

Bild 1. Anhänger-Zugösen am Feingrubber B 231 ermöglichen mit der neu entwickelten Kupplungseinrichtung am Traktor eine Dreipunktschnellkupplung

Entriegelung der Kupplungen über die Handhebel durch Vorwärtsfahren des Traktors.

#### Begutachtungsergebnisse

— Bei allen mit Hilfe der Schnellkupplung hergestellten Aggregaten, besonders aber bei Anbaugeräten mit Befestigung aller drei Anbaupunkte durch automatische Anhängerkupplungen, hat sich im praktischen Einsatz als entscheidender Vorteil herausgestellt, daß die Trennung des Aggregats an jedem beliebigen Ort durchgeführt werden kann und auch die auf unebenem Grund abgestellten Maschinen und Geräte durch die Fangmaulöffnungen der automatischen Anhängerkupplungen der Schnellkupplung sicher, gefahrlos, leicht und schnell mit dem Traktor wieder zu einem Aggregat vereinigt werden können. Es besteht mit Hilfe der Schnellkupplung die

Möglichkeit, Maschinen und Geräte am Arbeitsort abzustellen, wodurch sich die An- und Abfahrtszeiten am Beginn und Ende der Arbeit bzw. bei längeren Arbeitsunterbrechungen erheblich verkürzen, da der Traktor ohne Gerät schneller und ohne Gefährdung des öffentlichen Verkehrs die An- und Abfahrtsstrecken überwinden kann.

— Das Verbinden und Trennen der Aggregate wird durch die Schnellkupplung erleichtert, beschleunigt und gefahrloser gemacht; es ist keine Hilfskraft erforderlich.

Zeitmessungen des Kupplungsvorgangs (Verbinden und Trennen) haben im Mittel folgende Zeiteinsparungen bei Verwendung der Schnellkupplungseinrichtung gegenüber dem bisherigen Kupplungsprinzip ergeben:

Kartoffellegemaschine 6-SaPB-75	2,6 min
Feingrubber B 220	2,1 min
Aufsattelpflug B 010	5,9 min

Nachteile der Einrichtung sind:

— Es fehlt noch eine Arretierung des Dreipunkt-Anbau-Systems, um auch mehrachsige Anhänger mit der Schnellkupplung am Traktor zu befestigen.

— Die Kupplungspunkte der Anbaugeräte müssen geändert werden.

Die Prinzipmuster verblieben nach dem offiziellen Einsatz in der Kooperativen Abteilung Pflanzenproduktion, wobei es dem Betrieb überlassen blieb, ob er diese weiter einsetzen wollte. Nach der letzten Information wurden in den Jahren 1973 und 1974 mit der Einrichtung z. B. am Feingrubber allein rund 8000 ha bearbeitet.

#### Literatur

[1] —: Gutachten über die Einrichtung zur Vermeidung von mechanischen Schäden durch den Kraftheber an der Gelenkwelle mit Schutz. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 28. September 1973.

[2] —: Gutachten über die Schnellkupplungseinrichtung am Traktorheck. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 3. Oktober 1973.

A 1063

## Untersuchungen zur zerstörungsfreien kontinuierlichen Lagebestimmung der Kartoffeln im Damm zum Erntezeitpunkt mit dem Gamma-Durchstrahlungsverfahren

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

### 1. Einführung und Problemstellung

Die Ernte der Kartoffeln in der DDR wird in zunehmendem Maße mechanisiert. Die Arbeitsqualität der Erntemaschinen wird hauptsächlich nach drei Kriterien beurteilt:

- Verlustanteil der Kartoffeln
- Beschädigungsanteil
- Beimengungsanteil in der Marktware.

