

Die Filmaufnahmen vermitteln somit einen Einblick über den gesamten Bewegungsablauf bei der Absiebung von Erde auf einem schwingenden Siebrast. Sie zeigen vor allem die Ursachen für die starken Veränderungen der Wurfbewegung gegenüber den theoretischen Verhältnissen.

### Zusammenfassung

Zur Erfassung der Vorgänge bei der Absiebung von Erde auf einem schwingenden Siebrast wurde ein Versuchsstand errichtet, mit welchem bei verschiedenen Siebeinstellungen (Frequenz, Amplitude, Neigung) die pro Quadratmeter in der Zeiteinheit abgesiebte Erdmenge bei verschiedenen Feuchtigkeitswerten festgestellt werden konnte. Durch den Einsatz elektronischer Meßgeräte wurde die Zuordnung der Ablöse- und Aufprallzeitpunkte zur Siebbewegung für die unterste Siebgutschicht ermittelt.

Über das Zusammenwirken der einzelnen darüberliegenden Schichten gaben Filmaufnahmen Auskunft. Mit Hilfe der genannten Meßverfahren war es möglich, die Kenntnisse über die Wurfbewegung eines Massenverbandes auf einem schwingenden Siebelement zu erweitern.

### Schrifttum

[1] BAADER, W.: Die Absiebung von Erde in Kartoffelerntomaschinen mit schwingenden Siebrasten. Landtechnische Forschung 11 (1961) S. 160—165

### Résumé

Wolfgang Baader: "The Measurement of Various Magnitudes arising during Various Stages of Soil Sieving with Oscillating Sieves."

In order to determine the various operational stages in the sieving of soil through an oscillating sieve, a special test stand was utilised. This enabled various values (frequency, amplitude, inclination, etc.) to be measured at various settings of the sieve for the quantities of soil sieved per unit of time and per square metre at varying degrees of humidity. The utilisation of electronic measuring instruments enabled the actual times of release and impact during the movements of the sieve to be determined for the lowest layer of soil in the sieve.

Ehrhard Schäfer:

## Untersuchungen über die Trennung von Kartoffeln und Steinen mit umlaufenden Trennbürsten

Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode

Die heute in Kartoffelsammelrodern eingebauten Vorrichtungen zur Trennung der Beimengungen — Steine, Erdkluten und Krautreste — von den Kartoffeln benutzen in der Mehrzahl das unterschiedliche Rollvermögen der Kartoffeln und Beimengungen. Über derartige Systeme wurde in einer früheren Veröffentlichung [1] an dieser Stelle berichtet. Da sich die Streubereiche der Rollwiderstandsbeiwerte überdecken, wird hierbei eine nur unvollständige Trennung der Kartoffeln von den Beimengungen erreicht.

Dagegen zeigten andere Untersuchungen [2], daß bei Verwendung der unterschiedlichen Dichte bessere Ergebnisse erzielt werden können, weil hier keine Überschneidungen auftreten. Die Dichte der Kartoffeln beträgt nämlich im Mittel  $1,1 \text{ g/cm}^3$ , die der Kluten  $1,5—1,9 \text{ g/cm}^3$  und die der Steine  $2,5 \text{ g/cm}^3$ . Sehr zuverlässig kann die Trennung durch Flotation (Wasser, Sand) [3; 4] erreicht werden. Derartige Verfahren haben sich aber unter anderem wegen ihres großen Aufwandes nicht durchzusetzen vermocht. Recht gute Trennergebnisse lassen sich bei einer günstigen Größenzusammensetzung der Kartoffeln und Beimengungen mit einem kreisförmig schwingenden Sieb aus verdrehten elastischen Gummibändern erreichen, das allerdings neben dem Dichteunterschieden der Form und Größe heranzieht [5].

Ein in letzter Zeit bekannt gewordenes Verfahren führt die Trennung von Kartoffeln und Steinen mit einer Einrichtung<sup>1)</sup> durch,

<sup>1)</sup> Die beschriebenen Prüfstandsversuche und die Feldversuche des Jahres 1959 wurden unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. D. SIMONS † durchgeführt. Dem Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft (KTL) sei auch an dieser Stelle für die finanzielle Unterstützung der Arbeiten gedankt

Information concerning the interaction of the individual layers above the lowest layer was furnished by photographic films. With the aid of the afore-mentioned measuring procedure, it was found possible to increase the present state of knowledge concerning the movements of soil masses on an oscillating sieve.

Wolfgang Baader: «La mesure des phénomènes créés lors du tamisage de terre au moyen de grilles oscillantes.»

Pour éclaircir les phénomènes qui se produisent lors du tamisage de terre au moyen d'une grille oscillante, on a construit un poste d'essai à l'aide duquel on a déterminé la quantité de terre passée par  $\text{m}^2$  de grille en l'unité de temps en variant la teneur d'humidité de la terre et le réglage de la grille (fréquence, amplitude, inclinaison). En utilisant des appareils de mesure électronique, on a déterminé pour la couche de terre inférieure le moment de détachement et d'impact par rapport au mouvement de la grille.

On a enregistré des films qui ont donné des renseignements sur l'interaction des différentes couches supérieures. Les méthodes de mesure citées ont permis d'élargir les connaissances sur les trajets suivis par les particules d'une masse accumulée sur une grille oscillante.

Wolfgang Baader: «El conocimiento metrológico de los fenómenos producidos al separar la tierra en parrillas oscilantes.»

Para aclarar los fenómenos que se producen en la separación de la tierra en parrillas oscilantes, se ha construido un dispositivo de ensayo que permitía medir la cantidad de tierra desprendida por metro cuadrado en unidad de tiempo y con distinto contenido de humedad, que permitía variar el ajuste de la parrilla, en cuanto a frecuencia, amplitud e inclinación. Empleando instrumentos electrónicos se estableció la coordinación de los momentos de separación y de choque con el movimiento de la parrilla para la capa más baja de material.

