

- Beschickungsgang
- 6 Lagersektionen
- Lüfter- und Kontrollgang.

Als Verlängerung des Kontrollgangs wurden an einer Seite des Normallagers die Elektroräume als Anbau zugeordnet. Die Konstruktion des Lagers besteht aus in Hülsenfundamenten gegründeten Stahlbetonstützen, Holzklebebindern mit einem Achsabstand von 6000 mm, einer Stützweite von 24000 mm und einer Dachneigung von 25 %.

Die Außenwände werden aus Gasbetonwandplatten montiert. Die Dacheindeckung erfolgt mit Asbestzementwelltafeln. Die räumliche Trennung der Lagerfläche in die Sektionen wird durch Trennwände aus Planschichtstoff erreicht. Der Fußboden im Beschickungsgang und in den Sektionen wurde so bemessen, daß der Fahrbetrieb mit Gabelstaplern und LKW W 50 möglich ist. Der größte Teil des Fußbodens in den Sektionen wird mit Spaltenbodenelementen und Stahlbeton-Abdeckelementen, die den oberen Abschluß der Unterflurkanäle bilden, abgedeckt. Das Normallager hat folgende Abmessungen:

- Systemlänge 48 000 mm
- Systembreite 72 000 mm
- bebaute Fläche 3 500 m²
- Traufhöhe rd. 7 000 mm
- Firsthöhe rd. 10 000 mm.

5.2. Annahmegebäude

Das Annahmegebäude (Bild 4) ist ein allseitig offener Bau. Die Konstruktion besteht aus

Stahlbetonstützen in Hülsenfundamenten. Die Dachkonstruktion bilden Holznagelbinder mit einer Spannweite von 18 000 mm bei einem Stützenabstand von 4 500 mm.

Aus technologischen Gründen wurde die Fahrbahnoberkante der Rampe auf eine Höhe von 1 500 mm festgelegt. Die Fahrbahn wird von einer 300 mm dicken Stahlbetonplatte gebildet, die auf gemauerten Seitenwänden aufliegt. Die Seitenwände sind durch quer angeordnete Trennwände ausgesteift. Das Annahmegebäude hat folgende Abmessungen:

- Systemlänge 36 000 mm
- Systembreite 18 000 mm
- bebaute Fläche 648 m²
- Traufhöhe rd. 7 000 mm
- Firsthöhe rd. 9 000 mm.

5.3. Aufbereitungsgebäude

Das Aufbereitungsgebäude (Bild 4) ist eine 1schiffige Halle mit Holzklebebindern in einem Achsabstand von 6000 mm und einer Stützweite von 24 000 mm.

Die Außen- und Innenwände werden teilweise aus Gasbetonwandplatten montiert und teilweise aus Mauerwerk hergestellt. Die Angaben zu den Stützen, zur Dachkonstruktion und zur Dacheindeckung stimmen mit denen für das Normallager überein. Das Aufbereitungsgebäude gliedert sich in zwei Hauptbereiche (Abpacken/Absacken, Schälen). Beiden Bereichen sind Funktions- und Sozialräume zugeordnet (Toiletten, Meisterraum, Wartungs- und Pflegeraum, Elektroraum, Wartenraum,

Expeditionskühlraum u.a.). Das Aufbereitungsgebäude hat folgende Abmessungen:

- Systemlänge 57 000 mm
- Systembreite 24 000 mm
- bebaute Fläche 1 370 m²
- Traufhöhe rd. 7 000 mm
- Firsthöhe rd. 10 000 mm.

6. Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über das in der Bearbeitung befindliche Wiederverwendungsprojekt einer 8-kt-Speisekartoffel-ALV-Anlage mit einer Gesamtlagerkapazität von 11 kt und einem jährlichen Speisekartoffeldurchsatz von 16 kt.

Der bautechnische und technologische Aufbau der ALV-Anlage wird ausführlich dargestellt. Mit der Erarbeitung und Realisierung des Projekts, das die neuesten praktischen und wissenschaftlichen Erkenntnisse widerspiegelt, soll ein weiterer Beitrag geleistet werden, die Bevölkerung auch in kleineren Produktions- und Versorgungsgebieten kontinuierlich und in hoher Qualität mit Speisekartoffeln zu versorgen.

