

stufe verwendet werden soll, sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Anforderungen an das Gesamt-Trennergebnis
- Trennergebnis der ersten Trennstufe
- gegenüber der ersten Trennstufe veränderte Gutstromzusammensetzung des Eingangsgemenges der zweiten Trennstufe
- mögliche Veränderung der Häufigkeitsverteilung von Merkmalswerten bestimmter Trennmerkmale.

#### 4. Zusammenfassung

Mehrstufige Trenneinrichtungen in Kartoffelerntemaschinen sind eine Möglichkeit, um die Trennergebnisse gegenwärtig eingesetzter mechanischer Trenneinrichtungen im Sinne der Verlustsenkung und Reduzierung des Beimengungsanteils im Erntegut zu verbessern. Im Beitrag werden theoretische Grundlagen sowie Möglichkeiten und Grenzen mehrstufiger Trenneinrichtungen dargestellt.

#### Literatur

- [1] Adermann, H.; Kühn, G.: Zur pneumatischen Beimengungstrennung bei der Kartoffelernte und -aufbereitung. Wissenschaftliche Beiträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Berlin 5 (1986) 3, S. 24-34.
- [2] Röhrs, F.: Trennung von Kartoffeln und Steinen auf einem Gummifingerband mit Bürstenwalze. Landtechnische Forschung, München 14 (1964) 4, S. 106-110.
- [3] Untersuchungen zum Trennen von Kluten und Kartoffeln RTL E686 (Ablenkprinzip). VEB Inge-

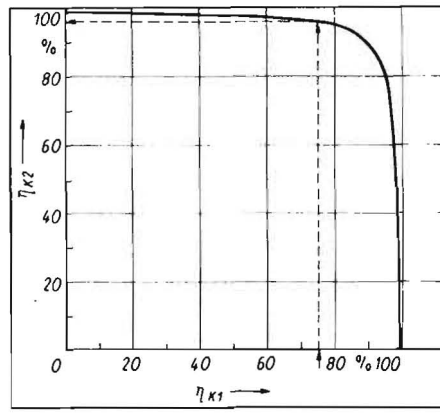


Bild 3. Abhängigkeit der Kartoffeltrenngüte der zweiten Trennstufe von der Kartoffeltrenngüte der ersten Trennstufe ( $\eta_{KG} = 99\%$ )

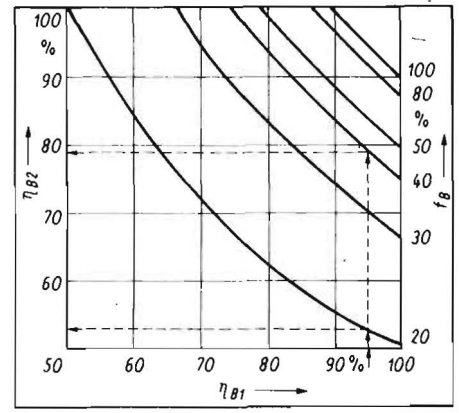


Bild 4. Abhängigkeit der Beimengungstrenngüte der zweiten Trennstufe von der Beimengungstrenngüte der ersten Trennstufe ( $\eta_{KG} = 99\%$ ,  $f_{BR} = 10\%$ )

nieurbetrieb für Landmaschinentechnik Leipzig, Bericht 1982.

- [4] Kricheldorf, A.; Vent, W.: Zur Konstruktion der einreihigen Kartoffelerntemaschine E689. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 3, S. 110-113.
- [5] Leberecht, P.; Hacker, A.: Ergebnisse und Hinweise zum Einsatz des neuen Rodetrennladers E686. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 8, S. 340-343.
- [6] Kasbohm, P.: Untersuchungen zur Auswahl geeigneter Kombinationen und Kopplungen physikalischer Wirkprinzipie für eine zweistufige Trenneinrichtung auf Kartoffelerntemaschinen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sek-

tion Mechanisierung der Pflanzenproduktion, Diplomarbeit 1986.