Películas cinematográficas tomadas aclararon las condiciones de cooperación entre las diferentes capas más altas. Los instrumentos empleados permitieron ampliar el conocimiento sobre el movimiento de proyección de una cantidad en masa en un elemento de cribar oscilante.

die aus einer geneigt angeordneten kreiszylindrischen umlaufenden Bürste und einem feststehenden Leitblech besteht (Bild I). Ein Körper, der in die Rinne zwischen Blech und Bürste gerät, biegt die Borsten so weit durch, bis deren Rückstellkraft ihn an einer weiteren Abwärtsbewegung hindert. Bei einer zweckmäßigen Auswahl und Anordnung der Borsten wird die gesamte Rückstellkraft aller durchgeboenen Borsten in erster Näherung proportional dem Volumen des Körpers. Da die Masse das Produkt aus dem Volumen und der Dichte ist, werden mit dieser Einrichtung Gegenstände vornehmlich nach ihrer Dichte voneinander getrennt. Die spezifisch leichteren Körper werden von der umlaufenden Bürste

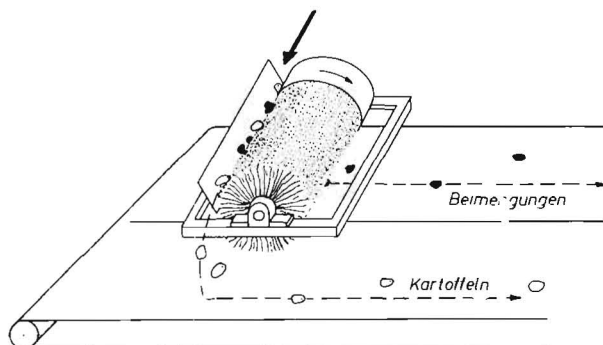


Bild 1: Arbeitsweise der umlaufenden Trennbürste

parallel zur Bürstenachse weitergefördert, während die spezifisch schwereren Körper durch den Schlitz nach unten fallen. Die Breite der Trennzone, in der das Abwägen der Körper erfolgt, ist ungefähr gleich der Breite  $b$  des Leitbleches unterhalb der Wellenmitte der Bürste (Bild 2).

Da die Dichte der Steine etwa 2,5 mal so groß ist wie die der Kartoffeln, muß mit diesem Verfahren eine Trennung beider Komponenten möglich sein. Schwieriger ist die Trennung der Erdkluten von den Kartoffeln, weil deren Dichte nur etwa das 1,5fache der Kartoffeln beträgt.

### Einflußgrößen

Bei diesem Verfahren können folgende Faktoren die Trennung beeinflussen:

- Härte der Bürste;
- Drehzahl der Bürste;
- Neigung der Bürste;
- Zuordnung des Leitbleches zur Bürste;
- Belastung der Trenneinrichtung mit Kartoffeln und Steinen;
- Form der Kartoffeln und Steine und
- Größenzusammensetzung der Kartoffeln und Steine.

Änderungen dieser Faktoren wirken sich auf die Leitgütegrade aus. Dabei ist unter Leitgütegrad das Verhältnis der durch das Trennorgan richtig geleiteten Kartoffeln beziehungsweise Steine zu den insgesamt vorhandenen Kartoffeln beziehungsweise Steinen zu verstehen.

Material, Länge, Durchmesser der Borsten und Besatzdichte bestimmen die Härte der Bürste. Als Härte ist hier der Schubwiderstand verstanden, den die mit sehr niedriger Drehzahl umlaufende Bürste auf einen in sie eindringenden Körper ausübt.

Eine Erhöhung der Bürstendrehzahl, also der Umfangsgeschwindigkeit, ändert scheinbar die Bürstenhärte, da die Fasern schneller an dem zu wägenden Körper entlangstreichen und ihn deshalb stärker anzuheben versuchen. Körper, die bei einer geringen Drehzahl durch den Schlitz fallen, können von der Bürste noch getragen werden. Fällt ein Körper aber durch den Schlitz, so wird die entstehende Lücke schneller geschlossen.

Mit zunehmender Neigung der Bürstenachse gegenüber der Horizontalen wird die Fördergeschwindigkeit der in der Trennzone befindlichen Körper größer. Die Kartoffeln und Steine können leichter über die Bürste hinwegrollen.

Einen weiteren Einfluß auf die Trenngüte besitzt die Stellung des Leitbleches zur Bürste, insbesondere die Schlitzbreite und die Ausbildung der Rinne (Bild 2). Bei einer Vergrößerung dringen die Kartoffeln und Steine weniger tief in die Bürste ein. Steine und Kartoffeln können leichter durch den Schlitz fallen, da die hierzu erforderliche Durchbiegung der Borsten kleiner wird. Durch Veränderung des Schlitzes kann diese Trenneinrichtung der jeweiligen Größenzusammensetzung der Kartoffeln angepaßt werden; je größer die Kartoffeln ausfallen, um so breiter kann der Schlitz sein, und um so besser wird die Abscheidung der Steine.

Neben diesen konstruktiv veränderlichen Größen kann das Trennergebnis durch die Belastung mit Kartoffeln und Beimengungen beeinflusst werden. Die Belastung wird durch die dem Trennorgan in der Zeiteinheit zugeführte Anzahl von Kartoffeln ausgedrückt, wozu noch das Verhältnis der Beimengungen zu den Kartoffeln angegeben wird. Sie ist von der Fahrgeschwindigkeit, dem Ertrag und dem mittleren Knollengewicht abhängig. Bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit und durchschnittlichem Ertrag wird das Trennorgan mit etwa 1000 Kartoffeln/min belastet [1]. Die im Erntegut noch vorhandenen Beimengungen können in ungünstigen Fällen 100 und mehr Stückprozent betragen (Kartoffeln = 100). Für diese Belastungen werden bisher in einem Sammelroder vier derartige Trennbürsten eingebaut.

Die Größenzusammensetzung der Kartoffeln und Steine kann das Trennergebnis nur wenig beeinflussen, weil in erster Linie ein Abwägen nach der Dichte erfolgt. Als ungünstigster Fall ist hier die Trennung großer Steine von kleinen Kartoffeln anzusehen, weil die Kartoffeln dann möglicherweise mit den Steinen durchfallen.

