

Entnahme von Kartoffeln aus Schüttungen

Dr. G. Graichen, KDT / Dipl.-Landw. W. Schultz

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung

Zur Ein- und Auslagerung von Kartoffeln sind Mechanisierungsmittel erforderlich, mit denen bei geringem Arbeits- und Energieaufwand die Bewirtschaftung der Lagerstätten beschädigungs- und verlustarm durchgeführt werden kann. Die Lagerstätte kann ein Kartoffellagerhaus mit befestigtem Boden oder eine Großmiete mit befestigtem oder unbefestigtem Lagerraumboden sein. Die Gestaltung des Lagerraumbodens bestimmt in der Hauptsache die zur Entnahme von Kartoffeln einzusetzende Technik.

In Lagerstätten mit befestigtem Lagerraumboden kann die Entnahme der Kartoffeln stetig oder unstetig mit verschiedenen Arbeitsorganen überflur oder unterflur erfolgen, wobei außer bei der hydraulischen Entnahme selbstfahrende Entnahmemaschinen mit Verbrennungs- oder Elektromotor als Energiewandler zur Anwendung gelangen (Bild 1).

2. Ein- und Auslagern

Schüttungen werden durch Einlagerungsgeräte bis zu einer Höhe von 5,5 m in Sektions- oder Haufenlagern erzeugt. Im Einsatz befinden sich Geräte, mit denen entnahmegerechte Schüttungen herzustellen sind. Wie bei der Füllung werden auch bei der Entnahme durch die Veränderung des Volumens der Schüttung zur Überbrückung der Abstände zwischen der Lagerstätte und einer zentralen Bandstraße oder einem als Zwischenspeicher einzusetzenden Annahmeförderer vom Typ T237 längenveränderliche Förderer (Teleskopförderer) eingesetzt.

Die zur Entnahme eingesetzten Werkzeuge unterscheiden sich von den Einlagerungsgeräten durch Form und Wirkungsweise. Bei der Auswahl von Entnahmemaschinen zu Erprobungszwecken wurde auf folgende international am weitesten verbreitete Ausführungsformen zurückgegriffen:

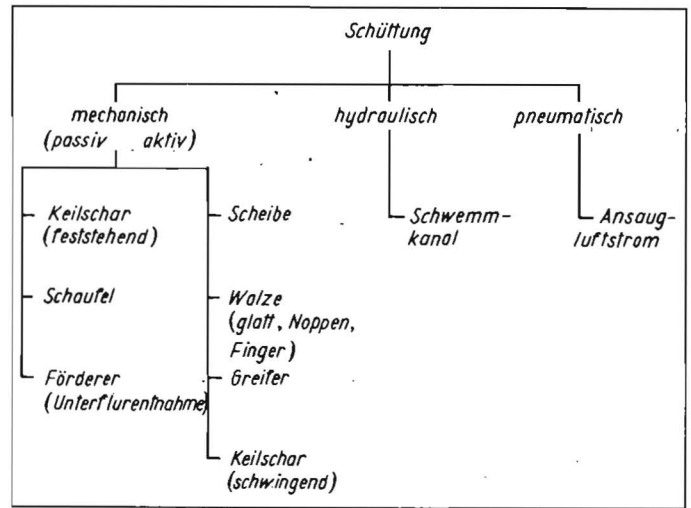
- stetig arbeitende Entnahmemaschinen mit Keilschar, die den Kartoffelstapel schonend unterfahren und bei unterschiedlichen Aufnahmebreiten von 400 bis 600 mm eine Förderleistung von 20 bis 70 t/h ermöglichen
- unstetig arbeitende Schaufellader oder Gabelstapler mit Anbaukippschaufeln, deren Leistungsfähigkeit neben der Wendigkeit, Transportgeschwindigkeit und -entfernung hauptsächlich vom Fassungsvermögen der Anbaukippschaufel abhängt.

3. Stetige Entnahme

Zur Erprobung einer stetig arbeitenden Entnahmemaschine mit Keilschar in der DDR wurde aus der CSSR die Entnahmemaschine ND 6-010 als Muster eingeführt (Bilder 2 und 3).

Die Entnahmemaschine besteht aus einem Aufnahme- und Teleskopförderer. Die Aufnahme des Lagergutes erfolgt durch ein Keilschar. Durch die beiden unabhängig voneinander angetriebenen Fahrräder, den Teleskopförderer, der am Auslauf auf einem Drehgestell gelagert ist, sowie durch die Kopplungseinrichtung der beiden Maschinenaggregate, die einen Drehwinkel von 90° gestattet, ist die Entnah-

Bild 1
Arbeitsorgane für die Auslagerung von Kartoffeln



memaschine sehr wendig und übertrifft in dieser Hinsicht den gegenwärtig im Einsatz befindlichen Mehrzwecklader MZL-K, der nur in Geradeausfahrt in den Lagern einzusetzen ist.

Die Entnahmemaschine ND 6-010 war in der Lagerperiode 1980/81 225 h im Einsatz. Während dieser Zeit wurden 4000 t Kartoffeln mit einer durchschnittlichen Leistung von 17,7 t/h gefördert. Bei den im Abstand von 2,5 und 8 Monaten durchgeführten Kurzzeitmessungen wurden in der reinen Arbeitszeit (T_1) im Mittel 36 t/h und in der Durchführungszeit (T_{04}) 28,8 t/h gemessen. Bei gut rollfähigem Gut, wie es in den ersten drei Monaten der Lagerzeit anzutreffen ist, wurden kurzzeitig Entnahmeeleistungen bis 60 t/h ermittelt.

