

4

für je eine Kartoffel c verwendet werden. Diese Vorkeimkisten a, werden auf dem Aufnahme-tisch d einer speziellen Legemaschine bereitgestellt und dann durch eine Trommel e im Zusammenwirken mit einem Führungsband f erfaßt und kontinuierlich den Legeschächten g zugeführt. Unmittelbar vor den Legeschächten g endet das Führungsband f, so daß die Zellenöffnungen freigegeben werden und die Kartoffeln c herausfallen können. Außer der Drehbewegung der Trommel e führt diese

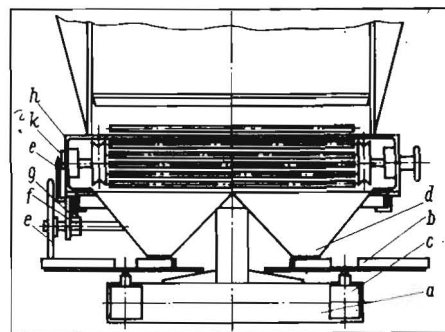
gemeinsam mit dem Führungsband f noch eine seitliche Bewegung durch, damit alle Zellen b zur Entleerung über einem Legeschacht g zum Stehen kommen. Die entleerten Vorkeimkisten a werden durch einen Führungsschacht einem Sammelbereich zugeführt und von dort wieder verladen.

WP 110410 Int. Cl. A 01 c, 17/00

Anmeldetag: 7. März 1974

„Vorrichtung zur Einstellung des Aufgabepunktes an Schleuderstreuereinrichtungen, insbesondere an Düngerstreuern“

Erfinder: H. J. Schröder, S. Altmann, K. Peier  
Zur Erreichung einer optimalen Streubreite mit gleichmäßiger Verteilung des Streugutes ist es zweckmäßig, die Aufgabepunkte des Streugutes auf den Streustellen der Konsistenz des Streugutes anzupassen.  
Um diese Aufgabe zu lösen, wurde entsprechend Bild 5 der komplette Träger a der Streuscheiben b zusammen mit den Antriebsmechanismen c in Richtung des Fahrwerks verschiebbar angeordnet. Dadurch münden die Trichterauslauföffnungen d je nach Einstellung des Trägers a auf den optimalen Aufgabepunkten der Streuscheiben b.



5

Die Verstellung des kompletten Trägers a erfolgt mit Hilfe eines Handrades über ein Zahnrad f und eine Zahnstange g bzw. über einen Kettenantrieb.

Am Maschinenrahmen h befindet sich seitlich eine Einstellskala k, so daß in Verbindung mit dem Einstellzeiger e der jeweils ermittelte optimale Einstellbereich für die unterschiedliche Konsistenz der Düngerarten immer wieder hergestellt werden kann.

A 2014

Pat.-Ing. M. Gunkel, KDT

## Gedanken zur Methodik der Forschung an Kartoffelaufnahmeelementen

Dozent Dr.-Ing. P. Jakob, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Die in der Kartoffelproduktion bestehenden Forderungen nach Steigerung der Arbeitsproduktivität und dabei nach aufwandsarmer Verwirklichung des Grundprinzips der Kartoffelaufnahme — die Kartoffelknollen sind aus dem Wuchsraum herauszulösen und auf ein bestimmtes, durch Transporteinrichtungen gegebenes Niveau zu heben — zwingen dazu, bei Beachtung der hauptsächlichsten Qualitätsparameter (Beschädigungen, Verluste) nach neuen Möglichkeiten in der Methodik der Werkzeugforschung und -entwicklung von Kartoffelaufnahmeelementen zu suchen.

Den Ausgangspunkt bei der Erarbeitung der Methodik bildet die heuristische Betrachtungsweise des Problems (Bild 1).

Ausgehend von der Aufgabenstellung und unter Beachtung der vorhandenen Umstände sowie Einbeziehung des Standes von Forschung und Technik ergeben sich die Lösungswege zum angestrebten Ziel. Am Ende der Bearbeitungszeit einer solchen Forschungsaufgabe erhält man die Lösung (gelöste Aufgabe) und methodische Erkenntnisse (Erfahrungen).

### 1. Anwendung der Methodik

#### 1.1. Aufgabenstellung und Ziel

Eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Lösung des Problems ist eine klar formulierte Aufgabenstellung mit möglichst exakter Angabe des Ziels. Dabei ist das Ziel so allgemein zu formulieren, daß keine Lösungsprinzipien unbeachtet bleiben, aber auch so konkret, daß die durch die agrotechnischen Forderungen (ATF) notwendigen quantitativen und qualitativen Parameter erreicht werden.