- [7] Specht, A.: Maschinen für das Legen und Ernten auf der DLG-Ausstellung in Frankfurt. Der Kartoffelbau, Gelsenkirchen-Buer 35 (1984) 7, S. 296-299.
- [8] Peters, R.: Verbesserte Trenneinrichtungen für Kartoffelsammelroder. Landtechnik, Lehrte 39 (1984) 9, S. 422-425.
- [9] Specht, A.: Maschinen für das Kartoffellegen und -ernten auf der AGRITECHNICA '85. Der Kartoffelbau, Gelsenkirchen-Buer 36 (1985) 12, S. 440-443.

A 4984

## Technologische Möglichkeiten zur rationellen Gestaltung des Erntesammeltransports von Kartoffeln

Dr. sc. H. Heimbürgel, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

In der Landwirtschaft der DDR werden rd. 40% der Kosten und der Arbeitskräfte sowie 58% des Dieselkraftstoffs [1] für Transport-, Umschlag- und Lagerarbeiten (TUL-Arbeiten) benötigt. Dabei stellen die TUL-Prozesse allgemein einen Schwerpunkt bei der rationellen und bodenschonenden Gestaltung der Produktion dar. Vielfältige Ansatzpunkte hierzu resultieren auch aus den Prozessen, die den TUL-Arbeiten vor- oder nachgelagert sind.

#### Derzeitiger Stand

Hohe Beimengungsanteile im Kartoffelerntegut bedeuten immer eine Verschlechterung der Transportökonomie und gleichzeitig eine entsprechend höhere Bodenbelastung. Hauptächlichste Ursachen für eine Effektivitätsminderung beim Transport sind:

- nicht ausreichende agronomische Disziplin bei der Bearbeitung der Kartoffelflächen und daraus resultierend höhere Klutenanteile
- Einsatz von Rodeladern auf dafür nicht geeigneten Standorten, was zwangsläufig zum höheren Beimengungsbesatz führt
- Ernte und Transport im ungünstigen Feuchtigkeits- und Temperaturbereich,

was auch zu einer höheren Beschädigungsempfindlichkeit der Kartoffeln führt

- zu große Fahrstrecken auf dem Feld bei der Zu- und Abfahrt zur bzw. von der Erntemaschine bis zum Feldrand
- zu große Transportentfernungen.

Außerdem ist generell festzustellen, daß mit den derzeitigt verfügbaren Transportmitteln - LKW W50, Anhänger HW 80.11 und HW 60.11 - Auflagedrücke zwischen 250 und 340 kPa und Radlasten zwischen 2 und 3 t verursacht werden, was eine viel zu hohe Bodenbelastung bedeutet. Darüber hinaus ist der Erntesammeltransport von Kartoffeln (vor allem beim Einsatz von Doppelzügen) mit viel zu großem Schlupf der Zugfahrzeuge und einer zu hohen Überrollhäufigkeit verbunden.

#### Spezifische Probleme der Bodenbelastung

Zur Quantifizierung der Schädwirkungen von Fahrzeugen auf den Boden wird in der DDR seit einigen Jahren interdisziplinäre Grundlagenforschung betrieben. Aus dem gegenwärtigen Erkenntnisstand kann bereits abgeleitet werden, daß

- die Radlast
- der Auflagedruck

- die Überrollhäufigkeit
- die über das Feld bewegten Gesamtmasse (dazu gehört auch die Eigenmasse der technischen Arbeitsmittel)

gravierenden Einfluß auf die Bodenschädigung haben.

In der DDR werden derzeit verschiedene technische Maßnahmen zur Verringerung des spezifischen Auflagedrucks realisiert (z. B. Zwillingsbereifung, Niederdruckbereifung). Forschung und Industrie stehen vor der Aufgabe, künftig nur solche neuen technischen Lösungen zu bringen, die einen spezifischen Auflagedruck von  $\leq 200$  kPa und später von  $< 150$  kPa bzw.  $< 80$  kPa aufweisen.

Unabhängig von bereits technisch realisierbaren bzw. gegenwärtig noch nicht umsetzbaren Maßnahmen zur Senkung der Bodenbelastung kann bereits jetzt von den Landwirtschaftsbetrieben über technologische Maßnahmen zu einer Senkung der Bodenbelastung beigetragen werden. Das betrifft besonders die über das Feld zu bewegendes Eigenmassen und die dabei gefahrenen Strecken.