Literatur

- [1] Pinske, V.; Stiegemann, J.; Bittner, K.: Projektinformation zur 16-kt-Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlage für Speisekartoffeln. agrartechnik 27 (1977) H. 4, S. 176—178.

A 3014

Mechanisierung der Entnahme von Kartoffeln aus Sektionslagern

Dipl.-Ing. A. Kögler, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion

1. Problemstellung

Die Aufbereitungs-, Lagerungs- und Vermarktungsanlagen (ALV-Anlagen) der DDR decken z. Z. zu 60 % den Speisekartoffelbedarf der Bevölkerung (ein jährlicher Prokopfverbrauch von 138 kg unterstellt). Dabei entspricht die Qualität der angebotenen Marktware nicht immer den Anforderungen (TGL 7776). Vor allem durch die zum Einsatz kommenden Maschinen und Geräte zur Entnahme der Kartoffeln aus den Sektionen werden Kartoffelbeschädigungen verursacht. Die zulässige Zunahme des Gesamtbeschädigungswertes (Massenanteil) von $\leq 3\%$ für alle Verfahrensteilabschnitte von der Entnahme bis zur Vermarktung der Kartoffeln [1] wird oft schon allein durch die Entnahme der Kartoffeln erreicht. Neben der hohen Beschädigungswirkung arbeiten die zum Einsatz kommenden mobilen Flurförderer in einem energetisch ungünstigen Bereich. Die mit diesen Arbeitsmitteln erreichbare Förderleistung entspricht nicht ihrem Leistungsvermögen, da ein Anpassen des Aufnahmeelements an die geringe Schüttdichte des Fördergutes Kartoffel von etwa 750 kg/m³ durch den Anwender nicht vorgenommen werden kann.

2. Analyse des Ist-Standes

Zur Entnahme von Kartoffeln aus Sektionen kommen diskontinuierlich und kontinuierlich arbeitende Arbeitsmittel zum Einsatz. Diskontinuierlich arbeiten:

Tafel 1. Mechanisierungsmittel zur Entnahme von Kartoffeln aus Sektionen (Auswahl)

Mechanisierungsmittel	Entnahmeleistung in T ₀₂ t/h	Beschädigungswert (Massenanteil) %	Verlust (Massenanteil) %	installierte Leistung kW	AK-Bedarf	mittlere Lademasse kg
Gabelstapler mit hydr. Kippschaufel [6]	45,6	3,3	—	33,0	1	600
Gabelstapler mit hydr. Kippschaufel [7]	43,0	2,0	1,0	33,0	1	575
GT 124 mit T 150 [7]	14,5	2,8	—	18,4	1	264
MZL I-K [8]	30,0	3,2	0,3	7,2	1	—
Kartoffelentnahmemaschine Jansen & Henning Typ 40 [9]	45,0	—	—	4,0	1	—
Entnahmemaschine (Neuererlösung) [7]	36,0	0,1	0,5 ¹⁾	5,3	1	—

1) geschätzt

- Gabelstapler mit Kippschaufel (hydraulisch, mechanisch)
 - Front- und Schaufellader mit speziellen Hackfrucht-ladeschaufeln [2, 3, 4].
- Kontinuierlich arbeiten folgende Entnahmelösungen:
- spezielle Entnahmemaschinen mit aktiven oder passiven Aufnahmewerkzeugen [5]
 - hydraulische Entnahmeeinrichtungen.
- In den ALV-Anlagen der DDR werden vor allem Gabelstapler mit hydraulischer Kippschaufel und im Ausland spezielle Entnahmemaschinen eingesetzt (Tafel 1).