Gleichsam ist darauf zu achten, daß die vorhandene Forschungskapazität sinnvoll und zielgerichtet eingesetzt wird. Bei der Lösung des Problems kann man sich nicht nur auf übliche mechanische Wirkungsmechanismen beschränken, beispielsweise nur auf passive und aktive Kartoffelaufnahmeelemente, sondern man muß grundsätzlich auch die entsprechend dem Stand von Naturwissenschaft und Technik möglichen physikalischen, chemischen und biologischen Effekte in die Betrachtung einbeziehen.

Ziel der Forschung soll die Entwicklung von Kartoffelaufnahmeelementen sein, die die Kartoffelknollen möglichst in einem Arbeitsgang aus dem Wuchsraum herauslösen, von unerwünschten Beimengungen entmischen (trennen) und einem Förderorgan zuführen. Dabei muß eine Anpassungsfähigkeit des Werkzeugs an die unterschiedlichen Wuchsraumbedingungen möglich sein.

Es ist zu vermeiden, daß Konstrukteure eine solche Aufgabe nur nach persönlichen Erfahrungen lösen. Effektiver ist in jedem Fall, bei der Lösung der Aufgabe noch alle vorhandenen methodischen Ergebnisse anderer zu fixieren und in die Lösungswege einzubeziehen.

#### 1.2. Umstände bei der Lösung der Aufgabe

Großen Einfluß haben die Umstände, unter denen eine Aufgabe zu lösen ist. Sie sind auch von den Lösungswegen abhängig. Hierunter fallen vorhandene Forschungskapazität, Qualifikation und finanzielle Stimulierung der Arbeitskräfte, Stand und Niveau der Labor-einrichtungen, des Musterbaus und der Materialversorgung (Literatur und Zulieferungen), vertragliche Beziehungen zu anderen Instituten usw. Gleiche Bedeutung hat die zielgerichtete Leitungstätigkeit auf der Basis der Methoden der Wissenschaftsorganisation, um die vorhandenen Bedingungen optimal zu nutzen.

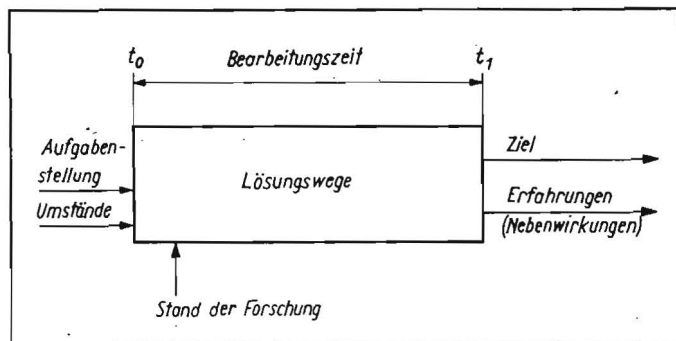


Bild 1  
Leitblatt zur Methodik der Werkzeugforschung an Kartoffelaufnahmeelementen

### 1.3. Stand der Forschung

Analysiert man den Stand der Forschung, so zeigt sich, daß es mit dem z. Z. vorhandenen theoretischen Grundlagenwissen in der Landtechnik nur begrenzt möglich ist, eine solche Werkzeugentwicklung durchzuführen. Es fehlen noch Erkenntnisse und damit Untersuchungen, die sich mit dem mehrphasigen Feststoffgemenge Kartoffeln mit Kluten, Steinen, Feinerde u. a. als Werkstoff befassen.

Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, ist eine Bodenmechanik für mehrphasige Feststoffgemenge und eine bodenmechanische Meßtechnik zu entwickeln. Weiterhin sind Untersuchungen über Spannungsverformungen bei Änderung der Arbeitsgeschwindigkeit der Werkzeuge unter Nutzung der mathematischen Modellierung durchzuführen. Aufgrund der gegenwärtigen Erkenntnisse sind noch längere Zeit Kartoffelerntemaschinen mit mechanischen Werkzeugen bestimmend. Unabhängig davon sind trotzdem bereits jetzt völlig neue Prinzipien zu konzipieren und zu untersuchen, die sich jedoch alle mit den genannten Faktoren auseinandersetzen haben. Deshalb ist es richtig, die weiteren Betrachtungen zunächst nur auf mechanische Wirkprinzipie (einschließlich pneumatische) zu beziehen.

### 1.4. Lösungswege

Wie Bild 1 zeigt, werden die Lösungswege vom Stand der Forschung bestimmt. Es sind drei Wege möglich:

- Empirische Entwicklung von Werkzeugen
- exakte Berechnung der Werkzeuge aufgrund des Verhaltens des Werkstoffs mehrphasiger Feststoffgemenge, Wuchsraum und Kartoffeln, unter der Einwirkung von Energie (z. B. Kräften)
- systematische Untersuchung von Werkzeugelementen.