In der Praxis werden gegenwärtig viel zu große Strecken vom Feldrand zur Erntema-

schine und von dort wieder bis zum Feldrand gefahren. Die Ursachen für Fahrstrecken von mehr als 3 km (hin und zurück jeweils 1,5 km) sind eine ungenügende Schlagerschließung (Zufahrten) und z. T. zu große Schlaglängen. Feldlängen von  $\leq 1000$  m, beiderseitige Zufahrten zum Schlag in Abständen von rd. 100 m vermindern die Entfernung vom Feldrand zur Erntemaschine für

Zu- und Abfahrtstrecken auf dem Feld theoretisch auf etwa 600 m. Dadurch ist – fast unabhängig von Transporteinheiten – eine Verringerung der Befahrintensität in tkm/ha erreichbar (Tafel 1).

Aus Tafel 1 wird auch deutlich, daß Doppelzüge ein günstigeres Eigenmasse-Nutzmasse-Verhältnis gegenüber Einfachzügen aufweisen. Aufgrund der hohen Lademas-

se der Doppelzüge ist aber während der Beladung neben der Erntemaschine eine relativ große Fahrstrecke erforderlich, die beispielsweise bei der Lademasse von 16 t, einem Ertrag von 320 dt/ha und zweireihiger Ernte 3,3 km beträgt.

Nachteilig ist weiterhin, daß Doppelzüge die höchste Bodenbelastung bezüglich der Summe von Fahrstrecken  $\times$  Gesamtmassen verursachen, weil die lange Beladestrecke auch durch bedeutend weniger Zufahrten je Hektar gegenüber kleineren Transporteinheiten nicht kompensiert werden kann.

Tafel 1. Befahrintensität beim Kartoffeltransport bei einem Ernteertrag von 320 dt/ha

Transporteinheit	Eigenmasse t	Lademasse t	tkm/ha während der Fahrt auf dem Feld						
			neben der Erntemaschine	Entfernung Feldrand – Erntemaschine			gesamt		
				1,5 km	1 km	0,5 km	1,5 km	1 km	0,5 km
MTS-50 + HW 80.11	5,64	6,00	57,00	138	91	46	194	148	104
ZT300 + HW 80.11	8,32	8,00	81,00	148	98	50	229	180	132
ZT300 + 2 HW 60.11	10,00	12,00	106,00	132	88	44	237	193	150
ZT303 + 2 HW 80.11	12,26	16,00	133,00	121	81	40	254	214	173

Tafel 2. Befahrintensität in Abhängigkeit von Beimengungsanteil und Transporteinheit

Transporteinheit	Beimengungsanteil %	tkm/ha bei Fahrt auf dem Feld, Entfernung Feldrand – Erntemaschine 1 km		befahrene Fläche in m <sup>2</sup> /ha Erntefläche, Entfernung Feldrand – Erntemaschine 1 km
		absolut	relativ	
MTS-50 + HW 60.11 (6 t)	0	148	100	17 300
	10	158	107	18 500
	50	194	131	22 700
	100	239	161	28 000
ZT 300 + HW 80.11 (8 t)	0	179	100	14 700
	10	188	105	15 400
	50	299	128	18 700
	100	277	155	22 700
ZT 300 + 2 HW 60.11 (12 t)	0	194	100	12 000
	10	203	105	12 500
	50	238	123	14 700
	100	282	145	17 300
ZT 303 + 2 HW 80.11 (16 t)	0	214	100	10 700
	10	222	104	11 000
	50	254	118	12 600
	100	295	138	14 700

Tafel 3. Transportdurchsatz beim Erntesammeltransport von Kartoffeln in t/h ( $T_{0a}$ )

Erntegut in t/ Transporteinheit (s. Tafel 2)	Transportentfernung in km								
	4			6			8		
	Transportleistung bei einem Beimengungsanteil von								
	10%	50%	100%	10%	50%	100%	10%	50%	100%
6	3,87	2,87	2,15	3,08	2,28	1,71	2,56	1,89	1,42
8	4,64	3,37	2,54	3,78	2,78	2,07	3,19	2,32	1,75
12	5,24	3,85	2,89	4,50	3,28	2,46	3,90	2,87	2,15
16	5,96	4,39	3,29	5,19	3,84	2,87	4,61	3,40	2,54