2.1. Gabelstapler DFG 2002 mit hydraulischer Kippschaufel

In den meisten ALV-Anlagen kommt der Gabelstapler DFG 2002 mit hydraulischer Kippschaufel (0,8 m³) zum Einsatz. Mit diesem Flurförderer werden die Kartoffeln diskontinuierlich aus den Sektionen entnommen. Vor der nachfolgenden kontinuierlich arbeitenden Aufbereitungs- und Vermarktungslinie ist ein entsprechender Speicher mit Dosierelement vorzusehen, um die schwankende Förderleistung des Gabelstaplers in Abhängigkeit von der Länge des Fahrwegs während der Entleerung

Tafel 2. Technologische Ausgangsdaten für die Arbeitsart „Entnehmen von Kartoffeln aus Sektionslagern“ (Grundlage: 16 kt abpack- und schälfähige Ware im Jahr)

Maschine	Anzahl		Einsatzdauer h/a	Nutzungsdauer a	Arbeitsplätze AK	Abschreibung M	Instandhaltungskosten M	Sonstiges und Versicherung M	Energiekosten M	Maschinenkosten M	Maschinen-lebendige Arbeit M	Kosten gesamt M	Verfahrenskosten M/t
	St.	M											
DFG 2002 +0,8 m ³ AS 1	51 000	1 800	10	1	1	5 100	6 630	823	10 800	23 353	9 450	32 803	2,05
MZL I-K + 2 TF 8/15	1	43 400	1 800	10	1	4 340	4 340	201	1 932	10 813	9 450	20 263	1,27
Entnahmemaschine ¹⁾ +2 TF 8/15	1	36 400 ²⁾	1 800	10	1	3 640	3 640	117	1 274	8 671	9 450	18 121	1,13
hydraul. Entnahmemaschine	1	207 000 ²⁾	1 800	6/50	1	7 920	8 820	176	3 699	20 615	9 450	30 065	1,88

1) Neuererlösung
2) z. T. kalkuliert

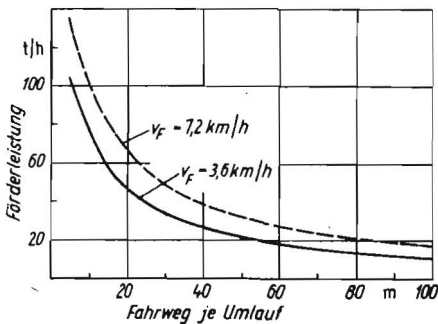


Bild 1. Förderleistung des Gabelstaplers DFG 2002 mit 0,8-m³-Kippschaufel in Abhängigkeit von Fahrtstrecke und Fahrgeschwindigkeit

der Sektion (Bild 1) auszugleichen. Zumeist wird in den ALV-Anlagen dazu ein Annahmeförderer T 237 installiert.

Der Flurförderer erfüllt auch unter extremen Bedingungen (z. B. hoher Keim-, Beimengungs- und Fäuleanteil) seine Funktion, die Förderleistung sinkt nur minimal ab.

Die hydraulische Kippschaufel verursacht vor allem mit ihren Seitenkanten erhebliche Kartoffelbeschädigungen [6]. Dabei überwiegen die starken Beschädigungen (Schnitt- und Quetschbeschädigungen) [7]. Die entstehenden Streu- und Überfahrverluste sind gegenüber anderen Arbeitsmitteln sehr hoch [7]. Der hohe spezifische Energiebedarf (DK-Verbrauch), der u. a. auf die infolge der geringen Lademasse nur ungenügende Inanspruchnahme der installierten Motorleistung zurückzuführen ist, verursacht hohe Verfahrenskosten (Tafel 2).

Für den Mechanisator ergeben sich infolge der hohen Abgaskonzentration, der z. T. hohen Staubbelastung und durch die vorhandenen ergonomischen Bedingungen (schlechte Sicht und Körperhaltung bei Rückwärtsfahrt) ungünstige Arbeitsbedingungen.

2.2. Entnahmemaschinen

2.2.1. Mehrzwecklader MZL I-K

Der Mehrzwecklader MZL I-K arbeitet kontinuierlich, seine Aufnahmewerkzeuge wurden für den Einsatz in ALV-Anlagen modifiziert (Bild 2). Der Antrieb der aktiven Aufnahmewerkzeuge, der Hydraulikanlage und der Gurtbänder sowie der Fahrtrieb erfolgen mit Hilfe von Elektromotoren.