#### Verwendete Formelzeichen

a	Abstand Nuclid—Detektor in cm
d	Absorberdicke in cm
$v_f$	Meß- bzw. Fahrgeschwindigkeit in m/s
x, y, z	Koordinatenrichtung
I	Impulsdichte nach Durchstrahlung des Absorbers in Impulse je Zeiteinheit
$I_0$	Impulsdichte vor Durchstrahlung des Absorbers in Impulse je Zeiteinheit
$\mu$	Massenschwächungskoeffizient in $\text{cm}^2/\text{g}$
$\rho$	Dichte des Absorbers in $\text{g}/\text{cm}^3$

Diese drei Kriterien wurden bisher überwiegend dadurch beeinflußt, wie gut es gelingt, die von den Dammaufnahmeelementen beim Rodeprozeß in die Erntemaschine beförderten Beimengungen von den Kartoffeln zu trennen. Der Masseanteil der Beimengungen, bestehend aus Steinen, Kluten, Feinerde, Bewuchsanteilen u. a. m., erreicht gegenüber den Kartoffeln einen relativen Anteil von 95%. Eine Leistungserhöhung der Kartoffelerntemaschinen bei Beachtung der höheren Qualitätsanforderungen ist nur durch eine beimengungsarme Aufnahme der Kartoffeln zu realisieren, wobei konstruktive Veränderungen an der Form und Gestaltung der Dammaufnahmewerkzeuge allein nicht mehr ausreichen. Neben Aufgaben in Züchtung und Landwirtschaft zur Erforschung von Kartoffelsorten, die neue Ernteverfahren zulassen, sowie agrotechnischen Maßnahmen zur Verhinderung der Klutenbildung und zur Klutenzerstörung, sind Beiträge von Seiten der Landtechnik notwendig, die neuartige Kartoffelernteverfahren zum Inhalt haben. Außer der Entwicklung von Zusatzeinrichtungen am Rode- und Fördererlement zur Beseitigung von Beimengungen sind in zunehmendem Maße

Tafel 1. Einige physikalische Unterscheidungsmerkmale zwischen Kartoffeln und Boden und ihre Eignung zur Lagebestimmung der Kartoffeln im Damm nach [1]

Unterscheidungsmerkmal [Maßeinheit]	Kartoffeln	Boden	Bemerkung	Eignung Note	Bemerkung
1. Dichte $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,06 ··· 1,16	1,40 ··· 1,60	Mittelwert für die Bodendichte bis zur Dammsohle für die Kartoffel wurde die entsprechende Größe des Wassers eingesetzt	gut	klare Abgrenzung der Werte
2. Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [cal/cm · s · grd]	1,24 · 10 <sup>-3</sup>	1,3 · 10 <sup>-3</sup> (Sand) 1,6 · 10 <sup>-3</sup> (Lehm) 9,0 · 10 <sup>-3</sup> (Kalk) 3,0 · 10 <sup>-4</sup> (Humus)		ungeeignet	Überschneidung der Wertebereiche durch Humusanteil, abhängig von Struktur und Zusammensetzung
3. elektrische Leitfähigkeit $\delta$ [ $\frac{1}{\Omega \cdot \text{cm}}$ ]	0,25 · 10 <sup>-3</sup> ··· 0,53 · 10 <sup>-3</sup> (f. Gewebe) 6,0 · 10 <sup>-4</sup> ··· 11,8 · 10 <sup>-4</sup> (f. verdünnten Preßsaft)	10 <sup>-2,5</sup> ··· 10 <sup>-3,5</sup> (Sand) 10 <sup>-1</sup> ··· 10 <sup>-3</sup> (Lehm) 10 <sup>-2</sup> ··· 10 <sup>-4</sup> (Kalk) 10 <sup>-1</sup> ··· 10 <sup>-2,5</sup> (Humus)		ungeeignet	Überschneidung der Wertebereiche
4. Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r$	40	7 ··· 15 (Sand) 25 ··· 34 (Lehm) 21 ··· 34 (Kalk) 2,3 ··· 5,6 (Humus)	$\epsilon_r = 81$ für H <sub>2</sub> O	bedingt geeignet	Einschränkung durch die Abhängigkeit vom H <sub>2</sub> O-Gehalt des Dielektrikums

Möglichkeiten der automatischen Tiefenregelung des Rodeelements, der Kartoffelnestaufnahme und weitere Wirkprinzipien der Kartoffelaufnahme zu untersuchen. Diese Forschungsrichtungen setzen jedoch eine kontinuierliche Unterscheidung zwischen den Kartoffeln und den Beimengungen des Damms bzw. zwischen den kartoffelhaltigen und kartoffellosen Dammabschnitten voraus. Nachfolgend sollen Betrachtungen über eine

mögliche Unterscheidung zwischen Kartoffeln und Beimengungen im natürlichen Damm angestellt werden.

