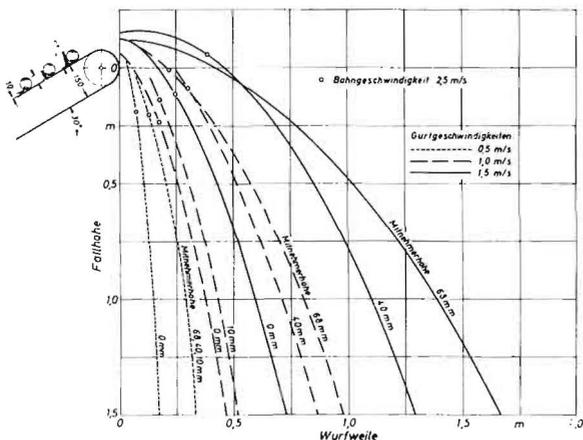


Bild 7: Einfluß der Mitnehmerhöhe auf die Wurfbahnen eines Modellkörpers (Holzkugel 55 mm Ø, 54 g)
Kopftrommeldurchmesser 150 mm; Gurtneigung 30°

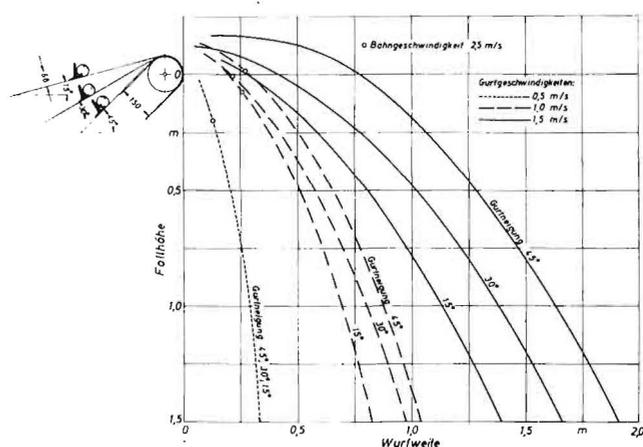


Bild 8: Einfluß der Gurtneigung auf die Wurfbahnen eines Modellkörpers (Holzkugel 55 mm Ø, 54 g)
Kopftrommeldurchmesser 150 mm; Mitnehmerhöhe 68 mm

Kopftrommeldurchmesser von 500 mm (Bild 5) bis zu etwa 1,25m/sec Gurtgeschwindigkeit. Erst bei Geschwindigkeiten, bei denen die Mitnehmer wirksam werden, werden die Wurflweiten mit kleiner werdender Mitnehmerhöhe bei gleicher Gurtgeschwindigkeit ebenfalls kleiner, wie die in Bild 7 für einen Anstellwinkel von 30° wiedergegebenen Wurfpardellen zeigen. Dabei ist natürlich zu bedenken, daß auch die Förderleistung mit kleiner werdender Mitnehmerhöhe geringer wird. Die in Bild 7 enthaltenen Kurven mit der Bezeichnung „Mitnehmerhöhe = 0 mm“ sind nach den bisher gebräuchlichen Formeln für normale Gurte berechnet worden, das heißt unter der Annahme, daß keine Relativbewegung zwischen Gurt und Fördergut und keine Wurfwirkung der Mitnehmer auftritt. Es ist gut zu erkennen, daß die herkömmlichen Berechnungsgrundlagen, wie eingangs erwähnt, mit den Versuchsergebnissen keineswegs übereinstimmen.

Infolge des weiter oben geschilderten Effektes eilt das Fördergut bei kleineren Geschwindigkeiten nach Erreichen des Gipfelpunktes auf der Kopftrommel dem Mitnehmer voraus. Abwurfpunkt und Wurfbahn sind daher wohl vom Kopftrommeldurchmesser und von der Gurtgeschwindigkeit abhängig, nicht aber von Mitnehmerhöhe und Gurtneigung. Ein Einfluß der Gurtneigung ist daher ebenfalls erst bei höheren Gurtgeschwindigkeiten zu verzeichnen (Bild 8), bei denen die Wurfchaufelwirkung der Mitnehmer zur Wirkung kommt. Obwohl die Gurtneigung keinen Einfluß auf die Größe der Ablösegeschwindigkeit ausübt, beeinflußt sie deren Richtung und damit die Wurfbahn — wie Bild 8 erkennen läßt — nicht unwesentlich.