Die gegenläufig rotierenden aktiven Aufnahmewerkzeuge verursachen hohe Kartoffelbeschädigungen [8]. Der Beschädigungswert hängt vor allem vom Grad der Verfestigung des Stapels als Folge der Lagerdauer, des Beimengungsanteils und des Zustands der Kartoffeln (Keime, Fäule) ab. Durch diese Einflüsse wird ein kontinuierliches Nachfließen der Kartoffeln aus der Schüttung zum Arbeitsbereich der rotierenden Aufnahme z. T. unmöglich. Die aktiven Arbeitswerkzeuge müssen den Stapel unterfahren, um die Kartoffeln zu lösen. Bei derartigen Entnahmebedingungen vermindert sich die Förderleistung, und es tritt erheblicher Schlupf an den Antriebsrädern (bis 100%) auf. Eine kontinuierliche Entnahme ist nicht mehr realisierbar.

Um die stoßartigen Belastungsänderungen abzubauen und eine kontinuierliche Beschickung der nachfolgenden Aufbereitungslinie zu sichern, werden technologische Puffer in der

Förderstrecke notwendig. In der Praxis werden vielfach zusätzliche Arbeitskräfte zum Lösen der Kartoffeln aus dem Stapel eingesetzt, damit eine kontinuierliche Entnahme mit dem MZL I-K erreicht wird.

2.2.2. Kartoffelentnahmemaschinen

International haben sich in den letzten Jahren kontinuierlich arbeitende ortsfeste oder selbstfahrende Kartoffelentnahmemaschinen durchgesetzt. Sie werden zur Entnahme von Kartoffeln, aber auch von Zwiebeln, Knollensellerie, Möhren und Getreide aus Schüttungen eingesetzt. Die Lager müssen mit einem festen Lagerboden (Beton o. ä.) ausgerüstet sein.

Ortsfeste Kartoffelentnahmemaschinen

Die ortsfesten Kartoffelentnahmemaschinen bestehen aus einem Teleskopförderer mit Aufnahmeschar, der mit einem Rahmen fest mit dem Lagerboden verankert ist [10]. Entsprechende Verankerungen müssen je nach dem Arbeitsbereich des Teleskopförderers im Lagerboden vorhanden sein. Das Umsetzen der Maschine ist sehr zeit- und arbeitskraftaufwendig [11], da entsprechende Hilfsmechanismen meist nicht vorhanden sind. Die mittlere Förderleistung beträgt etwa 15 t/h [11]. Der Antrieb des Teleskopförderers erfolgt mit Hilfe eines Elektromotors.

Selbstfahrende Kartoffelentnahmemaschinen

Selbstfahrende Kartoffelentnahmemaschinen bestehen aus zwei Hauptbaugruppen: Entnahmeförderer und Teleskopförderer. Das am Entnahmeförderer angeordnete Aufnahmeschar unterfährt den Kartoffelstapel während der Entnahme. Beide Baugruppen sind zuein-



Bild 2
Mehrzwecklader
MZL I-K



Bild 3
Entnahmemaschine
(Neuererlösung)

Tafel 3. Technische Daten der Entnahmemaschine (Neuererlösung)

installierte Leistung	5,3 kW
Fahrantrieb	3,0 kW
Trommelmotor (2 Stück)	0,8 kW/1,5 kW
Leermasse	730 kg
Bandbreite	400 mm
Steigungswinkel des Aufnahmeschars	30°
Baubreite des Aufnahmeschars	500 mm
Bandgeschwindigkeit	0,84 m/s
Steigungswinkel des Gurtbandförderers	17°
mittlere Entnahmelistung in T ₀₂	36 t/h
maximale Entnahmelistung in T ₀₂	45 t/h
AK-Bedarf	1
Beschädigungswert (Massenanteil)	0,1 %
geschätzte Verluste (Massenanteil)	0,5 %

