

Verfahren der Futterkartoffelaufbereitung am Beispiel der ZBE Kartoffellagerhaus Weidensdorf

Dipl.-Landw. A. Kern, KDT, Zwischenbetriebliche Einrichtung Kartoffellagerhaus Weidensdorf, Bezirk Karl-Marx-Stadt
 Prof. Dr. agr. S. Scheibe, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Pflanzenproduktion

1. Problemanalyse und Zielstellung

Bei der Aufbereitung von Kartoffelerntegut fallen Untergrößen und Partien, die nicht für Speisewecke bestimmt sind, als Futterkartoffeln an. Oft sind diese mit Beimengungen behaftet und nur mit hohem Aufwand auf dem Dämpfplatz aufzubereiten und zu reinigen. Dabei treten erhöhte Verluste (Trenn-, Schwund- und Fäulnisverluste) auf. Die Umwelt wird durch Schlamm und Abwasser belastet, deren umweltfreundliche Beseitigung hohe Kosten verursacht. Weiterhin steigen die Verfahrenskosten durch den erhöhten Bedarf an Wasser, Energie, Arbeitskräften, Verschleiß und Instandsetzung der Technik beträchtlich. Auch entsprechen die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten in der Futterkartoffelaufbereitung auf dem Dämpfplatz nicht den Anforderungen. Deshalb wurden folgende Zielstellung bzw. Parameter vorgegeben:

- Senkung der Trennverluste von etwa 10 % (Masseanteil) mit der Untergrößentrenneinrichtung K721 auf < 1 % (Masseanteil) mit dem Hydrosortierer HDS600
- Erreichen einer Leitgüte durch den HDS600 von > 99 % (Masseanteil) bei Kartoffeln und 99,5 % (Masseanteil) bei Beimengungen
- Erzielen einer hohen Reinheit der Kartoffeln mit einem Restschmutzanteil < 0,1 % (Masseanteil)
- Erreichen hoher Durchsatzleistungen von 30 bis 40 t/h Rohware bei 100 % (Masseanteil) Beimengungen, bezogen auf die Kartoffeln

- Senken des Beschädigungswerts
 Damit soll die Möglichkeit zur Überlagerung von gewaschenen Untergrößen bis 31. März geschaffen werden.
- Senken des Frischwassereinsatzes auf 150 l/t gewaschene Kartoffeln
- Erreichen hoher Dämpfleistungen (10 t/h) durch Einsatz von Industriedampf und dafür vorbereitete Anhänger
- Verfahrenskosten der Futterkartoffelaufbereitung sind wesentlich zu senken.

2. Technologische Einordnung

Die Futterkartoffelaufbereitung wurde in die Erntegutaufbereitung zur Lagerung und Sofortvermarktung integriert. Sie beginnt mit dem Abtrennen der Untergrößen (Kartoffeln und Beimengungen mit einem Quadratmaß < 40 mm) im Bereich der Erntegutannahme des Kartoffellagerhauses und endet in der Tierproduktion mit der Abgabe gedämpfter Kartoffeln zur Frischverfütterung und Silierung.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine vollständige Aufbereitung einschließlich Reinigung der Untergrößen und Sortierabgänge nach der Trockenaufbereitung (K720) notwendig. Dieser technologische Aufbereitungsprozeß (Bild 1) erfordert die Arbeitsarten Sortieren (Beimengungstrennen), Reinigen (Waschen) und Wasseraufbereitung zur Mehrfachnutzung des Wassers mit Schlammbehandlung sowie Transportieren und Dämpfen. Bei einer täglichen Aufbereitungsleistung von 2000 t Erntegut fallen je nach Untergrößen und Beimengungsanteil (Quadratmaß

< 40 mm) 15 bis 40 t/h Untergrößengemenge an, das teilweise bis zu 150 % Beimengungen (bezogen auf die Kartoffelmasse) enthält.