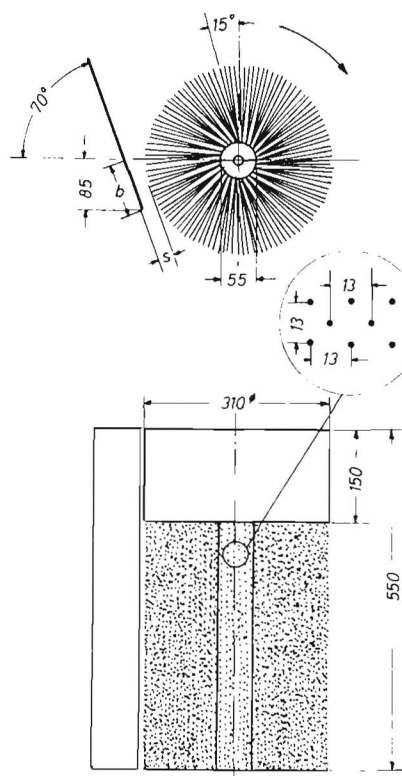


Bild 2: Für die Versuche benutzte Bürstenausführung

### Durchführung der Prüfstandsversuche

Zur Feststellung der erreichbaren Trenngüte und des Einflusses der genannten Faktoren wurden Versuche auf dem gleichen Prüfstand durchgeführt, der schon bei der Untersuchung der geneigten Trennbänder benutzt wurde und dort beschrieben ist [1]. Da die Versuchsbedingungen gleich gehalten wurden, können die Ergebnisse miteinander verglichen werden. Die Versuche beschränken sich auf die Trennung von Kartoffeln und Steinen. Die Abtrennung der Erdkluten und der restlichen losen Erde und das Verhalten der Bürste bei Kraut- und Unkrautresten wurde nur in Feldversuchen geprüft.

Die anfangs für die Versuche benutzte Bürste aus Piassava-Fasern verfilzte durch Austrocknung bei geringer Luftfeuchte und Sonneneinstrahlung derart, daß die Trennschärfe gegenüber dem feuchten Zustand sehr nachließ. Bürsten aus Naturfasern können sich bei feuchten, bindigen Böden auch sehr leicht von innen her mit Erde zusetzen und so für eine Trennung unbrauchbar werden. Bessere Ergebnisse werden mit Perlonbürsten erreicht, da sie weder verfilzen noch sich bei zweckmäßiger Auslegung von innen her mit Erde zusetzen. Perlonbürsten sind verschleißarm, geschmeidig und homogen. Die Fasern haben alle die gleiche Länge, so daß die Bürste nicht wie bei Naturfasern nach innen dichter und damit nach einem unregelmäßigen Gesetz härter wird.

Sämtliche weiteren Versuche wurden mit der in Bild 2 dargestellten Perlonbürste durchgeführt. Damit die Körper nicht in die Bürste hineinfließen, sondern hineinrollten, war der Bürste ein 150 mm langer Blechzylinder gleichen Durchmessers vorgeschaltet.

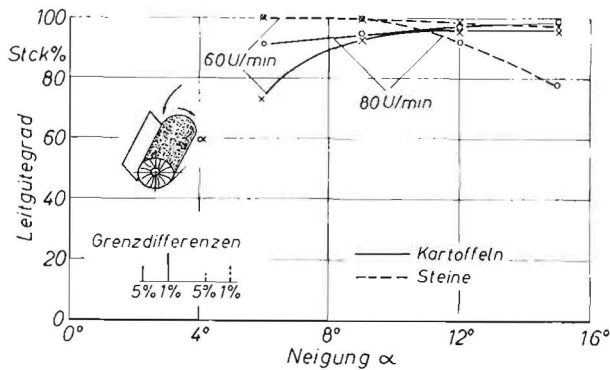
Als Versuchsgut diente die als rund-oval zu bezeichnende Sorte „Maritta“. Die Größenzusammensetzung des Kartoffel- und Steinsortimentes war gleich der bei früheren Versuchen (Tafel 1). Auch hier wurde eine Unterteilung in Steine runder oder ovale Form mit stark abgerundeten Kanten und in flache oder ovale Steine mit scharfen Kanten vorgenommen. Untersucht wurde vorwiegend die Trennung runder Steine, da diese bisher am meisten Schwierigkeiten bereitet hatten.

Die Bürste wurde, sofern nicht anders vermerkt ist, mit 290 Kartoffeln/min beaufschlagt, also etwas stärker, als der oben aufgeführten Feldbelastung entspricht. Vorversuche hatten gezeigt, daß die Steine schon zum größten Teil im ersten Drittel der Bürste

**Tafel 1: Größenzusammensetzung und mittleres Stückgewicht der für die Prüfstandsversuche benutzten Kartoffeln und Steine**

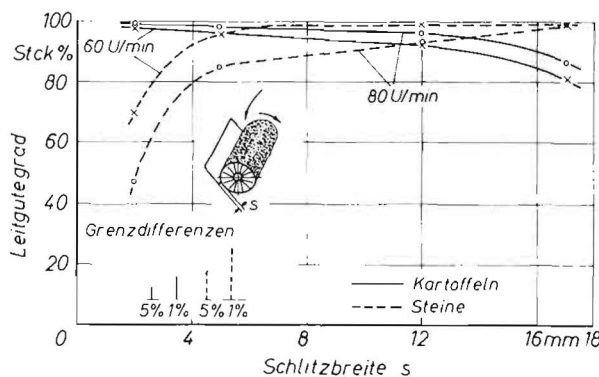
größter Durchmesser [mm]	Kartoffeln [Stückprozent]	Steine [Stückprozent]
< 34	10	40
34—50	40	40
50—70	40	10
> 70	10	10
mittleres Stückgewicht [g]	57,4	87,1

von den Kartoffeln getrennt werden. Eine Erhöhung des Steinanteils beeinflusst daher die Trennung nicht in dem Maße wie eine Erhöhung der Belastung mit Kartoffeln. Deshalb wurde bei diesen Versuchen von einer Veränderung des Stein-Kartoffelverhältnisses abgesehen und entsprechend dem Einsatzbereich der unlaufenden Trennbürsten von vornherein ein verhältnismäßig hoher Steinanteil von 75 Stückprozent gewählt.