ander schwenkbar gelagert, um einen großen Arbeitsbereich der Maschine zu gewährleisten und den Handarbeitsaufwand zu minimieren [10]. Die Förderleistung beträgt je nach Konstruktion 20 bis 70 t/h [11]. Die Steuerung aller Maschinenfunktionen kann vom Fahrersitz aus oder über ein Fernbedienpult vorgenommen werden. Der Antrieb aller Aggregate erfolgt mit Hilfe von Elektromotoren. Einige Hersteller bevorzugen einen hydrostatischen Fahrantrieb. Zur Übertragung der Antriebskraft werden PKW-Reifen mit Normalprofil eingesetzt. Um den Schlupf gering zu halten, kommen auch Reifen mit grobstolligem Spezialprofil (M+S) oder Spikes zum Einsatz [10]. Damit wird auch die Funktion erfüllt, wenn der Kartoffelstapel verfestigt ist oder die Kartoffeln Keime getrieben haben. Durch Einzelradantrieb und -steuerung wird eine hohe Manövrierfähigkeit erreicht. Der Aufnahmeteil ist verkleidet, damit keine Kartoffeln unter das Aufnahmeschar rollen.

Vom internationalen Stand ausgehend, wurde von einem betrieblichen Neuererkollektiv eine kontinuierlich arbeitende selbstfahrende Entnahmemaschine (Bild 3) konzipiert und gebaut. Bei der Erprobung ergaben sich günstige Leistungsparameter (Tafel 3) [7]. Zur Sicherung einer kontinuierlichen Beschickung der nachfolgenden Aufbereitungslinie bei ungünstigen Einsatzbedingungen und bei Rückwärtsfahrt der Maschine, die eine fast völlige Unterbre-

chung des Förderstroms zur Folge hat, sind kleine technologische Puffer in die Förderstrecke einzuordnen.

2.3. Hydraulische Entnahmeeinrichtungen

Hydraulische Entnahmeeinrichtungen lösen die Kartoffelschüttung in der Sektion mit Hilfe eines Wasserstrahls auf und leiten den Abtransport der Kartoffeln ein. Hauptbestandteile einer solchen Anlage sind das Schwemmkanalnetz (ober- oder unterflur), Wasseraufbereitungsanlage und -vorratsbecken sowie Pumpstation. Zur Aufbereitung der entnommenen Kartoffeln ist es möglich, verschiedene Aufbereitungsmaschinen (Waschmaschinen, hydraulische Sortieranlagen) in die Förderstrecke einzugliedern.

Hydraulische Entnahmeeinrichtungen sind in den ALV-Anlagen der DDR noch nicht vorhanden. Aufgrund der schonenden Entnahme, der Haftschmutzmindeung und der Möglichkeit einer Automatisierung des Entnahmeprozesses können solche Einrichtungen für geplante Neubauten ≥ 16 kt von Interesse sein [12]. Es wird zwischen stationären und mobilen hydraulischen Entnahmeeinrichtungen unterschieden. Die mobilen hydraulischen Entnahmeeinrichtungen werden aufgrund geringerer Kosten, geringeren Bauaufwands und ihrer leichteren Wartung Bedeutung erlangen. Dabei können zwei Arbeitsprinzipie unterschieden werden:

- Entnahme der Kartoffeln durch abschnittsweise Aufdecken des Unterflurkanals, der vom Sektionsende mit Wasser (Hinterwasser) beschickt wird; erforderlichenfalls Lösen der Kartoffeln durch einen gerichteten Wasserstrahl
- Lösen und Transport der Kartoffeln aus dem Stapel in einen Unterflurkanal mit Hilfe eines Wasserstrahls
Hierbei können zwei Arbeitstechniken zur Anwendung kommen:
 - Der Wasserstrahl ist gegen die Stapelfront, entgegen der Förderrichtung der Kartoffeln, gerichtet. Zum Abtransport der Kartoffeln wird er umgelenkt, so daß die Energie des Strahls nur teilweise zum Transport genutzt wird.
 - Der Wasserstrahl ist in Förderrichtung der Kartoffeln fixiert und greift vorrangig

im oberen Drittel der Stapelfront an. Damit wird ein kontinuierliches Lösen und Transportieren der Kartoffeln zum Unterflurkanal erreicht. Mit dieser Arbeitstechnik wurden praxisnahe Versuche durchgeführt [12, 13].