Tafel 4. Transportkosten beim Erntesammeltransport von Kartoffeln in M/t ( $T_{0a}$ )

Erntegut in t/ Transporteinheit (s. Tafel 2)	Transportentfernung in km								
	4			6			8		
	Transportkosten bei einem Beimengungsanteil von								
	10%	50%	100%	10%	50%	100%	10%	50%	100%
6	6,16	8,31	11,09	7,74	10,46	13,95	9,32	12,62	16,80
8	6,11	8,41	11,16	7,50	10,31	13,66	8,88	12,22	16,20
12	7,07	9,62	12,82	8,23	11,29	15,06	9,50	12,91	17,23
16	6,58	8,93	11,91	7,55	10,21	13,66	8,50	11,53	15,55

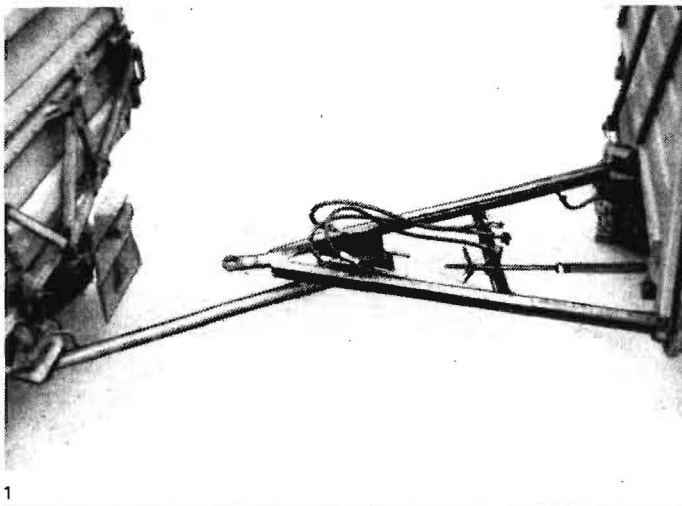
### Negative Auswirkungen von Beimengungen auf die Bodenbelastung

In Tafel 1 wurde unterstellt, daß die Lademasse je Transporteinheit gleich der Kartoffelmenge je Transporteinheit ist. Dies ist jedoch nur theoretisch der Fall. Deshalb werden zum Vergleich unterschiedliche Beimengungsanteile unterstellt, und zwar am Beispiel mit einem Ernteertrag von 320 dt/ha und zweiphasiger Ernte mit dem Rodetrennlader E686. Aus Tafel 2 wird der negative Einfluß von Beimengungen auf die Bodenbelastung sehr deutlich. Sowohl die während der Fahrt auf dem Feld bedingte Befahrintensität als auch die befahrene Fläche erhöhen sich fast proportional zum zunehmenden Beimengungsanteil, da wesentlich mehr Fahren je Hektar zum Transport des Ernteguts erforderlich werden. Vergrößern sich die Fahrstrecken vom Feldrand zur Erntemaschine, so werden die negativen Auswirkungen von Beimengungen auf die Bodenbelastung infolge größerer Gesamtmassen und Fahrstrecken noch erheblicher.

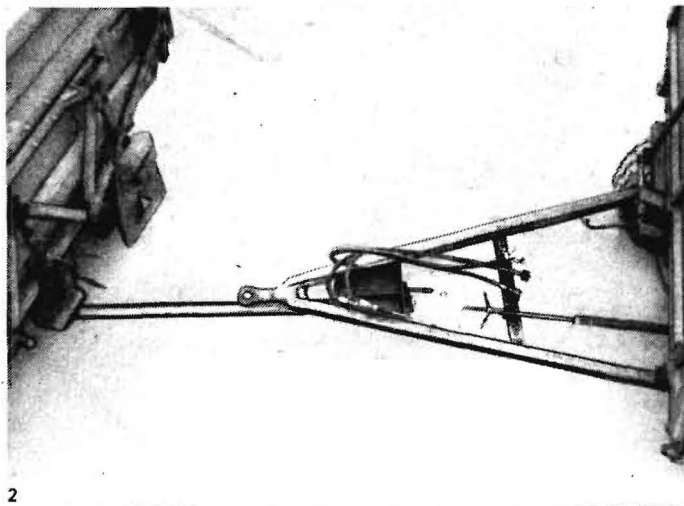
### Einige technologisch-organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung der Bodenbelastung