Für das Sortieren und Reinigen wird eine Gebäudegrundfläche von rd. 60 m² unmittelbar im Bereich der Erntegutaufbereitung benötigt. Zur Behandlung des Schlammes (Eindickung) und zur Bevorratung in Sandfängen oder auf Trockenplätzen sind zusätzlich 180 m³ umbauter Raum notwendig. Alle beimengungsfreien und sauberen Futterkartoffeln werden in zwei unterfahrbaren Bunkern (Nutzmasse 20 t) gesammelt (Bild 2) und von hier auf vorbereitete Transportfahrzeuge für das Dämpfen übergeben.

Gedämpft wird mit Industriedampf außerhalb des Kartoffellagerhauses direkt im Industriebetrieb auf einer Stellfläche von 20 m × 3 m. Von hier aus werden die gedämpften Futterkartoffeln zu den Stallanlagen bei Frischfütterung oder zu den Siloanlagen der Tierproduktion transportiert.

3. Technische Realisierung

3.1. Naßaufbereitungsanlage

Von 4 Annahmelinien, die jeweils aus dem Annahmeförderer T236, den Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheidern K720 oder K730 und der automatischen Trennanlage E691 bestehen, wird das Erntegut angenommen und trocken aufbereitet.

Alle Kartoffeln und Beimengungen mit einem Quadratmaß < 40 mm werden vom K720 oder K730 aus dem Erntegut fraktioniert und an zwei umgebaute Untergrößentrenneinrichtungen K721 übergeben, die nur Erde (lose Erde und teilweise Hafterde) von dem Untergrößengemenge abscheiden.

Jeweils zwei Annahmelinien übergeben das Untergrößengemenge auf eine K721, deren Stacheltrenneinrichtung zur Abscheidung von Steinen demontiert wurde. Das Abtrennen der Beimengungen (Steine, Kluten, Resterde) und das Reinigen der Futterkartoffeln (Untergrößen und Sortierabgänge) erfolgt mit der im Bild 3 schematisch dargestellten Maschinenkette zur Naßaufbereitung, die für einen Durchsatz von 20 bis 25 t/h konzipiert