Der erste Weg hat keine wissenschaftliche Bedeutung.

#### 1.4.1. Berechnung der Kartoffelaufnahmeelemente bzw. der Werkzeuge zur Kartoffelaufnahme

Auch der zweite Weg ist z. Z. nur bedingt, für die hauptsächlichsten Fälle sogar überhaupt nicht gangbar. Voraussetzung sind ausreichende Kenntnisse über das Verhalten des Bodens, der Kartoffeln, Steine u. a. beim Einwirken von Kräften unter statischen und dynamischen Bedingungen. Es liegen hierzu nur wenige Erkenntnisse vor. Die meisten Veröffentlichungen enthalten keine reproduzierbaren Ergebnisse und sind zur direkten Beschreibung der Verhaltensweise des mehrphasigen Feststoffgemenges aus Boden, Kartoffeln, Steinen u. a. nicht anwendbar. Der bisher unzureichende Erkenntnisstand der Bodenmeßtechnik ist eine wesentliche Ursache dafür. Die Kohäsion und die innere Reibung des Bodens können z. Z. noch mit keinem Verfahren exakt vergleichbar für die landtechnische Bodenmechanik bestimmt werden. Die Messung von dynamischen Kennwerten ist noch ungeklärt. Erst wenn es mit Hilfe der Bodenmeßtechnik gelingt, eindeutige Bodenparameter u. a. zu messen, wird es möglich sein, exakte rheologische Modelle aufzustellen, die dann reproduzierbar sind.

Um den zweiten Weg der Werkzeugentwicklung zu realisieren, ist die Bestimmung der Bruchspannung im Feststoffgemenge unter den Bedingungen des dreiaxialen Spannungszustands zu klären. Diese Aufgabe ist gegenwärtig näherungsweise mit der Theorie der

„Finiten Elemente“ mit großem Rechenaufwand lösbar [1].

Um diesen Rechenaufwand zu umgehen, gibt man häufig ein Bruchkörpermodell vor und stellt an diesem ein Kräftegleichgewicht her. Die Methode ist jedoch zu ungenau, denn die experimentellen Ergebnisse liegen weit ab von den theoretisch ermittelten [2] [3].

Erst wenn diese offenen Fragen gelöst sind, wird es möglich sein, einen mathematischen Zusammenhang zwischen Werkzeugform und Bruchspannung zu finden. Es könnte dann beispielsweise diejenige Form bei der geforderten Geschwindigkeit ausgewählt werden, die den geringsten Energiebedarf bei optimalem Arbeitsergebnis hat.

Das bedeutet z. B., eine Optimierung des Werkzeugs nach dem Wirkungsgrad der Kartoffelaufnahme und unter Beachtung der Kartoffelbeschädigungen vorzunehmen:

$$n_{oA} = \frac{m_K}{m_B + m_K} \longrightarrow \text{Maximum};$$

$m_K$  Kartoffelmasse

$m_B$  Masse der Beimengungen.

An diese theoretischen Untersuchungen schließt sich die praktische Erprobung dieser Werkzeuge an, die allerdings im Umfang wesentlich geringer sein wird als bei den anderen vorgeschlagenen „Wegen zum Ziel“.

Es sind bisher nur wenige Arbeiten bekannt, die eine analytische Bestimmung der Werkzeugform zum Inhalt haben. Vasilenko [4] und Korotkevic [5] ermitteln die energetisch zweckmäßigste Form von Messerschneiden und Grubberwerkzeugstielen. Der von ihnen verwendete spezifische Schneidendruck muß jedoch durch Experimente bestimmt werden.

Die Form des Pflugstreichblechs berechnet O'Callaghan [6] mit einem analytischen Verfahren auf der Basis von Ritzkurven, wobei nur die Dichte, die Adhäsion und der Reibwinkel zwischen Boden und Stahl in sein Berechnungsmodell eingehen.

#### 1.4.2. Systematische Untersuchung von Werkzeugelementen

Dieser dritte Weg ist der z. Z. gangbarste. Durch systematische experimentelle Untersuchungen von Werkzeugelementen wird versucht, den Einfluß der Werkzeugform, die z. B. durch Schnittwinkel, Scharschneidenwinkel, Breite, Länge usw. charakterisiert ist, auf den Arbeitserfolg zu bestimmen.