3. Vergleich der Arbeitsmittel

Für die Kalkulation der Verfahrenskosten (Tafel 2) wurden folgende Ausgangsdaten gewählt:

- Abschreibungssatz (vom IAP): 16% Naßaufbereitung; 10% Trockenaufbereitung bis 2,5% Bauanteil
- Versicherung (vom IAP): 0,17%
- Instandhaltung: 100% der Abschreibung
- Elektroenergie: 0,15 M/kWh
- Dieselmotorkraftstoff: 1,50 M/l
- Frischwasser: 0,45 M/m³
- Abwasser: 3,70 M/m³ (für Speicherung und Abfuhr)
- Kosten für lebendige Arbeit (Mechanismen LG IV): 5,25 M/h
- absack- und schälähfähige Ware: 16 kt/a
- Einsatzzeit im Jahr:
 - Entnahme T₀₈ 1800 h
 - T₀₅ 1370 h
- Beimengungsanteil (Massenanteil) 3%
- DK-Verbrauch des Gabelstaplers in T₀₅: 5,31/h
- Durchsatz während der Entnahme in T₁ (kalkuliert): 20 t/h.

Um eine Einschätzung der untersuchten technischen Arbeitsmittel vornehmen zu können, wurde ein Variantenvergleich durchgeführt. Die Kriterien zur Beurteilung der Arbeitsmittel in der Arbeitsart „Entnehmen“ sind in Tafel 4 zusammengefaßt [12].

In Auswertung des Variantenvergleichs wurde folgendes Ergebnis erreicht [12]:

- Platz 1: Entnahmemaschine (Neuererlösung)
- Platz 2: Mobile hydraulische Entnahmeeinrichtung
- Platz 3: Mehrzwecklader MZL I-K
- Platz 4: Gabelstapler DFG 2002 mit hydraulischer Kippschaufel.

Damit kann eine Aussage über eine künftige technologische Gestaltung der Arbeitsart getroffen werden. Bei Rekonstruktionen bzw. beim Bau von Rationalisierungslösungen kann die Auswahl der Arbeitsmittel zugunsten der Lösung „Entnahmemaschine“ getroffen werden.

Der Einsatz einer Kartoffelentnahmemaschine verursacht nur 50% der Verfahrenskosten im Vergleich zum Gabelstapler DFG 2002 mit hydraulischer Kippschaufel. Durch die Entnahmemaschine wird außerdem eine nahezu beschadigungslose Entnahme und eine Verringerung der Beanspruchung der Kartoffeln auf der Förderstrecke gewährleistet.

Dosierelemente und größere technologische Puffer können entfallen.

Für die Gestaltung des Gabelstaplereinsatzes, der in der Mehrzahl der ALV-Anlagen z. Z. dominiert, kann folgendes abgeleitet werden:

- Verbesserung der Tragkraftauslastung durch Vergrößerung des Schaufelvolumens
- Senkung der Beschädigung durch Neugestaltung der Schaufelkanten
- Abstimmung der Förderleistung mit der Leistung der nachgeordneten Aufbereitungslinie.

4. Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über technische Arbeitsmittel zum Entnehmen von Kartoffeln aus Sektionslagern. Neben der Charakterisierung der einzelnen Arbeitsmittel

Tafel 4. Ausgangsdaten zum Variantenvergleich innerhalb der Arbeitsart „Entnehmen“

lfd. Nr.	Bewertungskriterium		Mechanisierungsmittel		Entnahmemaschine ¹⁾ + 2 TF 8/15	hydraulische Entnahmemaschine
			DFG 2002 + 0,8 m ³ AS	MZL I-K + 2 TF 8/15		
1	Beschädigungswert (Massenanteil)	%	2...3,3	2...3,5	0,1	0,3
2	Arbeitszeitaufwand	AKh/t	0,11	0,11	0,11	0,11
3	installierte Leistung	kW	33	9,4	6,2	18
4	Materialaufwand	t	3,7	5,2	4,2	3,5
5	Verfahrenskosten	M/t	2,05	1,27	1,13	1,88
6	Funktionssicherheit bei Fäule		sehr hoch	gering	hoch	hoch
7	Dosiergenauigkeit		gering	ohne	ohne	ohne
8	Funktionssicherheit bei Beimengungen		sehr hoch	gering	hoch	teilw. gering
9	Verluste (Massenanteil)	%	1	0,3	0,5 ³⁾	0
10	Arbeitsplätze	AK	1	1	1	1
11	Arbeitsplätze mit erschweren Bedingungen	AK	1	1	1	1
12	Investitionen	M	51 000	43 400	36 400 ²⁾	207 000 ²⁾