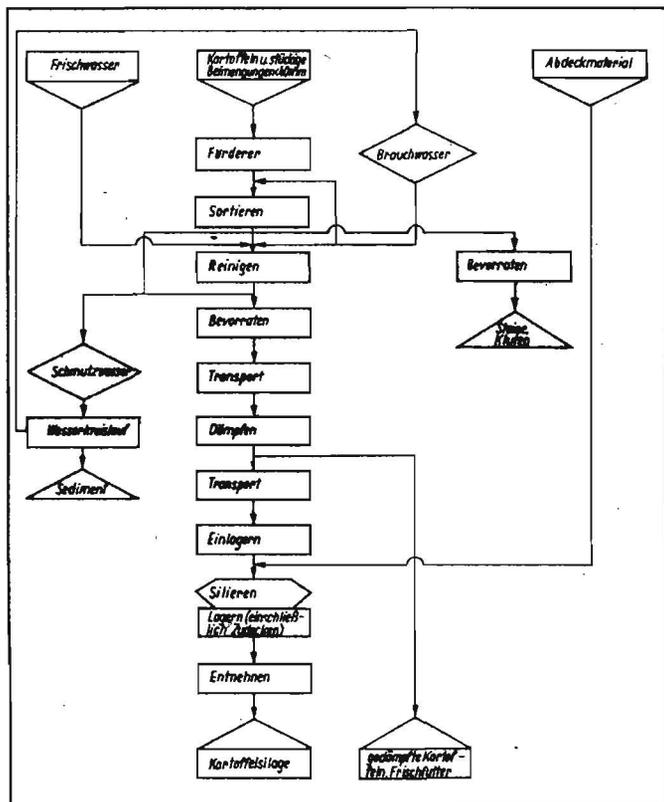
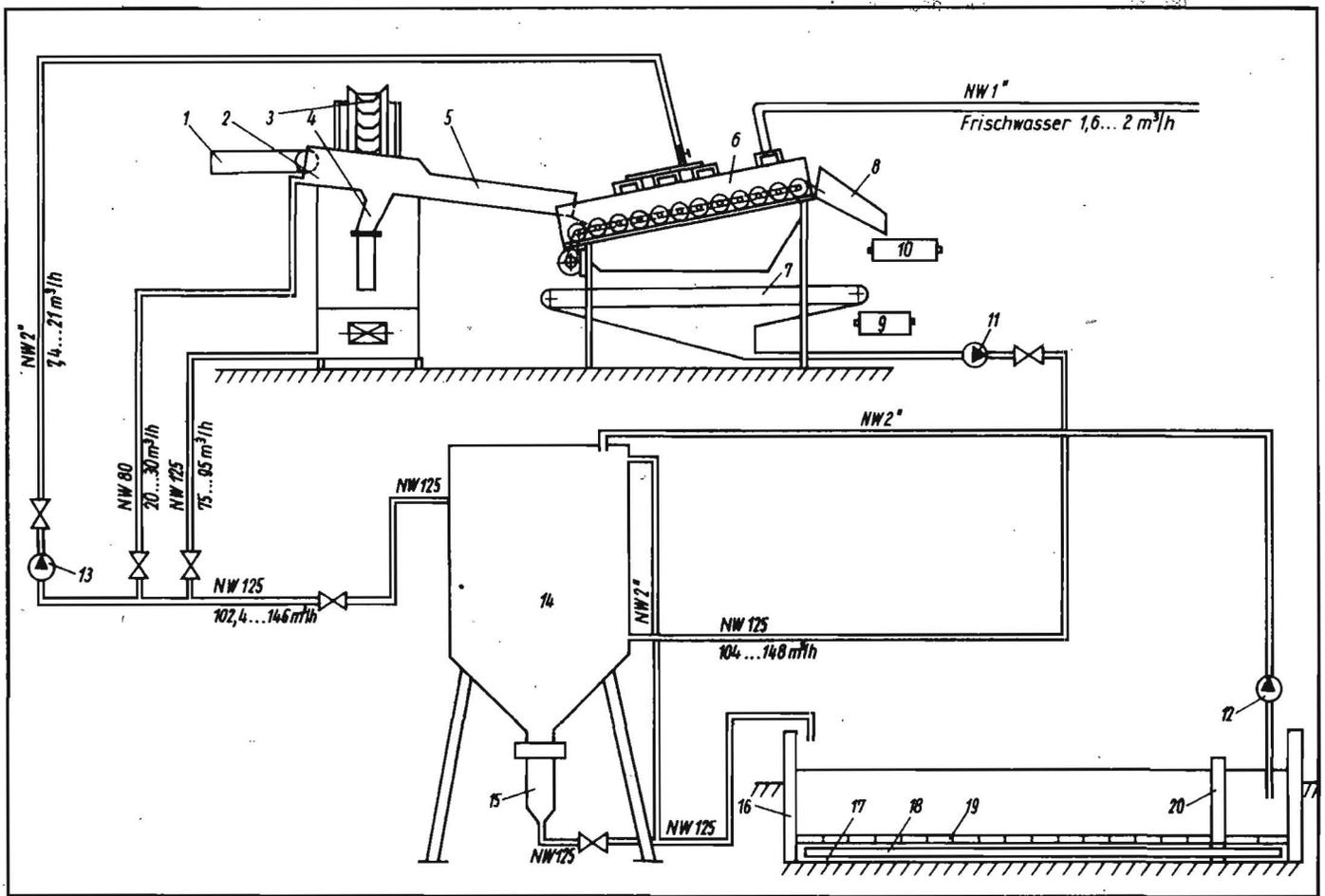


Bild 1 Technologisches Schema der Futterkartoffelaufbereitung

Bild 2 Gurtbelförderer, Doppelbunker für die gewaschenen Kartoffeln sowie Sinkstoff- und Vorratsbehälter für das Kreislaufwasser





wurde und im VEB Kombinat Landtechnik Karl-Marx-Stadt hergestellt wird.