## 2. Unterscheidungsmerkmale zwischen Boden und Kartoffeln

Für eine mögliche Unterscheidung zwischen Kartoffeln und den weiteren Bestandteilen des Damms — Feinerde, Kluten, Steine und Pflanzenreste — sind die Verfahren besonders zu beachten, die diese Unterscheidung ohne Zerstörung des Damms ermöglichen.

In Tafel 1 sind einige Unterscheidungsmerkmale zusammengestellt, die für die o. g. Verfahren sinnvoll sein können. Aus der Spalte „Eignung“ geht hervor, daß der Dichteunterschied  $\Delta \rho$  für eine Unterscheidung zwischen Kartoffeln und Boden als geeignet erscheint und die Dielektrizitätskonstante bedingt geeignet ist, weil sie sehr stark vom Wassergehalt der Komponenten abhängt. Mögliche chemische Unterscheidungsmerkmale sind nicht untersuchungswürdig, da die chemische Zusammensetzung des Bodens von Standort zu Standort, aber auch auf einem Standort erhebliche Unterschiede aufweist. Für eine Unterscheidung zwischen Dammbeimengungen und Kartoffeln ohne Zerstörung des Kartoffeldamms soll daher der Dichteunterschied weiter betrachtet werden.

## 3. Unterscheidungsverfahren zur Bestimmung der Lage der Kartoffeln im Damm zum Erntezeitpunkt

Eine umfassende Auswertung der Literatur [1] zeigt, daß in der Industrie und Landwirtschaft Gamma-Durchstrahlungsmeßeinrichtungen für die vielfältigsten Meßaufgaben eingesetzt werden. Bei Beachtung des Dichteunterschieds als Unterscheidungsmerkmal erscheint das Gamma-Durchstrahlungsverfahren für die Lösung des Problems am geeignetsten.

## 4. Das Grundprinzip des Gamma-Durchstrahlungsverfahrens und die sich ergebenden Hauptanforderungen

Das Grundprinzip einer Gamma-Durchstrahlungseinrichtung ist im Bild 1 dargestellt. Die Quanten einer Gamma-Strahlungsquelle werden durch den Kollimator A so kollimiert, daß der Strahlungsempfänger B nur solche Strahlen empfängt, die vorher den Absorber C der Dicke d durchdrungen haben. Unter Berücksichtigung, daß das Absorptionsgesetz gilt, wird für die Messung der Dichte gefordert:

- Dicke d des Absorbers konstant
  - Abstand a konstant
  - solche Auswahl der Strahlenquelle, daß  $\mu \approx \text{konstant}$
- $$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$$

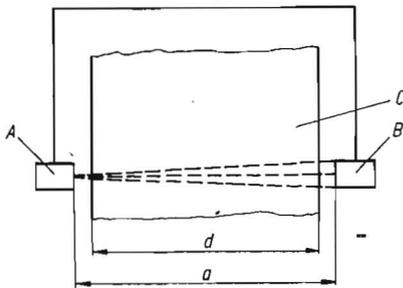


Bild 1. Grundprinzip des Gamma-Durchstrahlungsverfahrens; A Kollimator mit Quelle, B Strahlungsempfänger, C Absorber, d Absorberdicke, a Abstand Quelle — Empfänger

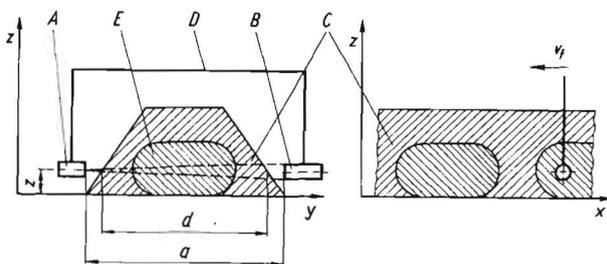


Bild 2. Theoretische Anwendung des Gamma-Durchstrahlungsprinzips zur kontinuierlichen Bestimmung der Lage der Kartoffeln im Damm [1]; A Kollimator mit Quelle, B Strahlungsempfänger, C Kartoffeldamm, D starrer Meßbügel, E Kartoffelnest, a Abstand Quelle — Empfänger, d Absorberdicke