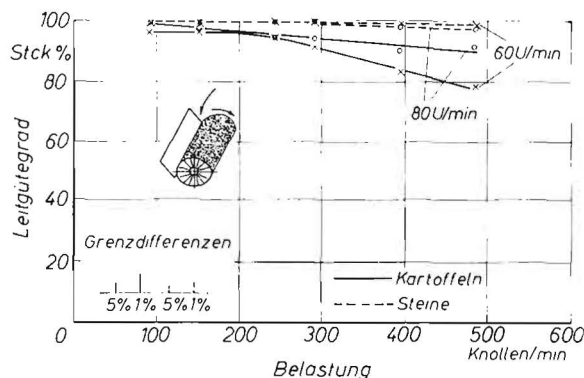
**Bild 3: Leitgütegrade in Abhängigkeit von der Neigung der Bürstenlängsachse**

Parameter: Bürstendrehzahl: Belastung: 290 Kartoffeln/min zuzüglich 75 Stückprozent runde Steine



**Bild 4: Leitgütegrade in Abhängigkeit von der Schlitzbreite**

Parameter: Bürstendrehzahl: Belastung: 290 Kartoffeln/min zuzüglich 75 Stückprozent runde Steine



**Bild 5: Leitgütegrade in Abhängigkeit von der Belastung mit Kartoffeln**

Parameter: Bürstendrehzahl: 75 Stückprozent runde Steine

### Ergebnisse der Prüfstandsversuche

In den Diagrammen, die die Versuchsergebnisse darstellen, sind die Leitgütegrade in Stückprozent angegeben, weil für die nachfolgende Handauslese nur die Stückzahlen der fehlgeleiteten Kartoffeln beziehungsweise Steine interessieren. Die Ergebnisse wurden mit der Varianzanalyse geprüft, um die Versuchsstreuungen beurteilen zu können.

#### Drehzahl und Neigung der Bürste

Bei den Drehzahlen 50; 60; 70; 80 und 90 U/min wurde die Neigung der Bürstenlängsachse verändert. Für die Bürstendrehzahlen von 60 und 80 U/min sind in Bild 3 die gemessenen Leitgütegrade in Abhängigkeit von der Neigung aufgetragen. Die Schlitzbreite zwischen Leitblech und Bürste betrug 12 mm.

Die Varianzanalyse der Einzelwerte [1] ergab, daß sich der Einfluß der Drehzahl und der Neigung auf die Leitgütegrade statistisch sehr gut sichern läßt. Der Kartoffel-Leitgütegrad wird mit zunehmender Drehzahl und Neigung besser, während der Stein-Leitgütegrad sich verschlechtert. Kartoffel-Leitgütegrade von mehr als 90 Stückprozent wurden für Drehzahlen von 60 bis 80 U/min und Neigungen von 8 bis 12° erreicht. Bei einer sorgfältigen Einstellung von beispielsweise 60 U/min und 12° ließ sich ein Kartoffel-Leitgütegrad von 96 Stückprozent und ein Stein-Leitgütegrad von 98 Stückprozent erreichen.

#### Stellung des Leitbleches zur Trennbürste

Die Breite des Schlitzes zwischen Leitblech und Bürste wurde bei einer Neigung der Bürstenlängsachse von 9° und den Drehzahlen 60 und 80 U/min verändert. In Bild 4 sind die Leitgütegrade in Abhängigkeit von der Schlitzbreite  $s$  aufgetragen. Der Einfluß der Schlitzbreite auf die Leitgütegrade ließ sich statistisch sehr gut sichern. Interessant sind der steile Anstieg des Stein-Leitgütegrades bei kleinen und der deutliche Abfall des Kartoffel-Leitgütegrades bei großen Schlitzbreiten, während bei mittleren Schlitzbreiten die Änderung beider Leitgütegrade gering ist. Günstig war für die benutzte Größenzusammensetzung eine Schlitzbreite von 7 bis 12 mm. Es erwies sich ferner als zweckmäßig, das Leitblech unter einem Winkel von 70° zur Horizontalen zu neigen, und die Unterkante des Leitbleches 85 mm tiefer als die Wellenmitte der Bürste zu legen.

Kartoffeln, die sich beim Anhalten der Maschine in der Rinne zwischen Blech und Bürste befinden, werden beim Wiederanlauf der Bürste zum größten Teil fehlgeleitet. Die Verlesepersonen am Steinband können dadurch kurzzeitig so sehr überlastet werden, daß einige Kartoffeln in den Steinbunker gelangen. Diese Verluste lassen sich vermeiden, wenn der Schlitz rechtzeitig durch eine Schnellverstellereinrichtung geschlossen und erst nach dem Wiederanlauf geöffnet wird.

#### Belastung

Für einen einwandfreien Wägevorgang sollen die Kartoffeln und Steine die Rinne zwischen Blech und Bürste hintereinander und nicht übereinander durchlaufen. Um die maximale Belastbarkeit einer Trennbürste herauszufinden, wurde die Belastung stufenweise von 90 bis 490 Knollen/min zuzüglich 75 Stückprozent runden Steinen gesteigert.

In Bild 5 sind die Kartoffel- und Stein-Leitgütegrade über der Belastung für Bürstendrehzahlen von 60 und 80 U/min aufgetragen. Unabhängig von der Belastung und der Drehzahl blieb der Stein-Leitgütegrad nahezu konstant und betrug im Durchschnitt 98 Stückprozent. Der Kartoffel-Leitgütegrad verschlechterte sich dagegen mit zunehmender Belastung besonders bei der geringen Drehzahl von 60 U/min, weniger bei 80 U/min. Je höher die Drehzahl ist, um so schneller wandern die Kartoffeln über die Bürste hinweg, und um so kleiner wird die Gefahr, daß mehrere Knollen die Rinne übereinander durchlaufen. Bei höheren Drehzahlen müßten für eine Gesamtbelastung von 1000 Kartoffeln/min zwei Bürsten ausreichen.

#### Kartoffel- und Steinform

Die Steine runder oder ovaler Form mit stark abgerundeten Ecken und Kanten wurden in einer weiteren Versuchsserie durch

flache oder ovale Steine gleicher Größenzusammensetzung mit scharfen Ecken und Kanten ersetzt. Die Versuche zeigten, daß flache Steine noch besser durch den Schlitz fallen als runde Steine. Bei einem Gemenge von langovalen Kartoffeln und runden Steinen kann sich das Trennergebnis etwas verschlechtern.