Der Hydrosortierer HDS600 besteht aus einem Austragschacht, der den Bandförderer für den Beimengungsaustrag aufnimmt, und einem darauf aufschraubbaren Trennschacht mit zu- und abführender Schwemmrinne. Eine verstellbare Trennkante am Trennschacht ermöglicht die Feineinstellung auf die jeweiligen Betriebsbedingungen. Die Wasservolumenströme zum Einschwemmen und Trennen werden über Ventile so eingestellt, daß gleichmäßiges Fördern zum Trennschacht und eine hohe Trenngenaugigkeit (> 99%) erzielt werden. Die Bürstenwalzen-Düsen-Waschmaschine BDW1200 reinigt die Kartoffeln fast vollständig und wird weiterhin zum Abtrennen des Kreislaufwassers von den Kartoffeln, das dem HDS600 zugeführt wird, genutzt (Bild 4). Diese Waschmaschine wird mit Kreislaufwasser und Frischwasser beschickt. Ein Frischwasservolumenstrom von 1,6 bis 2,0 m³/h reicht aus, um das Schmutzwasser von der Kartoffeloberfläche abzuspülen und die Wasserverluste auszugleichen. Nur bei hohen Haftanteilen (> 1%) kann beim Schlammablaß (Dünnschlamm) ein zusätzlicher Wasserverlust entstehen, der mit geklärtem Wasser aus dem Sandfang ausgeglichen wird (Bild 3). Um das Wasser (Brauchwasser) mehrfach zu nutzen, wird es im Kreislauf geführt. Dafür ist es von Schwimm- und Sinkstoffen > 2 mm zu befreien, und weiterhin sind die mit der Hafterde zugeführten Sinkstoffe abzuschneiden.

Eine Siebeinrichtung zur Abscheidung der Partien > 2 mm wurde unterhalb der Waschmaschine angeordnet, die aus einem Plansieb mit Rundlöchern mit einem Durchmes-

ser von 2 mm und einer Kratzerkette zur Berräumung des Siebes besteht.

Das gesiebte Schmutzwasser wird unterhalb der Siebeinheit in einem Pumpensumpf gesammelt und von hier aus mit Hilfe einer Pumpe über einen Sinkstoffabscheider im Kreislauf gefördert.

Siebeinheit und Pumpensumpf sind der Waschmaschine zugeordnet und gehören zum Lieferumfang der Bürstenwalzen-Düsen-Waschmaschine BDW1200. Der Sinkstoffabscheider, der gleichzeitig als Vorratsbehälter genutzt wird, ist mit einem zylindrischen Schlammammelraum (Rohr) ausgestattet, um auch bei zu starker Eindickung des Schlammes einen hydraulischen Austrag zu ermöglichen.

Mit einer radiometrischen Meßeinrichtung wird der Schlammfüllstand im Rohr gemessen, so daß der Bediener zum richtigen Zeitpunkt den Schlamm (meist Dünnschlamm) in einen der Sandfänge abläßt. Die ersten Erfahrungen im Herbst 1987 ergaben, daß bei den herrschenden Bedingungen alle 30 min etwa 0,5 m³ Schlamm abgelassen werden mußten.

Die Sandfänge (Sandtrockenplätze) werden als Absetzbecken betrieben und bevorraten gleichzeitig teilweise geklärtes Schmutzwasser, das bei Bedarf über eine Pumpe und das Rohrsystem in den Sinkstoffabscheider zurückgeführt wird. Ist der Sandfang mit Schlamm gefüllt, wird der Zufluß unterbunden und eine Entwässerung durch eine Dräeinrichtung auf der Beckensohle eingeleitet.

Nach der Entwässerung (8 bis 14 Tage) entnimmt ein Kran den eingedickten Schlamm, der mit einem Dickstoffanhänger abtransportiert und auf dem Feld verteilt wird.