- Intensitätsänderung durch Abnahme der Aktivität der Strahlenquelle während der Meßzeit vernachlässigbar klein
- Energie und Aktivität der Strahlenquelle so wählen, daß die Impulsänderungen durch den statistischen Fehler klein gegenüber den Impulsänderungen durch den Dichteunterschied zwischen Kartoffeln und Boden werden
- Empfindlichkeit der Meßeinrichtung genügend groß, um den Dichteunterschied  $\Delta\rho$  zwischen kartoffelhaltigen und kartoffellosen Dammabschnitten zu messen
- Abschirmung der Gamma- und der Begleitstrahlung des Nuclids außerhalb der Meßstrecke mit ökonomisch vertretbarem Aufwand unter der zugelassenen Dosis, vorgegeben durch die Bestimmungen des Strahlenschutzes.

Aus diesen Forderungen an die Meßeinrichtung ergeben sich für den speziellen Einsatz am natürlichen Kartoffeldamm zahlreiche Ansatzpunkte für Detailuntersuchungen.

### 5. Beschreibung des Gamma-Durchstrahlungsgrundprinzips für die kontinuierliche Bestimmung der Lage der Kartoffeln im Damm

Beidseitig eines im Bild 2 dargestellten Kartoffeldamms C werden jeweils eine Strahlenquelle A und ein Strahlungsempfänger B im festgelegten Abstand angebracht. Die für die Messung verwendeten Gammaquanten treten durch eine Kollimatorbohrung aus. Die Durchstrahlungshöhe z, bezogen auf die Dammsohle, wird so gewählt, daß ein bestimmter vorgegebener Bereich des Kartoffelnestes E vom Strahlenbündel erfaßt wird. Der starre Meßbügel D wird mit der Fahrgeschwindigkeit  $v_f$  entlang den Dammlanken in der Höhe z geführt. Die Durchstrahlung des Dammabschnitts und

der Empfang der geschwächten Gammaquanten erfolgen kontinuierlich. Die Verarbeitung dieser Gammaquanten bzw. die Registrierung der Meßwerte muß in Abhängigkeit von  $v_f$  so schnell erfolgen, daß der kartoffelhaltige Bereich des Damms in ausreichendem Maße erkannt wird.

### 6. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Neben der Auswahl von Strahlenquelle und Detektor für die Entwicklung einer Meßeinrichtung zur Lagebestimmung der Kartoffeln im Damm nach dem Gamma-Durchstrahlungsverfahren [2] sind umfangreiche Voruntersuchungen notwendig, die folgende Ziele haben müssen:

- Festlegung der Durchstrahlungshöhe z,
- Festlegung der Durchstrahlungsdicke d,
- Dimensionierung des Strahlenbündels
- Beurteilung der Stabilität der elektronischen Apparatur unter den Bedingungen des Feldeinsatzes.

Erst nach Abschluß dieser umfangreichen Untersuchungen ist es möglich, eine genaue Aussage über den Anwendungsbereich und die Einsatzgrenzen einer solchen Meßeinrichtung abzuleiten.

### Literatur

- [1] Riese, U.: Untersuchungen zur zerstörungsfreien kontinuierlichen Lagebestimmung der Kartoffeln im Damm zum Erntezeitpunkt nach dem Gamma-Durchstrahlungsverfahren. TU Dresden, Dissertation 1973.
- [2] Riese, U.; Jakob, P. u. a.: Verfahren zum Erkennen von Wurzel- und Knollenfrüchten im Boden. WP 98432 vom 20. Juni 1973, Kl. 45 c, 33/00.