1) Neuererlösung
2) z. T. kalkuliert
3) geschätzt

werden Betrachtungen zur Effektivität des Einsatzes durchgeführt. Die Ergebnisse und Schlußfolgerungen eines durchgeführten Variantenvergleichs werden dargestellt. Daraus werden Möglichkeiten des Einsatzes der Arbeitsmittel, vor allem in Rationalisierungsvorhaben, dargelegt. Gleichzeitig werden Forderungen zur besseren Auslastung und Einsatzgestaltung der in den meisten ALV-Anlagen vorhandenen Gabelstapler gestellt.

Literatur

- [1] Konzeption des Maschinensystems zu den Verfahren der Kartoffelproduktion nach 1985, Teil 2. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1978 (unveröffentlicht).
 [2] List, H.: Analyse der Umschlagprozesse in der Pflanzen- und Tierproduktion. FZM Schlieben/

- Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
 [3] Huhn, W.: Weltstandsanalyse Frontschaufellader. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1978 (unveröffentlicht).
 [4] Roberts, J. A.: Bulk potato storage. Canada Dep. of Agriculture (1973) Publication 1508.
 [5] Firus, S.: Die Entwicklung der Aufbereitungstechnik für Kartoffeln im VEB Weimar-Werk. agrartechnik 31 (1981) H. 4, S. 166—168.
 [6] Kögler, A.: Entnahme von Kartoffeln aus Großmieten. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1979 (unveröffentlicht).
 [7] Randow, W.: Die Rationalisierung der Umschlagprozesse bei der Auslagerung von Speisekartoffeln in ALV-Anlagen unter besonderer Berücksichtigung der ALV-Anlage Blumberg. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1980 (unveröffentlicht).
 [8] Prüfbericht Nr. 635 Mehrzwecklader MZL I-K. ZPL Potsdam-Bornim 1971.

- [9] DLG-Prüfbericht Nr. 275 P Kartoffelaufnahmemaschine Typ 40, Hansen & Henning Hannover.
 [10] Sonneveld, P.: Aardappelopschepmachines (Kartoffellademaschinen). Landbouwmecanisa tie 30 (1979) H. 6, S. 629—632.
 [11] Kiers, G.: Technische gegevens en prijzen van aardappelopschepmachines (Technische Daten von Kartoffellademaschinen). Landbouwmecanisa tie 30 (1979) H. 7, S. 745—747.
 [12] Autorenkollektiv: Erarbeitung von Grundlagen für ein Verfahren zur Naßaufbereitung von Speisekartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1980 (unveröffentlicht).
 [13] Landesfeind, S.: Experimentelle Untersuchungen zur Naßentnahme von Kartoffeln aus Boxen mit Unterflurförderrinnen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1978 (unveröffentlicht).

A 3207

Hydraulisches Dichtesortieren von Kartoffelrohware

Dipl.-Ing.-Päd. K. Scheibe/Prof. Dr. sc. agr. G. Kühn, KDT
 Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion

Verwendete Formelzeichen

A_k	angeströmter Querschnitt des Feststoffkörpers
c_w	Widerstandsbeiwert in Flüssigkeit
F_A	Auftriebskraft
F_G	Gewichtskraft
F_w	Widerstandskraft
g	Fallbeschleunigung
m_k	Gesamtmasse der Kartoffeln
m_{kr}	Masse der richtig geleiteten Kartoffeln
m_s	Gesamtmasse des Fremdbesatzes
m_{sr}	Masse des richtig geleiteten Fremdbesatzes
Re	Reynoldszahl
\bar{v}	Geschwindigkeit des Feststoffkörpers
v_{fl}	Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit
V_k	Volumen des Feststoffkörpers
\bar{v}_r	Relativgeschwindigkeit zwischen Feststoffkörper und Flüssigkeit
η_k	Leitgütegrad für Kartoffeln
η_s	Leitgütegrad für Fremdbesatz
ρ_{fl}	Dichte der Flüssigkeit
ρ_k	Dichte des Feststoffkörpers

lage führen kann[1]. Das Abtrennen des Fremdbesatzes unter derartigen Bedingungen erfolgt daher vorwiegend manuell.