Als kurzfristig realisierbare Alternative zur derzeit hohen Bodenbelastung während der Kartoffelernte wird vor allem folgendes empfohlen:

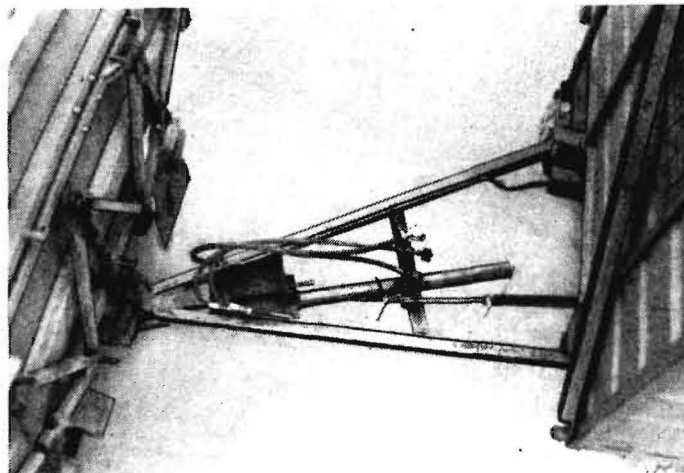
- Jeder Schlag sollte auf weitere Zufahrtsmöglichkeiten von beiden Seiten geprüft und damit ausgestattet werden.
- Im Rahmen der sich weiterentwickelnden territorialen Organisation der Produktion ist jede Möglichkeit zur Verkürzung der Feldlängen zu nutzen.
- Durch bessere agronomische Disziplin und moderne Anbau- und Produktionsverfahren ist der Beimengungsanteil drastisch zu reduzieren (z. B. Herbst-Dammvorformung, Beimengungsabscheidung auf dem Feld).
- Bei der Standortwahl für den Kartoffelanbau ist die Frage von Beimengungen (Steine) noch mehr als bisher zu berücksichtigen.
- Auf Böden mit guter Siebfähigkeit ist der dreireihige Rodelader E684 dem zweireihigen Rodetrennlader vorzuziehen, da er je Hektar eine um rd. 2220 m geringere Beladefahrstrecke der Transporteinheiten neben der Erntemaschine bedingt.
- Der Kartoffelsammeltransport im Parallelverfahren sollte weitgehend mit MTS-50/52 + HW 60.11 erfolgen. Auf Doppelzüge ist bei der Beladung auf dem Feld zu verzichten. Die Anhänger sind am Feldrand zu Doppelzügen zusammenzukoppeln. Ein geeignetes Hilfsmittel dazu ist die vom Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock entwickelte Ankuppelvorrichtung, wodurch ins-



1



2



3

- Bild 1.** Die Ankuppelvorrichtung besteht aus einem schwenk- und verschiebbaren Zugrohr, das in der Zuggabel des Anhängers montiert ist, und einer unterhalb der Anhängerkupplung montierten Hilfskupplung
- Bild 2.** Der Mechanisator muß mit dem ersten Anhänger so weit zurückfahren, bis das schwenk- und verschiebbare Zugrohr an die Hilfskupplung heranreicht. Durch Ankuppeln des Zugrohres an die Hilfskupplung und anschließende kurze Vorfahrt wird die Zuggabel genau in Richtung Anhängerkupplung gezogen
- Bild 3.** Das verschiebbare Zugrohr wird arretiert, so daß es nicht mehr schwenken kann. Danach wird zurückgestoßen, wobei die Zuggabel zwangsläufig von der Anhängerkupplung aufgenommen wird. Danach ist die Hilfskupplung zu lösen sowie Bremsschlauch und E-Kabel anzuschließen

gesamt unter Beachtung des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes in Einmannbedienung eine hohe Effektivität des Transports vom Feld zum Lager erzielt werden kann.