#### Größenzusammensetzung

Die Größenzusammensetzung und das mittlere Stückgewicht der für diese Versuchsserie benutzten Kartoffeln und Steine sind in Tafel 2 angegeben; die Kartoffeln sind durchweg kleiner als die Steine. Die Schlitzbreite wurde im Bereich von 2 bis 16 mm verändert. Die Kartoffel-Leitgütegrade lagen für 60 U/min um 10 bis 20% und bei 80 U/min um 5 bis 10% niedriger als bei der Standard-Größenzusammensetzung, gleiche Stein-Leitgütegrade vorausgesetzt. Mit höherer Drehzahl wird also die umlaufende Trennbürste unempfindlicher gegenüber einer sehr unterschiedlichen Größenzusammensetzung. Die Größenzusammensetzungen der

**Tafel 2: Größenzusammensetzung und mittleres Stückgewicht bei den Prüfstandsversuchen mit einem ungünstigen Gemenge von Kartoffeln und Steinen**

größter Durchmesser [mm]	Kartoffeln [Stückprozent]	Steine [Stückprozent]
< 34	20	—
34—50	80	—
50—70	—	50
> 70	—	50
mittleres Stückgewicht [g]	27,0	215,0

Kartoffeln und Steine werden sich aber in der Regel überschneiden, so daß die Kartoffel-Leitgütegrade kaum um diese Beträge schlechter werden.

#### Erreichbare Leitgütegrade

Ebenso wie bei den geneigten Bändern bestehen auch hier zwischen den erreichbaren Leitgütegraden feste Abhängigkeiten. Trägt man nämlich die bei den Prüfstandsversuchen erreichten Stein-Leitgütegrade in Abhängigkeit von den Kartoffel-Leitgütegraden auf (Bild 6), so erhält man für die untersuchte Trennbürste einen Streubereich, der die Meßwerte für flache und runde Steine enthält. Zum Vergleich sind in diesem Diagramm die bei der Trennung nach Rollwiderstand erreichten Leitgütegrade eingetragen.

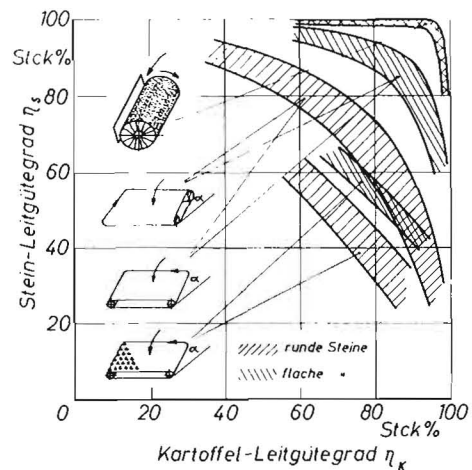
Verglichen mit der Trennung nach Rollwiderstandsbeiwert kann bei der Trennung nach Dichte mit der umlaufenden Trennbürste eine wesentlich bessere Abscheidung der Steine erreicht werden. Eine vollständige Trennung von Kartoffeln und Steinen ist auch mit diesem Verfahren nicht möglich. Bei sorgfältigen Einstellungen ließen sich aber die Steine zu 98 Stückprozent und gleichzeitig die Kartoffeln zu 96 Stückprozent richtig leiten. Die Prüfstandsversuche zeigten, daß sich Schwankungen der Belastung durch eine Drehzahl- oder Neigungsänderung und wechselnde Größenzusammensetzungen der Kartoffeln und Steine durch eine Änderung der Schlitzbreite annähernd ausgleichen lassen.

#### Feldversuche

Im praktischen Einsatz können infolge Belastungs-, Drehzahl- und Neigungsschwankungen nicht immer die optimalen Einstell-

**Tafel 3: Größenzusammensetzung und mittleres Stückgewicht der Kartoffeln und Steine bei den Feldversuchen mit Ausführung A**

größter Durchmesser [mm]	Kartoffeln [Stückprozent]	Steine [Stückprozent]
< 34	20	10
34—50	56	48
50—70	23	31
> 70	1	11
mittleres Stückgewicht [g]	32,0	95,0



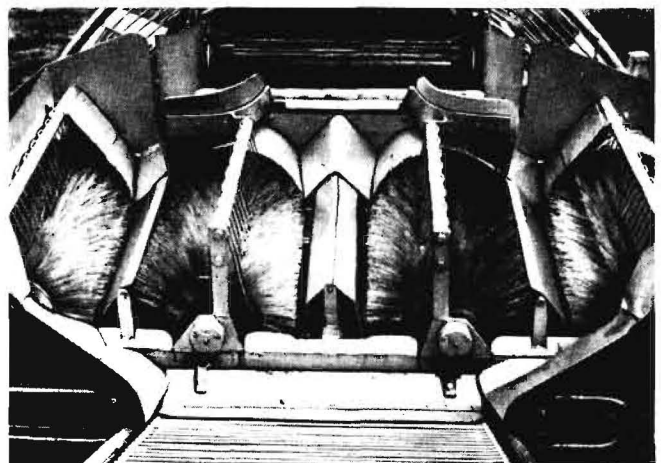
**Bild 6: Mit der umlaufenden Trennbürste erreichbare Leitgütegrade im Vergleich zu denen bei der Trennung nach Rollwiderstandsbeiwert (Prüfstandsversuche)**

Von oben nach unten:  
Umlaufende Trennbürste;  
in Aufgaberichtung abfallendes gegenlaufendes Trennband mit ebener Oberfläche;  
in Aufgaberichtung abfallendes querlaufendes Trennband mit ebener Oberfläche;  
in Aufgaberichtung abfallendes querlaufendes Trennband mit unebener Oberfläche (Gummilünger)

werte eingehalten werden. Es sind dort etwas schlechtere Ergebnisse als auf dem Prüfstand zu erwarten. Daher wurden zur Ergänzung Feldversuche durchgeführt. Sie sollten außerdem zeigen, ob für die im normalen Rodebetrieb auftretenden Belastungen zwei oder vier Trennbürsten zur guten Abscheidung der Steine erforderlich sind. Die Anordnung der Bürsten und die Aufteilung des gesamten Erntegutstromes auf vier Bürsten ist in Bild 7 dargestellt (Ausführung A). Eine gleichmäßige Beaufschlagung der vier Bürsten ist nur möglich, wenn die Kartoffeln und Beimengungen auf der ganzen Breite des Zuführbandes gleichmäßig verteilt sind. Die Beaufschlagung aller vier Trennbürsten war nur selten gleichmäßig; die mittleren Bürsten waren meist stärker belastet als die äußeren. In einer zweiten Ausführung (B) wurden daher die äußeren Bürsten fortgelassen.