Ein funktionssicheres Abtrennen des Fremdbesatzes auch bei hohem Fäuleanteil ist auf hydraulischem Weg zu erreichen. In hydraulischen Trennanlagen werden die Komponenten, die bei mechanischen Trennanlagen zu Funktionsstörungen führen, vom Trennmedium aufgenommen und teilweise abgetrennt. Durch Einordnen hydraulischer Trennanlagen in entsprechende Aufbereitungsverfahren sind folgende Vorteile zu erwarten:

- Qualitätserhöhung der Marktware infolge des Reinigungseffekts
- Aufbereitung stark fäulebehafteter Partien für Speisezwecke, die auf anderem Weg einer derartigen Verwertung nicht mehr zuzuführen wären
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen
- Verringerung der Beschädigungen durch schonende Förderung[2].

2. Theoretische Grundlagen zum hydraulischen Dichtesortieren

2.1. Begriffsbestimmung

Entsprechend der in der Verfahrenstechnik üblichen Klassifizierung handelt es sich beim Beimengungstrennen um ein Sortieren. Unter Sortieren wird das Trennen von Haufwerken auf nassem oder trockenem Weg unter Ausnutzen physikalischer Eigenschaften der Feststoffteile, wie Dichte, Magnetisierbarkeit oder elektrische Leitfähigkeit, verstanden[3, 4]. In hydraulischen Sortieranlagen zum Trennen der Kartoffeln vom Fremdbesatz wird als entscheidende Eigenschaft die Dichte genutzt. Die Einschätzung der Arbeitsgüte von Sortieranlagen erfolgt anhand des Leitgütegrades (analog zur Begriffsbestimmung „Sortieren“ wäre die Bezeichnung „Sortiergütegrad“ sinnvoller) für Kartoffeln, η_k und für Fremdbesatz η_s [5, 6]:

$$\eta_k = \frac{m_{kr}}{m_k} \cdot 100 \quad (1)$$

$$\eta_s = \frac{m_{sr}}{m_s} \cdot 100 \quad (2)$$

2.2. Kräfteansatz und Geschwindigkeiten

Für die Betrachtung des strömungstechnischen Problems der Bewegung nicht symmetrischer Feststoffteilchen in Flüssigkeiten oder in sich wie Flüssigkeiten verhaltenden Medien liegen nur unvollständige Kenntnisse vor, so daß man sich auf kugelförmige Feststoffkörper beschränkt. Für die stationäre Bewegung kugelförmiger Körper gilt der Kräfteansatz nach Bild 1:

$$F_G = V_k \rho_k g \quad (3)$$

$$F_A = V_k \rho_{fl} g \quad (4)$$

$$F_w = c_w A_k (\rho_{fl}/2) \bar{v}_r^2 \quad (5)$$

Der Widerstandsbeiwert c_w in Gl. (5) wird in Abhängigkeit von der Reynoldszahl Re angegeben. Zur Bestimmung des Widerstandsbeiwerts c_w werden von Weber[7] für den Bereich $0,2 \leq Re \leq 2 \cdot 10^4$ Näherungslösungen angeführt. Für den Bereich $2 \cdot 10^4 \leq Re \leq 2 \cdot 10^5$ gilt

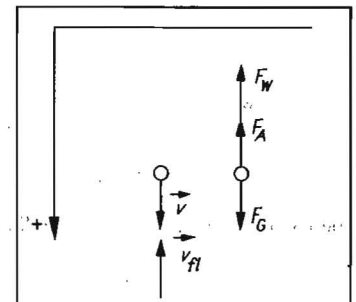


Bild 1. Kräfte- und Geschwindigkeitsansatz für stationäre Bewegung kugelförmiger Körper in flüssigen Medien