Mit der o. g. Ankuppelvorrichtung (Bilder 1 bis 3) wurden bisher überall dort gute Erfahrungen gesammelt, wo schwierige Fahrbedingungen auf dem Feld, schlechte Sicht (z. B. nachts) oder wenig geübte Mechanisatoren bei der Kartoffelernte oder bei der Futterernte anzutreffen waren [2]. Die Kopplung der Anhänger ist in Einmannarbeit in 1 bis 3 min zu bewältigen.

Neben dem negativen Einfluß der Beimengungen auf die Bodenbelastung wird durch sie auch die Transportökonomie verschlechtert (Tafel 3). Für die zweireihige Kartoffelernte mit dem E686 läßt sich daraus folgendes verallgemeinern:

- Mit zunehmenden Transportentfernungen und Beimengungsanteilen verringert sich der Transportdurchsatz drastisch.
- Zunehmende Lademassen je Transporteinheit können diese Leistungseinbuße auch bei gleichbleibender Transportentfernung nur unzureichend kompensieren.
- Bei einer Zunahme von Beimengungen von 10 auf 100% ist unabhängig von der Transportentfernung und der Lademasse je Transporteinheit eine Transportdurchsatzreduzierung von 55% zu verzeichnen.
- Mit zunehmenden Transportentfernungen erhöhen sich die Vorteile großer Transporteinheiten.

Der Einsatz dreireihiger Erntetechnik (E684) ermöglicht gegenüber den dargestellten Werten einen um etwa 20% größeren Transportdurchsatz in  $T_{08}$ . Dieser Effekt verkürzter Beladezeiten wird jedoch mit Transportent-

Tafel 5. Transportkosten in M/t ( $T_{08}$ ) bei Kopplung von Doppelzügen am Feldrand

Transportentfernung/ Beimengungsanteil in %	MTS-50 + HW 60.11 auf dem Feld/ ZT300 + 2 HW 60.11 auf der Straße	Normalverfahren relativ	ZT 300 + HW 80.11 auf dem Feld/ ZT 303 + 2 HW 80.11 auf der Straße	Normalverfahren relativ
<b>4 km</b>				
10	7,23	98	6,63	99
50	9,81	98	9,06	99
100	13,08	98	12,06	99
<b>6 km</b>				
10	8,32	99	7,49	100
50	11,29	100	10,22	100
100	15,06	100	13,62	100
<b>8 km</b>				
10	9,41	101	8,36	101
50	12,79	101	11,40	101
100	17,05	101	15,18	102

fernungen > 6 km immer geringer (also kleiner als 20%).

Die Transportkosten (Tafel 4) resultieren bekanntlich aus der erzielten Leistung (Durchsatz) und den Maschineneinsatzkosten je Einsatzstunde in  $T_{08}$ . Aus diesem Grund hat die relativ kostengünstige Transporteinheit „MTS-50 + HW 60.11“ im kurzen Entfernungsbereich von 4 km Vorteile gegenüber den dargestellten Doppelzügen aufzuweisen. Festzustellen ist jedoch auch, daß kostenmäßig mit 12 t und 16 t je Transporteinheit keine gravierenden Vorteile bei der Ernte mit E686 gegenüber MTS-50 + HW 60.11 erzielbar sind. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Beladezeit beim geringen Durchsatz von 20 t/h viel zu groß ist und damit die Vorteile großer Lademassen überhaupt erst bei einer Transportentfernung ab 8 km einen lohnenden Effektivitätszuwachs erwarten lassen.

Der Kostenanstieg beträgt unabhängig von der Lademasse je Transporteinheit und der Transportentfernung etwa 80% im Vergleich der Beimengungsanteile von 100% und 10%.

Die Auswirkungen von unterschiedlich großen Lademassen und Beimengungen auf die Befahrintensität und auf die Effektivität lassen mit Nachdruck die Frage aufkommen, welchen Nutzen eine Kombination von kleinen und leichten Transporteinheiten auf dem Feld mit großen Transporteinheiten auf der Straße hat, zumal die technische Lösung in Form der Ankuppelvorrichtung ebenfalls vorhanden ist.