A 9980

## Das universelle System zur automatischen Kontrolle USAK-13<sup>1)</sup>

Ing. J. I. Fjedorow, Ukrainisches Wissenschaftliches Forschungsinstitut für Landmaschinenbau

Die erste Etappe der Automatisierung irgendwelcher Aggregate, auch der mobilen, ist die Ausarbeitung und der Aufbau von Systemen zur automatischen Kontrolle von Kennziffern des technologischen Prozesses, was gegenwärtig hauptsächlich noch visuell durch das Personal durchgeführt wird. Jedoch sind Struktur und konstruktive Ausführung landwirtschaftlicher Aggregate, speziell für den Anbau und die Ernte von Zuckerrüben, so kompliziert, daß im Falle des Versagens eines Bauteils der Prozeß der Wiederherstellung, d. h. Störanzeige, Ersatz des beschädigten Teils oder seine Reparatur, ein ernstes technisches Problem wird.

Deshalb ist die ständige Erhöhung der Zuverlässigkeit der Aggregate ohne Ausarbeitung eines Systems zur automatischen Kontrolle und Signalisierung schwierig lösbar, außerdem sind Fehler und die Unmöglichkeit ihrer rechtzeitigen Auffindung wegen der langen Stillstandszeiten mit großen Ernteverlusten verbunden.

Die Systeme zur automatischen Kontrolle, die eine Weiterentwicklung intuitiver Mittel darstellen, gewährleisten die richtige Einschätzung des technischen Zustands des Aggregats innerhalb einer vorgegebenen Zeit, und durch die rechtzeitige Signalisierung des Fehlerorts des betreffenden Aggregats im technologischen Prozeß wird zur Verbesserung der Arbeitsqualität und zur Steigerung der Arbeitsproduktivität beigetragen. Im Ukrainischen Wissenschaftlichen Forschungsinstitut für Landmaschinenbau wurde das universelle System USAK-13 ausgearbeitet, das für die automatische Kontrolle von Drehzahlen, Lageveränderungen oder Bewegungsgeschwindigkeiten der Arbeitsorgane an Maschinen und für die optische und akustische Signalisierung von Störungen an einer der kontrollierten Einrichtungen mit Angabe der Störstelle vorgesehen ist. Dieses System ist ein elektronisches

System in staub- und spritzwassergeschützter sowie erschütterungsunempfindlicher Ausführung mit Dauerlichtsignal bei Fehlern und einer Umschalteinrichtung auf die Zahl der zu kontrollierenden Stellen. Es gewährleistet die Kontrolle der Funktionstüchtigkeit eines Aggregats an 13 Stellen gleichzeitig innerhalb des gesamten Bereichs der Bewegungsgeschwindigkeiten der Arbeitsorgane, die in Landmaschinen angewendet werden. In dem System werden kontaktlose Geber angewendet, die Möglichkeit der Einführung von Kontaktgebern ist vorgesehen. Falls es notwendig ist, kann einer der Kanäle des Systems für eine Verbindung zwischen dem Traktoristen und dem Bediener der Maschine verwendet werden, die am Traktor angekoppelt ist. Das System ist ohne Änderung der Grundkonzeption anwendbar für die Montage auf Drillmaschinen (z. B. Einzelkornsämaschinen 2 STSN-6A, SST-12, Maislegemaschinen SKNK-6 und SKNK-8), auf den Rübenblatterntemaschinen BM-6, auf verschiedenen Rüben- und Kartoffelerntemaschinen und auch auf anderen technischen Geräten. Dabei unterliegen nur die Verbindungskabel Veränderungen, aber die Geber, der Steuerblock und die Anzeigeeinheit (Indikator) können in der Reihenfolge der verschiedenen Feldarbeiten nacheinander auf Drill- und Pflanzmaschinen, Pflegemaschinen und Ernteaggregaten angewendet werden.

Die bei der Anlage USAK-13 angewendete Kontrollmethode ist die automatische Abfrage der Meßstellen.

Die Geber sind induktive Geber, die von der elektrischen Anlage des Aggregats mit einer Spannung von 12 V gespeist werden. Der Leistungsbedarf für die automatische Kontrolleinrichtung und die akustische Signalisierung liegt nicht höher als 20 W und 50 W. Gleichzeitig können 2 bis 13 Meßstellen kontrolliert werden, die