#### Ausführung A

Der Sammelroder mit vier umlaufenden Trennbürsten wurde im Jahre 1959 auf sandigem Boden mit hohem Steinbesatz eingesetzt. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3,1 km/h wurde die Trenneinrichtung im Durchschnitt mit 450 Kartoffeln/min zuzüglich 800 Steinen (= 178 Stückprozent) belastet. Die Bürstendrehzahl betrug 80 U/min, die Neigung 10° und die Schlitzbreite 5 mm. Die Größenzusammensetzung und das mittlere Stückgewicht der zum Trennorgan geförderten Kartoffeln (Ackersegen) und Steine sind in Tafel 3 angegeben. Infolge großer Trockenheit waren die Kartoffeln recht klein und der Ertrag niedrig, so daß die Bürsten nicht voll beaufschlagt werden konnten.



**Bild 7: Aufteilung des gesamten Erntegutstromes auf vier umlaufende Trennbürsten**

### Ausführung B

Die Versuche mit zwei umlaufenden Trennbürsten wurden im Jahre 1960 auf fast steinfreiem anlehmigem Sandboden durchgeführt. Der Steinbesatz wurde unmittelbar vor dem Roden künstlich geschaffen. Die Größenzusammensetzung und das mittlere Stückgewicht der Kartoffeln (Maritta) und Steine sind in Tafel 4 angegeben. Der Ertrag betrug 288 dz/ha. Die Trennbürsten wurden bei Fahrgeschwindigkeiten von 1,6 bis 4,1 km/h

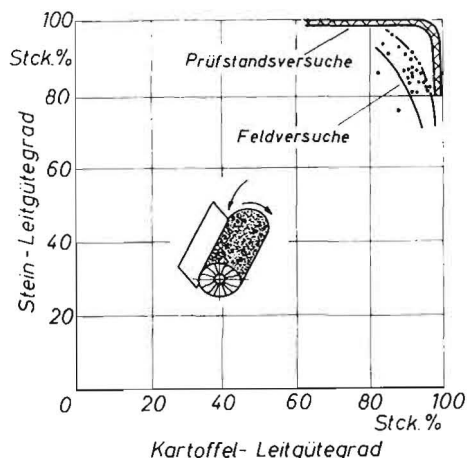
**Tafel 4: Größenzusammensetzung und mittleres Stückgewicht der Kartoffeln und Steine bei den Feldversuchen mit Ausführung B**

größter Durchmesser [mm]	Kartoffeln [Stückprozent]	Steine [Stückprozent]
<34	3	—
34—50	26	2
50—70	44	43
>70	27	55
mittleres Stückgewicht [g]	85,0	268,0

stufenweise mit insgesamt 450 bis 1330 Knollen/min und durchschnittlich 55 Stückprozent Steinen und 24 Gewichtsprozent Erdkluten belastet. Die Neigung der Bürste betrug 15° und die Schlitzbreite bei dieser groß ausfallenden Kartoffel 15 mm. Je nach der Belastung war die Drehzahl der Trennbürsten 120 bis 180 U/min und damit höher als bei den Prüfstandsversuchen, weil bei höherer Lufttemperatur oder Luftfeuchte die Elastizität der Perlonfasern geringer und die Bürste weicher wird. Durch eine Erhöhung der Drehzahl konnte dieser Einfluß ausgeglichen werden. Außerdem sollten damit die hohen Belastungen berücksichtigt werden.

### Ergebnisse der Feldversuche

Die Ausführung A hatte ein Sortiment von Kartoffeln und Steinen annähernd gleicher Größenzusammensetzung zu trennen. Bei der Ausführung B waren die Kartoffeln wesentlich größer als bei A und die Steine außerdem noch größer als die Kartoffeln. In beiden Fällen konnten die Kartoffeln und Steine gleichgut voneinander getrennt werden; die Meßwerte lassen sich in einem Streuband zusammenfassen (Bild 7). Zum Vergleich sind die bei den Prüfstandsversuchen erreichten Leitgütegrade eingetragen. Sie konnten auf dem Feld nicht ganz erreicht werden. Die Leitgütegrade dieser Feldversuche liegen aber immer noch an der oberen Grenze des auf dem Prüfstand ermittelten günstigsten Streubandes für Trenneinrichtungen, die den Rollwiderstandsbeiwert benutzen. Nur zwei Punkte mit einer Gesamtbelastung von mehr als 1270 Kartoffeln/min für zwei Bürsten liegen außerhalb des Streubandes. Die Belastungsgrenze scheint für zwei Bürsten und 75 Stückprozent Steine bei 1200 Kartoffeln/min zu liegen. Bei höherer Belastung befinden sich in der Rinne zwischen Blech und Bürste so viele Kartoffeln, daß einige Steine gar nicht in die Trennorgane gelangen können und die Fehlleitungen stark ansteigen. Bei den



**Bild 8: Vergleich der bei Prüfstandsversuchen und Feldversuchen erreichten Leitgütegrade**

Feldversuchen bestätigte sich auch, daß bei einer höheren Drehzahl die Belastung der Bürsten größer sein kann. Wünschenswert ist, die Drehzahl der jeweiligen Belastung anpassen zu können, um eine schonende Behandlung der Knollen und gleichzeitig die optimale Trennschärfe zu erreichen. Werden nur zwei umlaufende Trennbürsten in einem Sammelroder benutzt, muß die Drehzahl bei einer Belastung mit 1000 Kartoffeln/min ungefähr 140 U/min betragen.

Zur Vermeidung von Verlusten sollte die Trenneinrichtung mit einer Haube versehen werden, da einige Kartoffeln aus der Trennzone herausspringen können. Außerdem lassen sich mit dieser Haube bessere Arbeitsbedingungen für die Verlesepersonen schaffen, weil sie den von den Bürsten aufgewirbelten Staub zurückhält.

Zum Auslesen der fehlgeleiteten Kartoffeln und Steine sind selbst bei einem Steinanteil von 75 Stückprozent nur zwei Personen erforderlich, die nicht einmal voll ausgelastet sind und noch die Überwachung der Maschine übernehmen können.

Die Abscheidung restlicher, nicht abgesiebter Erde bereitet mit den umlaufenden Trennbürsten keine Schwierigkeiten. Dagegen war die Trennung der Kluten von den Kartoffeln wegen der geringen Unterschiede in der Dichte unvollständig und stark abhängig von der Größenzusammensetzung. Kleinere Kluten wurden am Schlitz zwischen Bürste und Leitblech abgeschieden, während die größeren bei den Kartoffeln blieben.