Bild 3. Maschinenkette zur Naßaufbereitung von Futterkartoffeln;

1 Zuführband, 2 Einlaufrinne Hydrosortierer HDS 600, 3 Beimengungsaustragsband, 4 Trennschacht Hydrosortierer HDS600, 5 Schwemmrinne, 6 Bürstenwalzen-Düsen-Waschmaschine BDW1200, 7 Siebeinrichtung für Schmutzwasser mit Kratzerkette, 8 Rutsche, 9 Abführband Erde, 10 Abführband Kartoffeln, 11 Pumpe KRZH125-315-00, 12 Pumpe 3KSEY-40-002, 13 Pumpe KRHDY55-200DG, 14 Sinkstoffabscheider und Vorratsbehälter, 15 radiometrische Meßeinrichtung, 16 Betonwand des Sandfangbeckens, 17 Kies, 18 Drainage, 19 Betonwabenplatten, 20 Trennwand aus Beton

3.2. Einrichtungen zum Dämpfen

Alle anfallenden Futterkartoffeln werden auf Transportfahrzeugen, die mit einem Dampfregister (Bild 5), Abdeckplane und Abdichtungen aus Gurtband versehen sind, gedämpft (Bild 6).

Beim Dämpfen mit Industriedampf ist die Dämpfzeit u. a. von der Dampftemperatur und dem Dampfdruck abhängig. Bei den Untersuchungen zum Dämpfen betragen der Dampfdruck 0,18 bis 0,23 MPa und die Dampftemperatur 200°C bis 210°C. Für eine Dämpfeinheit (LKW W50 + Anhänger HW80) werden rd. 150 kg Dampf/t Futterkartoffeln (Untergrößen) und eine Dämpfzeit von rd. 50 min benötigt.

Damit Dampfverluste weitgehend vermieden werden, sind weitere nachstehende Maßnahmen notwendig.

Die Abdichtung an der Kippseite (immer linke Seite des Anhängers) wird mit einem

PVC-Gurtband (Breite 400 mm) realisiert, das an der Innenseite der oberen Bordwand befestigt wird und somit den Spalt zwischen oberer und unterer Bordwand überdeckt.

Die anderen 3 Seiten werden über die gesamte Höhe mit Malitexgewebe verkleidet. Die Abdeckplanen werden durch beidseitig geführte Stahlseile, die gespannt werden, fest auf die mit Gurtband umkleideten Bordwandkanten gedrückt. Dadurch entweicht nur wenig Dampf.

Alle zum Dämpfen eingesetzten Fahrzeuge haben auf der rechten Seite vor dem Hauptverteilerrohr und zwischen jedem Abzweig Bohrungen (Durchmesser 15 mm) zum Durchlaß des Kondensats, das an der Dämpfstelle aufgefangen und mit Hilfe einer Pumpe in die Kläranlage des Betriebes gefördert wird (Bild 7).

Zusätzlich wurde an das Fahrzeug eine Kondenswassersammeleinrichtung mit einem 60-l-Behälter montiert, die das Kondenswasser, das während der Fahrt zur Tierproduktion anfällt, auffängt (Bild 8). Straßenverunreinigungen werden dadurch verhindert und Verkehrsgefährdungen vermieden.

Im Bild 9 sind der Aufbau und die wichtigsten Abmessungen des Dampfregisters des Anhängers HW60 dargestellt, mit dem ein gleichmäßiges Dämpfen aller Schichten und Zonen auf dem Anhänger gesichert wird.

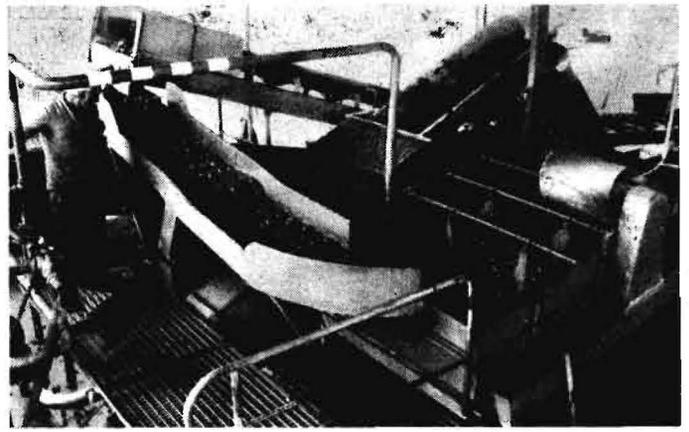
3.3. Silobefüllung

Die Siloanlagen der 10 zu versorgenden LPG Tierproduktion werden im wesentlichen mit dem Mobilkran befüllt. Erste Untersuchungsergebnisse zu unterschiedlichen Befülltechnologien lassen erkennen, daß die Kranbefüllung in Mehrkammersiloanlagen in Verbindung mit einer längeren Befüllzeit eine Vorzugslösung darstellt.