Entsprechend den Werten von Tafel 5 kann bestätigt werden, daß die Kombinationen von Einfachzügen zu Doppelzügen keine hö-

Fortsetzung auf Seite 348

# Analyse wesentlicher Einflußgrößen auf die mechanische Beanspruchung der Kartoffeln und Beurteilung der Beanspruchungsverhältnisse in Mechanisierungsmitteln bei der Ernte und Aufbereitung

Dr. agr. Dipl.-Ing. R. Habelt, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Problemstellung

Kartoffel sind unter Produktionsbedingungen bei der Ernte und Aufbereitung mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Zunehmende Maschinenleistungen, verbunden mit höheren Operationsgeschwindigkeiten, der Funktionselemente, wachsenden Förderstrecken, Fallstufen und Transportwegen sowie mit zunehmenden Kräften, die auf das Gut wirken, haben dazu geführt, daß in der Tendenz die Erntegutbelastungen gewachsen sind [1].

Außere und innere Beschädigungen sind Folgen dieser mechanischen Beanspruchungen und können zu erhöhten Verlusten führen. Ein hoher Anteil beschädigter Kartoffeln setzt den Gebrauchswert von Speise-, Pflanz- und Industriekartoffeln herab, die Sortier- und Schälabfälle sowie die Verluste und die Anforderungen an die Aufbereitung steigen. Eine konsequent auf die Verringerung der mechanischen Beanspruchung orientierte technologische Gestaltung von Verfahrensabschnitten und diesbezüglich konzipierte Mechanisierungsmittel sind deshalb notwendig.

Das Ziel sowohl der Züchtung als auch der Mechanisierungsforschung besteht darin, durch geeignete Maßnahmen, wie Bereitstellung von Kartoffelsorten für die industriemäßige Produktion, den Beschädigungsgrad bzw. durch entsprechende Mechanisierungsmittel die mechanische Beanspruchung zu senken. Dazu sind Mechanisierungsmittel bereitzustellen, in denen das Erntegut möglichst geringen mechanischen Beanspruchungen unterliegt. Die genaue Kenntnis der Zusammenhänge und der Ursachen, die zur Beschädigung führen, ist dafür Voraussetzung.

Fortsetzung von Seite 347

heren Verfahrenskosten verursachen als der Direkttransport vom Feld zum Lager. Dieses Problem muß in der Praxis weiter untersucht werden, um konkrete Hinweise für die zweckmäßigste Anwendung neuer Verfahren des Kartoffeltransports geben zu können.

## Literatur

- [1] Ehlich, M.; Huhn, W.: Der Transportaufwand der Landwirtschaft der DDR und Schwerpunkte für seine Verringerung. DDR-Verkehr, Berlin 18 (1985) 1, S. 8–11.
- [2] Zschieschang, B.: Bericht über den Praxisentwurf 1986 der Ankuppelvorrichtung AKV 1. Institut für Energie- und Transportforschung Meiblen/Rostock, 1981 (unveröffentlicht).

A 4974

## 2. Bewertung der Arbeitsqualität von Mechanisierungsmitteln und Verfahrensabschnitten

Die Bewertung von Mechanisierungsmitteln bzw. Verfahrensabschnitten im Hinblick auf Qualitäts- und Gebrauchswertminderung der Kartoffeln geht gegenwärtig von den sichtbaren Beschädigungen aus. Daraus abgeleitete Grenzwerte für zulässige mechanisierungsmittelbedingte Beschädigungen sind Bestandteil der Agrotechnischen Forderungen (ATF) an Mechanisierungsmittel bzw. Verfahrensabschnitte und damit Richtwerte für Neuentwicklungen. Die Bewertung der Arbeitsqualität von Mechanisierungsmitteln anhand des Beschädigungswertes weist einen prinzipiellen Mangel auf. In den Beschädigungen widerspiegeln sich sowohl die Beschädigungsursachen – mechanische Beanspruchung – als auch die Beschädigungsempfindlichkeit der Kartoffeln, d. h. biologische Eigenschaften. Ob und in welcher Größe Beschädigungen auftreten, hängt u. a. von der Gestaltung der Wirkpaarung Arbeitsorgan–Kartoffel, von der Anzahl der Wirkpaarungen, von den Beimengungen sowie von den biologischen Eigenschaften der Kartoffeln ab (Tafel 1). Aus Beschädigungen abgeleitete Aussagen über Mechanisierungsmittel beziehen demzufolge immer Eigenschaften der Kartoffeln mit ein. Ein weiteres Problem besteht darin, daß international die Bestimmung und Klassifizierung von Beschädigungen unterschiedlich gehandhabt wird. Eine vergleichende Bewertung oder gemeinsame Nutzung von Ergebnissen wird dadurch erschwert.