Solche Untersuchungen werden unter idealisierten Bedingungen nacheinander bei verschiedenen Abstraktionsstufen mit dem Ziel durchgeführt, Konstruktions-, Betriebs- sowie Bodenparameter systematisch zu variieren. Die experimentellen Untersuchungen sollten bei hoher Abstraktionsstufe begonnen und schrittweise den Praxisbedingungen angepaßt werden.

Die Verwendung von Modellböden bei den Experimenten mit Kartoffelaufnahmeelementen stellt bereits eine Abstraktionsstufe dar. Ihre Auswahl ist sehr schwierig. Einerseits müssen sie die Praxisbedingungen widerspiegeln und andererseits sollen mit ihnen homogene, sehr gut reproduzierbare Zustände des mehrphasigen Feststoffgemenges erreichbar sein. Eine Maßstabänderung der Kartoffelaufnahmeelemente ist nicht zweckmäßig, da für diese Fälle die Modellbeziehungen im Wuchsraum der Kartoffeln sehr kompliziert und ungeklärt sind [7].

Grundsätzlich sind Kartoffelaufnahmeelemente vor allem nach dem Wirkungsgrad der Kartoffelaufnahme zu bewerten.

Da Modellböden für die Durchführung von Experimenten gleichmäßig zu lockern, anzufeuchten, zu verdichten und anschließend langsam auszutrocknen sind, erhöht sich die Versuchszeit auf ein Vielfaches. Deshalb erscheint es empfehlenswert, die Untersuchungen hinsichtlich des Arbeitserfolgs (Wirkungsgrad der Kartoffelaufnahme) unter Feldbedingungen durchzuführen, wenn es nicht gelingt, das Feststoffgemenge in vertretbaren Zeiten so zu präparieren, daß es stabile Aggregate bildet. Auf der Basis der Meßergebnisse wird dann das eigentliche Werkzeug aus seinen untersuchten Elementen konstruiert und unter Modell- und Praxisbedingungen eingesetzt. Anhand der Meßergebnisse aus den Feldversuchen und in Verbindung mit den theoretischen Grundlagen werden bei noch mangelbehafteter Arbeit Korrekturen am Werkzeug vorgenommen.

## 2. Zusammenfassung

Um eine wissenschaftlich exakte Werkzeugforschung und -entwicklung für die Kartoffelaufnahme zu sichern, sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Ermittlung von Kennwerten des mehrphasigen Feststoffgemenges, die dessen Zustand und Verhalten eindeutig charakterisieren
- Entwicklung von geeigneten Meßmethoden und -verfahren zur Bestimmung reproduzierbarer Kennwerte des mehrphasigen Feststoffgemenges aus Kartoffeln, Kluten, Steinen, Feinerde u. a.
- Aufstellen von rheologischen Modellen
- theoretisches Erfassen der Spannungseinkleitung in ein Feststoffgemenge (durch vorgegebenes rheologisches Modell charakterisiert) als Funktion der Form der Druckübertragungsfläche.

Die ersten drei Maßnahmen sind nur komplex in ihrer gegenseitigen Beeinflussung zu betrachten.

## Literatur

- [1] Giriya Vallabhan: Finite Element Method for Problems in Soil Mechanics. Soil Mechanics and Foundation Division (1968) H. 3.
- [2] Kezdi, A.: Handbuch der Bodenmechanik. Bd. 1, 2; Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, Budapest: Verlag der Ung. Akad. d. Wiss. 1968.
- [3] Plötner, K.: Untersuchungen über den Bodewiderstand und den Bodenaufbruch beim Einsatz von Lockerungswerkzeugen. TU Dresden, Dissertation 1970 (unveröffentlicht).
- [4] Vasilenko, P. M.: Über den Einfluß des Querschnittsprofils von Bodenbearbeitungswerkzeugen und der Arbeitsgeschwindigkeit auf den Zugwiderstand. Traktory i sel'chozmasa. 35 (1965) H. 8, S. 25—27.
- [5] Korotkevic, P. S.: Über den Einfluß der Form der Messerschneide auf den Schnittwiderstand bei der Bodenbearbeitung. Mechaniz. i elektrifikacija sel'skogo chozajstva 21 (1967) H. 8, S. 13—17.
- [6] O'Callaghan: Entwicklung eines Pflugstreichbleches mit einem analytischen Verfahren. Landtechnische Forschung 15 (1965) H. 4, S. 112—116.
- [7] Baganz, K.: Untersuchungen über Modellbeziehungen bei Bodenbearbeitungswerkzeugen. Dt. Agrartechnik 15 (1965) H. 12, S. 555—558; 18 (1968) H. 3, S. 111—113.
- [8] Lucius, J.: Methodik der Werkzeugentwicklung für die Bodenbearbeitung. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 515—517.