4. Ergebnisse

Seit dem Jahr 1984 wird der gesamte Bruttoertrag von 3 LPG Pflanzenproduktion, die auf einer Fläche von 1650 ha Kartoffeln anbauen, in der ZBE Kartoffellagerhaus Weidendorf zu Speise- und Futterkartoffeln aufbereitet. Seit 1985 arbeitet in den LPG Tier-

Bild 4
Hydrosortierer und
Bürstenwalzen-Düsen-
Waschmaschine



produktion keine Dämpfmaschine F405A in der Erntekampagne mehr. Die Verfahrenskosten für den Dämpfprozeß mit Hilfe von Industriedampf sind gegenüber den Dämpfmaschinen um 28,9% (F407A) bzw. 49,5% (F405A) geringer.

Der Einsatz von Industriedampf gegenüber den herkömmlichen Dämpfverfahren (F405, F407A) hat folgende Vorteile:

- höherer Massedurchsatz beim Dämpfen je Stunde
- Einsparung von rd. 0,3 m³ Wasser und rd. 15 min Dämpfzeit je t gedämpfter Futterkartoffeln
- Reduzierung des täglichen Pflege- und Wartungsaufwands
- Umrüstung der Transportfahrzeuge ermöglicht deren ständigen Einsatz
- Einsparung von lebendiger Arbeit.

Das Gesamtverfahren der Futterkartoffelaufbereitung im Kartoffellagerhaus Weidendorf bringt folgende Vorteile (Tafel 1):

- keine Trennverluste an der Untergrößentrenneinrichtung K721 (rd. 700 t Futterkartoffeln im Jahr)
- kein Transport von Beimengungen zum Dämpfplatz
Bisher waren etwa 20% der Gesamttransportmenge (rd. 1500 t/Kampagne) Beimengungen
- gewaschene Futterkartoffeln können zur sofortigen Verarbeitung in der Tierproduktion bereitgestellt werden
- annähernd verlustlose Aufbereitung durch hohe Leitgüten und keinen Zwischenschlag
- hohe Dämpfleistungen
Beim Einsatz der Dämpfmaschine F405 bzw. von Dämpffahrzeugen in Verbin-

dung mit Industriedampf sind bis 90 t/d bzw. 250 t/d möglich.

- geringerer Produktionsverbrauch von Wasser, Energie, Arbeitszeit sowie sinkende Instandhaltungs- und Transportleistungen
- Arbeitsbedingungen werden entschieden verbessert
- Umweltbelastungen werden stark reduziert
- Lagerfähigkeit der ohne Stacheltrenneinrichtung der K721 aufbereiteten Kartoffeln erhöht sich, so daß sie längere Zeit frisch verfüttert werden können.

5. Zusammenfassung

Bei der Erntegutauflbereitung fallen Untergrößen und Kartoffeln, die nicht für Speisewecke bestimmt sind, an, die mit Beimengungen behaftet sind. Bisher erfolgte die Abtrennung der Beimengungen mit Hilfe der Untergrößentrenneinrichtung K721 und mit der Steintrennanlage E995A auf dem Dämpfplatz. Damit waren folgende Nachteile verbunden:

- hohe Trennverluste an der K721 bis zu rd. 10% (Masseanteil)
- rd. 20% Beimengungen waren noch in den Untergrößen enthalten
- hoher Frischwassereinsatz und zu hohe Abwasserkosten
- ungenügende Arbeitsbedingungen
- erhöhte Umweltbelastung.