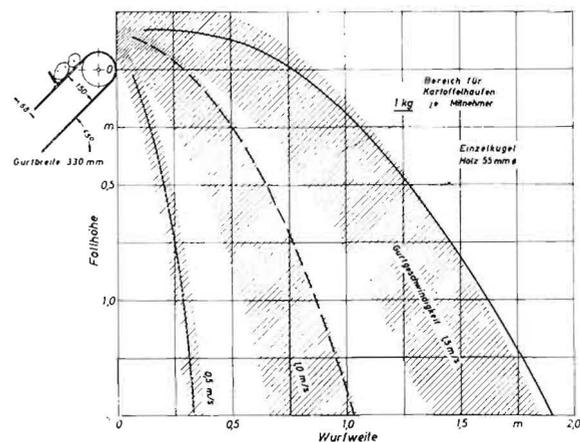


Bild 9: Wurfbahn-Bereiche eines Kartoffelhaufens von 1 kg je Mitnehmer im Verhältnis zu den Wurfbahnen der Einzelkugel
Kopftrommeldurchmesser 150 mm; Mitnehmerhöhe 68 mm; Gurtneigung 45°

Bahnkurven und Bahngeschwindigkeiten von Einzelkartoffeln und Kartoffelhaufen

Bereits bei den Versuchen mit einzelnen Holzkugeln konnte eine gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse festgestellt werden. Die Streuungen betragen maximal $\pm 8\%$ der Wurflweite. Auch bei Versuchen mit einzelnen Kartoffeln lagen diese Streubereiche mit etwa $\pm 10\%$ noch in erträglichen Grenzen. Die Streuungen wachsen jedoch mit größer werdender Fördermenge, das heißt mit größer werdenden Kartoffelhaufen je Mitnehmer und mit der Gurtgeschwindigkeit an. Vergleichsversuche mit einer größeren Menge von Holzkugeln zeigten, daß die Streuungen weniger durch die unregelmäßigen Kartoffelformen als durch die gegenseitige Beeinflussung der Kartoffeln untereinander zu erklären sind. Darüber hinaus werden die Kartoffeln infolge ihrer unterschiedlichen Lage zum Mitnehmer in verschiedenartiger Weise und zum Teil überhaupt nicht von diesem beeinflußt.

Die Auswertung zahlreicher Versuche ergab, daß die Einzelkartoffel wie auch der Kartoffelhaufen grundsätzlich dieselbe Wurfbahn annehmen wie die Einzelkugel, daß diese Bahn jedoch nicht durch eine Linie, sondern durch einen Bereich darzustellen ist. Dieser Bereich nimmt im Verhältnis zur Kurve für die Einzelkugel je nach Gurtgeschwindigkeit verschiedene Lagen ein. Bei geringeren Gurtgeschwindigkeiten verteilt sich der Bereich — wie die Bilder 9 und 10 für verschiedene Fördermengen zeigen — annähernd gleichmäßig zu beiden Seiten der entsprechenden Bahnkurve für die Einzelkugel. Bei höheren Gurtgeschwindigkeiten

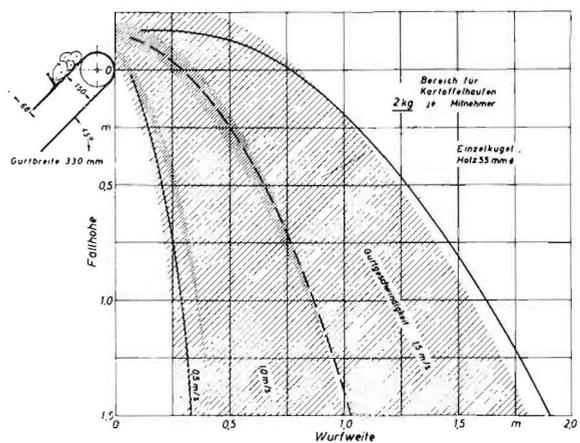


Bild 10: Wurfbahn-Bereiche eines Kartoffelhaufens von 2 kg je Mitnehmer im Verhältnis zu den Wurfbahnen der Einzelkugel
Kopftrommeldurchmesser 150 mm; Mitnehmerhöhe 68 mm; Gurtneigung 45°

jedoch, bei denen die Wurfbahn der Einzelkugel im wesentlichen von dem Mitnehmer beeinflußt wird, liegt in der Regel nur ein kleiner Teil des Bereiches über der entsprechenden Bahnkurve für die Einzelkugel, der größte Teil jedoch darunter. Es ist also anzunehmen, daß sich beim Fördern von Kartoffelhaufen bei höheren Geschwindigkeiten ein großer Teil der Kartoffeln der Wurfchaufelwirkung durch die Mitnehmer entziehen kann. Die vorn liegenden Kartoffeln werden wahrscheinlich beim Erreichen der Kopftrommel nur infolge der Fliehkraft abgeworfen, während die Kartoffeln, die sich in der Nähe der Mitnehmer befinden, unter deren Einwirkung in den vorausfliegenden Pulk hineingeschossen werden.