Es wurde versucht, diese Erdkluten zwischen zwei luftgefüllten Gummiwalzen zu zerdrücken. Nach Untersuchungen von STÜRENBURG [6] bleiben die Kartoffelbeschädigungen bei diesem Verfahren dann in erträglichen Grenzen, wenn die Steine vorher abgeschieden sind. Eine Verbindung der umlaufenden Trennbürsten und der Klutenwalzen brachte bei normalen Rodeverhältnissen befriedigende Ergebnisse. Alle Kluten, mit Ausnahme plastisch verformbarer oder sehr trockener, harter, wurden zerdrückt und konnten durch Scheibenwalzen abgesiebt werden.

Eine störungsfreie Funktion der umlaufenden Trennbürsten — verbunden mit guten Trennergebnissen — kann nur dann erreicht werden, wenn das Kartoffel- und Unkraut vorher restlos entfernt wird. Zu wünschen ist ein besonderes Trennorgan für restliches Feinkraut, beziehungsweise ein geneigtes Trennband, das vor den umlaufenden Trennbürsten anzuordnen ist.

### Zusammenfassung

Zur Trennung von Kartoffeln und Steinen in Sammelrodern werden neuerdings kreiszylindrische Trennbürsten benutzt. Dabei sollen die Steine durch einen Schlitz fallen, der von der umlaufenden, in Achsrichtung geneigten Bürste und einem Leitblech gebildet wird, und die Kartoffeln in der Rinne zwischen Blech und Bürste neigungsabwärts wandern. Prüfstandsversuche unter Bedingungen, wie sie in einem Sammelroder auftreten, zeigten, daß das Trennergebnis von der Drehzahl und Neigung der Bürsten und der Anordnung des Leitbleches abhängig ist. Ferner sind für eine gute Abscheidung der Steine Bürsten einer ganz bestimmten Härte erforderlich. In den Prüfstands- und Feldversuchen bestätigte sich die Erwartung, daß auf Grund der zwischen Steinen und Kartoffeln bestehenden großen Unterschiede in der Dichte die Steine fast vollständig von den Kartoffeln getrennt werden können. Zwischen Kartoffeln und Erdkluten sind die Dichteunterschiede geringer; in Feldversuchen konnte eine Trennung dieser Komponenten mittels umlaufender Trennbürsten nur teilweise erreicht werden. Dagegen ließen sich die Erdkluten zwischen zwei luftgefüllten Gummiwalzen, die den Trennbürsten nachgeschaltet waren, zerdrücken und infolgedessen abscheiden.

### Schrifttum

- [1] SCHÄFER, E.: Trennung von Kartoffeln und Steinen mit geneigten Bändern. Landtechnische Forschung 10 (1960), S. 131—137
- [2] BAGANZ, K.: Fremdkörperentfernung in der Kartoffelvollerntemaschine. In: Vorträge der wissenschaftlichen Jahrestagung 1959 des Instituts für Landtechnik Potsdam-Bornim. (Tagungsberichte Nr. 22) Berlin 1959, S. 47—59
- [3] KOLCHIN, N. N.: Die pneumatisch-mechanische Trennung der Kartoffeln von Erdkluten. Deutsche Agrartechnik 7 (1957), S. 449—451
- [4] SOHST, J.: Kartoffelernte mit stationärer Fremdkörperabscheidung. Deutsche Agrartechnik 9 (1959), S. 311—314
- [5] SCHÄFER, E.: Trennung der Beimengungen von Kartoffeln (Feldversuche). Landbauforschung 9 (1959), S. 42—46
- [6] STÜRENBURG, P.: Untersuchungen an Klutenwalzen für Kartoffelsammelroder. Landbauforschung 7 (1957), S. 42—45

## Résumé

*Ehrhard Schaefer: "Investigations on the Separation of Potatoes and Stones by means of Rotating Brushes."*

Nowadays cylindrical separating brushes are used in large potato diggers for separating potatoes and stones. The stones drop into a slot formed from a guide plate and the rotating brushes, which are inclined axially. The potatoes drop into the channel between the plate and the brushes. Bench tests made under conditions similar to those pertaining in large potato diggers have shown that the degree of efficiency of separation depends on the speed of rotation and the angle of inclination of the brushes and on the arrangement of the guide plate. Furthermore, to ensure efficient separation of the stones, particularly hard brushes are required. The expectation that on account of the great difference in the density of potatoes and stones, the latter would be almost completely separated from the potatoes, was confirmed at the test bench and under field operating conditions. Since the difference in the densities of potatoes and clods of soil is less, the separation of these components by means of rotating brushes could only be partially successful. However, the clods of soil can be crushed by passing through two pneumatic rubber rollers arranged behind the separation brushes. Separation can thereby easily be obtained.

*Ehrhard Schäfer: «Investigaciones sobre la separación de piedras de las patatas con cepillos separadores rotativos.»*

Para separar las piedras de las patatas en arrancadoras-recogedoras se emplean desde hace poco cepillos separadores cilíndricos. Se pretende que las piedras caigan por una rendija formada por el cepillo rotativo de eje inclinado y por una chapa deflectora, desplazándose en cambio las patatas en el canal inclinado entre el cepillo y la chapa. Los ensayos hechos en el banco de pruebas bajo condiciones iguales a las que se presentan en una arrancadora-recogedora, han demostrado que el resultado de esta forma de separación depende del número de rotaciones y de la inclinación del cepillo, así como de la

orientación de las chapas deflectoras. Además los cepillos empleados deben tener una dureza determinada. Los ensayos hechos tanto en el banco de pruebas como en el campo, han confirmado la posibilidad de separación casi completa de patatas y de piedras, gracias a la diferencia grande entre la consistencia de las patatas y de las piedras. Siendo en cambio la diferencia de la consistencia de las patatas y de los terrones menos grande, la separación de éstos por cepillos giratorios en los ensayos hechos en el campo, sólo ha podido conseguirse en parte. Pero los terrones pueden aplastarse entre un par de cilindros de caucho llenos de aire, montados detrás de los cepillos, pudiendo entonces eliminarse los grumos.