Mit der neuen Verfahrenslösung (Erdscheider, Hydrosortierer HDS600, Bürstenwalzen-Düsen-Waschmaschine BDW1200 und Wasserkreislauf) bei der Erntegutauflbereitung für Futterzwecke wird ein vollständiges Abtrennen der Beimengungen und das

Bild 5
Dampfregister im Kipp-
aufbau des LKW W50



Bild 6
LKW W50 mit Anhän-
ger HW80 auf dem
Dämpfplatz



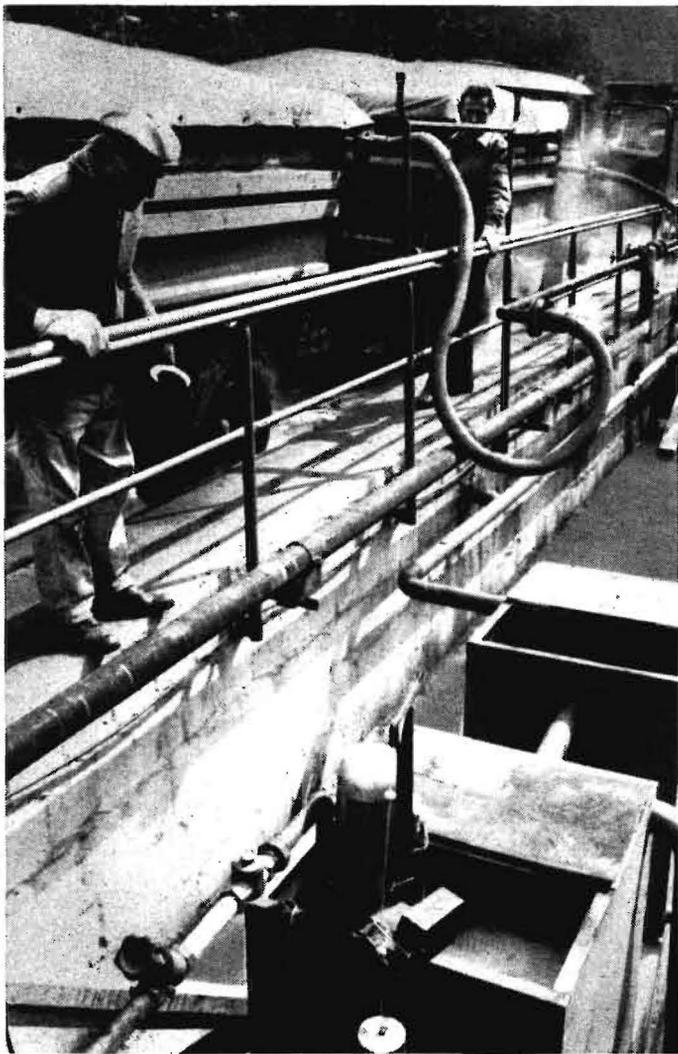
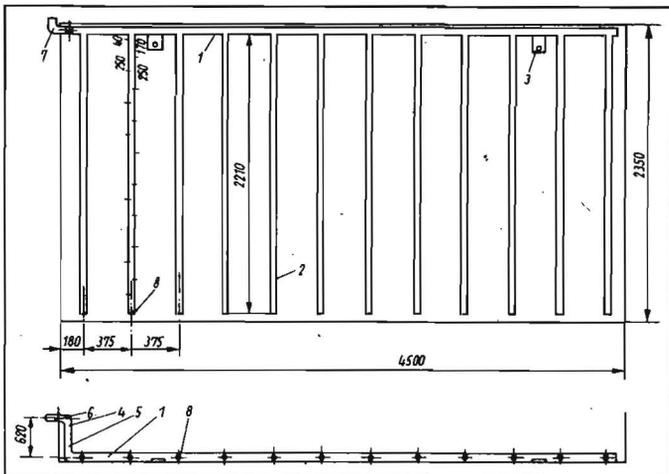
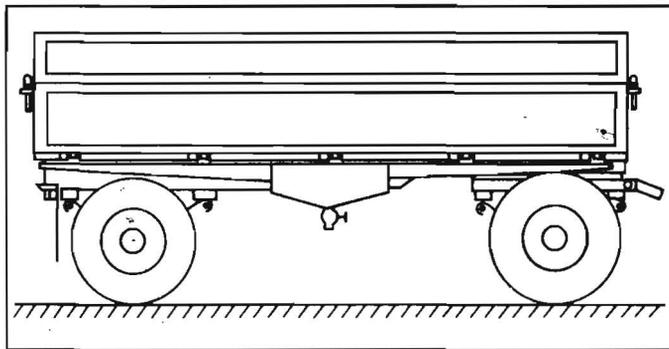