Es hat sich herausgestellt, daß die Knollengröße kaum Einfluß auf die Lage der Wurfbahn hat. Bei Einzelversuchen wurden Kartoffeln mit einem Knollengewicht von 40 g bis 250 g miteinander verglichen, ohne daß eine gesicherte Tendenz zutage trat. Beim Abwurf einer größeren Menge, zum Beispiel 2 kg pro Mitnehmer, war zu erkennen, daß der Streubereich bei großen Kartoffeln (250 g) etwas kleiner ist als bei geringer Knollengröße (40 g), was aus dem Vergleich der Knollenzahl (8 Stück bei 250 g gegenüber 50 Stück bei 40 g Einzelgewicht) verständlich wird. Die meisten Versuche wurden mit unsortierten Kartoffeln (40 g bis 250 g) von schwach länglicher Form durchgeführt, wobei stets das mittlere Knollengewicht von 83,3 g eingehalten wurde.

Nach bisher durchgeführten Untersuchungen kann etwa angenommen werden, daß die im Haufen herunterfallenden Kartoffeln trotz ihrer Streuungen annähernd die gleichen Bahngeschwindigkeiten annehmen, wie sie die Einzelkugel am selben Ort — entsprechend Bild 4 — annehmen würde. Genauere Untersuchungen über diese Frage laufen jedoch zur Zeit noch. Auf Grund dieser leicht überschaubaren Zusammenhänge zwischen Kartoffelhaufen und Einzelkugel erscheint es möglich, sich bei der Wahl der Konstruktionsdaten für ein Förderband ausschließlich auf die Bahn- und Geschwindigkeitskurven für die Einzelkugel zu stützen. Es erscheint daher lohnend, die beim Abwurf von Einzelkugeln neu aufgetretenen Probleme, insbesondere die Frage des Ablösepunktes und der Ablösegeschwindigkeit, weiter zu verfolgen. Das Ziel dieser weiteren Arbeiten soll darin bestehen, die bisher gewonnenen, mehr praktischen Erkenntnisse durch die Ermittlung allgemeingültiger Gesetzmäßigkeiten weiter zu vervollkommen und für die vorhandenen Probleme rein rechnerische Lösungsmöglichkeiten zu finden.

Zusammenfassung

Wegen der unregelmäßigen Beschaffenheit der einzelnen Kartoffeln und der unbekanntenen und unregelmäßigen Lage der in einem Haufen vor dem Mitnehmer eines Förderbandes liegenden Kartoffeln lassen sich weder die Wurfbahn noch die Bahngeschwindigkeiten an einer beliebigen Stelle der Bahn von vornherein auf rechnerischem Wege bestimmen. Daher wurden die Erkenntnisse, die durch Abwerfen von Einzelkugeln von einem Förderband bei Verwendung verschiedener Gurtgeschwindigkeiten, verschiedener Bandneigungen, verschiedener Höhe der Mitnehmerleisten und verschiedener Durchmesser der Kopftrommel gewonnen wurden, auf die Verhältnisse beim Abwerfen von Kartoffelhaufen übertragen. Die Kartoffeln folgen etwa den Bahnen der Einzelkugel, nur nimmt die Streuung mit wachsender Kartoffelmenge pro Mitnehmer und steigender Gurtgeschwindigkeit zu. Während bei kleinen Gurtgeschwindigkeiten die Streuung gleichmäßig um die Kugelbahn verteilt ist, kann diese bei höheren Gurtgeschwindigkeiten, bei denen der Wurf der Einzelkugel im wesentlichen vom Mitnehmer beeinflusst wird, etwa als äußere Grenzkurve gelten.

Die vorliegenden Untersuchungen konnten bisher vorhandene Unklarheiten weitgehend beseitigen. Insbesondere konnte der Einfluß geklärt werden, den verschiedene konstruktive Maßnahmen bei der Gestaltung der Förderbänder — vor allem die Bemessung der Kopftrommeldurchmesser und der Mitnehmerhöhe — und die Wahl der Gurtgeschwindigkeit auf die zu erwartende Wurfenergie der Kartoffeln und damit auf deren Beschädigungen haben. Mit Hilfe der wiedergegebenen Erkenntnisse ist es möglich, Förderbänder und mit Förderbändern ausgerüstete Maschinen so zu konstruieren, daß die Beschädigungsfahr für die Kartoffeln so weit wie möglich vermindert wird.

Schrifttum

- [1] VOLLBRACHT, O., und U. KUHNKE: Mechanische Beschädigungen an Kartoffeln. Der Kartoffelbau 7 (1956), S. 74—77 und 95—98
 [2] DENCKER, C. H.: Die Mechanisierung der Hackfruchtenernte. Landtechnik 6 (1951), S. 59—66

Résumé

Hans Jürgen Matthies and Dieter Grabenhorst: "A Contribution to the Design of Potato Conveyors."