*Ehrhard Schäfer: «Recherches sur la séparation des pommes de terre et des pierres au moyen de brosses rotatives.»*

On utilise actuellement pour la séparation des pommes de terre et des pierres, pendant l'arrachage, des brosses cylindriques incorporées dans les arracheuses-chargeuses. Les pierres doivent être évacuées par une fente formée par la brosse rotative inclinée dans le sens axial et une tôle de guidage, tandis que les pommes de terre doivent passer dans une rigole inclinée située entre la tôle et la brosse. Des essais effectués sur le poste d'essai dans des conditions identiques à celles rencontrées dans les arracheuses, ont montré que le rendement de séparation est fonction du nombre de tours et de l'inclinaison de la brosse et de la disposition de la tôle de guidage. De plus, une bonne élimination des pierres exige que l'on utilise des brosses d'une dureté exactement déterminée. Les essais sur le poste d'essai et dans le champ ont confirmé la théorie qui prévoyait que les pierres seraient presque complètement séparées des pommes de terre grâce à la grande différence de densité entre les premières et les dernières. Par contre, les différences de densité entre les pommes de terre et les mottes de terre sont plus réduites. Pendant les essais dans le champ, on n'a donc pu obtenir qu'incomplètement la séparation des mottes de terre au moyen des brosses rotatives. Mais on a pu écraser et, par conséquent, éliminer les mottes de terre à l'aide de deux rouleaux en caoutchouc remplis d'air qui ont été montés derrière les brosses.

## AUS DEM FACHSCHRIFTTUM

18. Konstrukteurheft, 1. Teil (Grundlagen der Landtechnik, H. 12) mit den Vorträgen der 18. Tagung der Landmaschinenkonstruktoren, 1960. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. W. BATEL VDI; DIN A 4, 65 S., 214 Textbilder, 25 Zahlentafeln. VDI-Verlag, Düsseldorf 1961. Preis: kart. 12,— DM.

Das vorliegende Heft behandelt traditionsgemäß spannungsgerechtes Konstruieren, Fragen der Maßbestimmung bei Getrieben, Bodenbearbeitungsprobleme, speziell unter dem Gesichtswinkel des Schnellpflügens und der Schaffung geeigneter Körperformen hierfür, sowie eine Betrachtung über den gegenwärtigen Stand der Haltbarkeit und des Verschleißes von Landmaschinenelementen. Grundsätzliche Darlegungen über das Sortieren körniger Stoffe nebst einem Bericht über verschiedene Möglichkeiten des Kartoffel-Sammelrodens bei hohem Beimengungsanteil schließen sich an. Ein sehr instruktiver Aufsatz SPANGENBERGS „Die Konstruktion von Maschinen und Fahrzeugen, die auf unebenen Fahrbahnen fahren“ eröffnet das Heft. Die Gefährlichkeit unbedachter Verstärkungen an Biegeträgern, die mildernden Einflüsse von Ausrundungen verschiedener Radien werden behandelt — hier vermisst man ein Eingehen auf Entlastungskerven —; ferner werden gut gewählte Beispiele zweckmäßiger Gestaltung von Krafteinleitungsstellen ohne Spannungsspitzen gezeigt. Bei Biegeträgern ist hierfür Anschluß in der neutralen Zone erforderlich, bei zusätzlich verwindungsbeanspruchten offenen Bauteilen außerdem Vermeidung jeder Querschnittsverwölbung sowie Einleitung der Querkraft im Schubmittelpunkt. Verbreitete, aber folgenschwere Illusionen über die Verdrehungssteifigkeit offener und geschlossener Profile werden rechnerisch behoben.

KLOTH gibt in seinem fotografischen Ausstellungsrückblick „Festigkeitsgerechtes Konstruieren“ einprägsame Beispiele falscher und richtiger Gestaltung — wichtig zur Entwicklung des unbedingt notwendigen Gefühls für glatten oder gestörten Spannungsverlauf. Es ist eine lehrreiche Bildergeschichte, zumal es sich als gar nicht einfach erweist, die goldene Regel gleicher Steifigkeit im ganzen Maschinenkörper und insbesondere an den Knotenpunkten zu befolgen, ohne unwissentlich Verstöße zu begehen.

„Über das Sortieren körniger Stoffe“ betitelt BATEL seinen interessanten Versuch, Sortiervorgänge, also Auslesevorgänge nach physikalischen Merkmalen, aufgrund von gemeinsamen Gesetzmäßigkeiten verschiedener Stoffe zusammenfassend zu behandeln. Zweifellos ist das Sortieren als Veredelungsvorgang für die Landtechnik auch künftig von großer Bedeutung und verdient deshalb wissenschaftliche Vertiefung. Leider fehlen unter den Sortiermerkmalen der Tafel 1 die Rauigkeit, Elastizität und Rollfähigkeit. Außerdem sind Zweifel möglich, ob die Beschränkung auf körnige Stoffe glücklich ist: Trennungsvorgänge von Flüssigkeiten (Milch, Öl und dergleichen) spielen in der Landtechnik eine große Rolle, wobei ähnliche Gesetzmäßigkeiten wie für die Trennung von körnigen Substanzen in Flüssigkeiten gelten; schließlich überwiegen bei landwirtschaftlichen Sortiervorgängen (zum Beispiel dem Dreschen) Stoffgemische mit erheblichem Faseranteil, ohne daß Gesetzmäßigkeiten der Trennungsvorgänge deswegen sämtlich ganz und gar von denen für körniges Gut abweichen müßten. Das sogenannte „Sortieren nach der Masse“ stimmt streng nur für das Wägeprinzip mit Gegengewichten, während bei allen anderen Sortiermethoden dieser Art (Federwaage, Wurfparabel usw.) die örtliche Verschiedenheit der Gravitation als (zwar meist vernachlässigbarer) Sortierfehler eingeht. Gewichtssortierung ist für empfindliches Obst noch wichtiger als für Kartoffeln, weil hierbei die bei Größensortierung mit Sieben unvermeidbaren Kantendruckungen nicht mehr vorzukommen brauchen.

BAGANZ schließt sich mit einem Elaborat „Zur Frage des Sammelrodens von Kartoffeln bei hohem Beimengungsanteil“ an. Der erwartete günstige Einfluß der oberflächlichen Kartoffelabtrocknung beim Schwadrodren wird leider von dem zweimaligen Durchlauf der Kartoffeln durch die Maschine überkompensiert, so daß der Anteil beschädigter Kartoffeln auch bei 48 Stunden Lagerzeit 68% gegen 64% beim direkten Sammelrodren unter gleichen Bedingungen beträgt.

In zwei Beiträgen „Getriebeatlanten als Hilfe für den Entwurf ungleichförmig übersetzender Getriebe“ und „Die Bedeutung eines Getriebeatlasses über Vierwinkelfunktionen von Gelenk-