Bild 7. Kondensatauffang- und Kondensatrückführeinrichtung



Tafel 1. Ergebnisse des Gesamtverfahrens

Kriterium		Ergebnis	Bemerkung
naßaufbereitete Futterkartoffeln		t 10 330	Kampagneleistung,
Leistung der Anlage	t/h	25	\bar{x} von 4 Jahren bezogen auf Rohware des Untergrößen-
mittlerer Beimengungsanteil	%	35,7	gemenges bezogen auf Kartoffeln,
mittlere Leitgüte bei Kartoffeln (Masseanteil)	%	99,6	\bar{x} von 2 Jahren Ergebnis aus 2 Untersuchungs-
mittlere Leitgüte bei Beimengungen (Masseanteil)	%	99,7	Ergebnis aus 2 Untersuchungs-
Restschmutz (Masseanteil)	%	0,1	jahren
Frischwasserverbrauch	l/t	100	bezogen auf gewaschene Kartoffeln
Arbeitskräfteaufwand	AK/Schicht	1	für Naßaufbereitungsanlage
Arbeitskräfteaufwand	AK/Schicht	6	für das Gesamtverfahren bis zur Silobefüllung
Leistung des Dämpfkomplexes	t/h	10	Ergebnis von 1987
	t/Kampagne	9 000	\bar{x} Leistung von 1985 bis 1987
Verfahrenskosten der Naßaufbereitungsanlage	M/t	6	bezogen auf 7 000 t Kampagneleistung
Dampfverbrauch	kg/t	142	Kampagneleistung 1988
Energieeinsatz	GJ/t	0,458	(Futterkartoffeln und Schälabfälle)
Dampfkosten	M/t	9,90	für das Dämpfen
Vereinbarungspreis für das Dämpfen	M/t	20,00	auf Anhängern, bezogen auf alle Futterabgänge der Kampagne 1988
Gesamtkosten für Naßaufbereitung, Dämpfen, Transportieren, Silobefüllung	M/t	36,00	bezogen auf die Kampagneleistung, mittlere Transportentfernung 12 km
ökonomischer Nutzen	1 000 M/a	273	bezogen auf das Einzugsgebiet des Lagerhauses

Bild 8 Anhängers HW80 mit Kondensatwassersammelvorrichtung

Reinigen der Kartoffeln erreicht. Die wesentlichsten Vorteile liegen bei der fast verlustlosen Aufbereitung und bei der gestiegenen Produktivität. Mit dem Dämpfverfahren (Fahrzeuge mit Dampfregister und Einsatz von Industriedampf) werden hohe Leistungen und niedrigere Verfahrenskosten erzielt.

Konsultationen zum Gesamtverfahren sind an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion, Postfach 56, Berlin, 1120, und in der ZBE Kartoffellagerhaus Weidensdorf, Weidensdorf, 9611, möglich.

A 5563

Bild 9 Schematische Darstellung des Dampfregisters für den Anhänger HW60;

1 Hauptrohr, 2 Verteilerrohr, 3 Befestigungsplatte, 4 Verbindungsknie, 5 Verbindungsstück, lang, 6 Verbindungsstück, kurz, 7 Überwurfmutter für Dampfanschluß, 8 Dampfaustrittsöffnung (1. bis 9. Abzweig Bohrungsdurchmesser 5 mm, 10. bis 12. Abzweig Bohrungsdurchmesser 7 mm)