Deshalb wird der Einsatz von Meßverfahren angestrebt, die objektiv und möglichst unabhängig von den Eigenschaften des biologischen Produkts eine Bewertung und Kennzeichnung der in Mechanisierungsmitteln auftretenden mechanischen Beanspruchungen ermöglichen.

Mit dem im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim entwickelten Modell-Meßkörper (telemetrisches Meßverfahren) ist eine Kennzeichnung und Bewertung der von Mechanisierungsmitteln ausgehenden mechanischen Beanspruchungen möglich. Dabei können sowohl Einzelbeanspruchungen als auch im Komplex wirkende mechanische Beanspruchungen erfaßt werden. Weiterhin ist es möglich, Aussagen zum Entstehungsort von Beanspruchungen, über ihre Intensität und Anzahl, über die Einwirkdauer und über die Verweilzeit der Kartoffeln im Mechanisierungsmittel zu treffen. Dazu wurden entsprechende Kenngrößen, wie mittlere Stoßzahl  $\bar{z}$ , mittlere maximale Stoßkraft  $\bar{F}_{E\max}$  und mittlerer Beanspruchungskennwert  $\bar{BKW}$ , abgeleitet (Bild 1):

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m z_{ij} \quad (1)$$

Tafel 1. Einflußfaktoren auf die Kartoffelbeschädigung

Beschädigungsempfindlichkeit	mechanische Beanspruchung
Sorte	technische Parameter
Standort	kinetische Energie
Reifegrad	Unterlagenelastizität
Düngung	Krümmungsradius des
Kartoffeltemperatur	Gegenkörpers
Bodenfeuchte	Maschineneinstellparameter
Bodentemperatur	Einsatzbedingungen
	Steinanteil
	Bodenart
	Durchsatz

$$\bar{F}_{E\max} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_{E\max j} \quad (2)$$

$$\bar{BKW} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m z_{ij} F_{Ei} \quad (3)$$

Die im weiteren dargestellten Ergebnisse beruhen auf Messungen mit dem telemetrischen Meßverfahren. Anhand experimenteller Untersuchungen wurde unter Labor- und Praxisbedingungen an Übergabestellen, auf aktiven Arbeitselementen und in Mechanisierungsmitteln der Einfluß von technischen Parametern sowie von Einsatz- und Betriebsbedingungen auf die Beanspruchungskenngrößen Stoßzahl, Verweilzeit und Intensität der Stoßkraft bestimmt.

## 3. Ergebnisse

Bei den Untersuchungen wurde vom gegenwärtigen Stand der Technik bei der Ernte und Aufbereitung ausgegangen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt anhand einiger ausgewählter Probleme.

### 3.1. Übergabestellen

Im Verfahrensabschnitt „Ernte – Aufbereitung“ sind je nach technologischer Gestaltung bis zu 20 Übergabestellen vorhanden. Die Fallstufenhöhen liegen im Bereich von 300 bis 2000 mm, wobei Fallstufenhöhen von 400 bis 600 mm überwiegen. Besondere Schwerpunkte sind die Annahme der Kartoffeln und die Zwischenspeicher.

Die an Übergabestellen auftretende maximale Stoßkraft (Bild 2) wird vor allem durch die kinetische Energie (resultierend aus der Fördergeschwindigkeit des abgebenden Arbeitselements und der Fallgeschwindigkeit), die Unterlagenelastizität und den Aufprallwinkel beeinflusst. Die Beanspruchungshäufigkeit wird dagegen durch die Verweilzeit des Gutes im Übergabebereich bestimmt. Eine Fallstufe mit besonders hohen Kartoffelbeanspruchungen ist die Übergabe der Kartoffeln vom Transportfahrzeug in die Annahmeeinrichtung. Die durch das technische Prinzip und die Aufstellung (Bild 3) – stationär an Rampen oder mobil ebenerdig – bedingte Fallhöhe  $h$  ist die Hauptursache für die