Due to the irregularity in the contours of individual potatoes and the unknown and irregular positioning of the heaped potatoes in front of the conveyor, it is impossible to calculate either the trajectory or the speed of the conveyor belt at any specified spot on the conveyor installation. The knowledge gained from measurements of the speed,

etc., of ejection of single potatoes from a conveyor belt by use of varying belt speeds, differing inclinations of the belt and varying diameters of rotating drums was applied to the problem of ejection of masses of potatoes. In these cases the potatoes follow the approximate trajectories of the single potatoes, but the scatter increases with increasing amounts of potatoes in the buckets and increasing belt speeds. With low belt speeds the scatter is symmetrical about the trajectory of a single potato, but with increasing belt speeds, this trajectory can only be regarded as an outer limiting curve. This results from the fact that the discharge of the individual potato is essentially influenced by the bucket.

The present investigations enabled a number of questions to be cleared up. In particular, it was found possible to ascertain the influence of various features in the design of conveyor belts, notably, the diameter of the rotating drum, the height of the bucket and the belt speed, upon the force with which the potatoes are ejected. This has an important bearing upon the amount of damage sustained by the potatoes. It is possible, by the aid of results given in this paper, to design conveyors and machinery equipped with conveyors, in such a manner that the risk of damage to the potatoes is very greatly reduced.

Hans Jürgen Matthies et Dieter Grabenhorst: «A propos de la conception des bandes transporteuses de pommes de terre.»

La forme irrégulière et la position inconnue des pommes de terre accumulées devant le tasseur entraîneur d'une bande transporteuse ne permettent pas de déterminer à l'avance par des calculs la trajectoire et la vitesse de projection à un point déterminé de la trajectoire décrite par les pommes de terre. C'est pourquoi on a effectué des essais avec des billes transportées isolément sur une bande transporteuse dont on a varié la vitesse de marche, l'inclinaison de la courroie, le diamètre du tambour de tête et la hauteur des tasseaux entraîneurs et on a comparé les trajectoires décrites par ces billes aux trajectoires décrites par les pommes de terre accumulées devant les tasseaux. Les pommes de terre décrivent à peu près les trajectoires des billes isolées. Cependant la dispersion augmente en fonction de la quantité de pommes de terre entraînée entre deux barrettes et de la vitesse de marche de la courroie. Tandis qu'à une vitesse réduite de la courroie la dispersion se maintient uniformément autour de la trajectoire de la bille, cette trajectoire devient la courbe extérieure limite quand la vitesse augmente, car aux vitesses élevées la trajectoire décrite par la bille est influée essentiellement par les tasseaux entraîneurs.

Ces recherches ont permis d'éclaircir certains facteurs, en particulier l'influence que certaines données techniques des bandes transporteuses — en particulier le diamètre du tambour de tête, la hauteur des tasseaux entraîneurs et la vitesse de marche — ont sur l'énergie de projection des pommes de terre et, par conséquent, sur leurs détériorations. Les connaissances acquises permettent de construire des bandes transporteuses et des machines munies de bandes transporteuses dont le risque de détériorations des pommes de terre est réduit autant que possible.

Hans Jürgen Matthies y Dieter Grabenhorst: «Consideraciones sobre la construcción de cintas transportadoras de patatas.»

Dada la forma y el tamaño desigual de las patatas, como también la situación desconocida e irregular de los tubérculos en un montón que se encuentra delante de un listón de arrastre de una cinta transportadora, resulta imposible determinar de antemano por cálculo, ni la trayectoria, ni la velocidad de la misma en el punto determinado de la trayectoria, por lo que se han aprovechado los resultados conseguidos con el lanzamiento desde una cinta transportadora, de bolas individuales, trabajándose a distintas velocidades de marcha de la cinta, inclinaciones diferentes de ésta, alturas diferentes de los listones de arrastre y con distintos diámetros del tambor de descarga, aplicando los resultados al lanzamiento de montones de patatas. Las patatas siguen aproximadamente las trayectorias de las bolas individuales, aumentando sin embargo el coeficiente de dispersión, a medida que aumente la cantidad de patatas por listón de arrastre y la velocidad de marcha de la cinta. Mientras la dispersión alrededor de la trayectoria de la bola individual es uniforme a velocidades reducidas, esta trayectoria debe considerarse como extrema a velocidades más elevadas de la cinta, en las que la trayectoria de la bola individual depende principalmente del listón de arrastre.

Con estas investigaciones se ha conseguido aclarar distintos extremos hasta ahora dudosos. Especialmente ha podido determinarse la influencia que ejercen varios detalles constructivos de las cintas de transporte, ante todo el diámetro del tambor de descarga, la altura de los listones de arrastre, así como la velocidad de marcha de la cinta, en la energía de proyección probable de las patatas y con esto en el deterioro que sufren. Fundándose en los datos conseguidos se pueden construir cintas de transporte y máquinas equipadas con ellas que, dentro de lo posible, reduzcan el deterioro de las patatas.