Nach einer Lagerzeit von 8 Monaten wurde bei z. T. in Keimung befindlichen Kartoffeln eine Entnahmeeleistung von maximal 18 t/h erreicht. Durch die lange Lagerzeit haben sich die Kartoffeln wesentlich abgesetzt. Der Schütt-

winkel am Kartoffelstapel beträgt unter diesen Bedingungen zeitweilig über 80°. Die Entnahmemaschine bringt infolge ihrer geringen Masse von 800 kg nicht die erforderliche Schubkraft für das Unterfahren des Kartoffelstapels auf. Dabei müssen die Kartoffeln dem Aufnahmeförderer gelegentlich von Hand zugeführt werden. Durch Faulnester oder zerfahrene Keime wird die Fahrbahn befeuchtet, und durch Schlupf wird die Schubkraft vermindert. Weitere Einflüsse auf die Entnahmeeleistung ergeben sich, wenn das Lagergut mit > 5% (Massenanteil) verunreinigt ist und die auf dem Lagerraumboden abgelagerte Erde das Eindringen des Keilschars in den Kartoffelstapel behindert.

Zur Bedienung und für das Umsetzen der Entnahmemaschine ist eine Arbeitskraft erforderlich. Die Höhe des Arbeitszeitaufwands hängt von den Guteigenschaften in den einzelnen Lagerperioden ab. Gut rollfähige Kartoffeln erfordern einen Aufwand von 0,03 AKh/t (T_{04}).

Bild 2. Aufnahmeförderer mit Keilschar der Entnahmemaschine ND 6-010

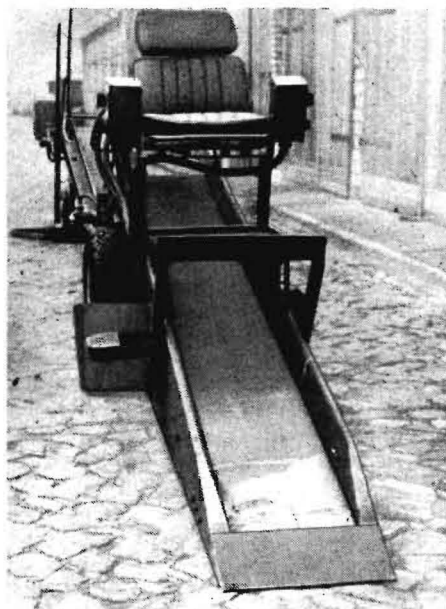
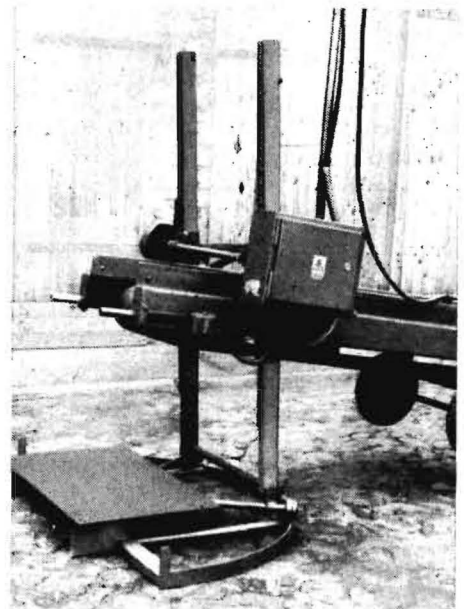


Bild 3. Teleskopförderer der Entnahmemaschine ND 6-010 auf ein Drehgestell gesetzt



Tafel 1. Technologische Kennwerte zur Entnahme von Kartoffeln

| | | Anbaukippschaufel | | | Entnahmemaschine | |
|-----------------------------|----------|--|---|--|------------------|-------|
| | | Variante I Schaufel Nr. 4, original | Variante II Schaufel Nr. 3, vergrößert | Variante III Schaufel Nr. 4, vergrößert | ND 6-010 | MZL-K |
| Entnahme | min | 0,13 | 0,14 | 0,12 | | |
| Entleeren | min | 0,12 | 0,14 | 0,20 | | |
| Gesamtzeit | min | 0,96 | 0,99 | 1,03 | | |
| Füllmasse der Schaufel | kg | 550 | 680 | 660 | | |
| Eigenmasse der Schaufel | kg | 260 | 307 | 290 | | |
| Masse-Leistung-Verhältnis | kg · h/t | 9,45 | 9,3 | 9,4 | | |
| Leistung in T ₀₄ | t/h | 27,5 | 33,0 | 30,8 | 28,8 | 28,0 |
| Aufwand in T ₀₄ | AKh/t | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,08 |
| Verfahrenskosten | M/t | 1,15 | 0,95 | 0,95 | 0,75 | 0,95 |

Tafel 2. Einfluß der Lagerzeit auf die Entnahmekleistung (mittlere Werte aller Schaufelvarianten)

| | Entnahme | |
|------------------------|----------|-----------------------------|
| | min | mittlere Schaufelfüllung kg |
| Lagerzeit bis 2 Monate | 0,11 | 630 |
| Lagerzeit bis 5 Monate | 0,15 | 600 |
| Lagerzeit bis 8 Monate | 0,17 | 550 |

Bei abgesetztem sowie durch Keime und Beimengungen > 5% (Massenanteil) verunreinigtem Lagergut steigt der Arbeitszeitaufwand infolge geringerer Entnahmekleistung auf 0,06 AKh/t (T₀₄). Im Jahresdurchschnitt ist ein Aufwand von 0,04 AKh/t (T₀₄) erforderlich (Tafeln 1 und 2).

Zur Arbeit der Bedienperson gehören auch die Beräumung der Abdeckungen der Lüftungskanäle und der an den Luftaustrittsöffnungen liegegebliebenen Kartoffeln sowie das Herauslösen von Kartoffeln aus dem Stapel. Dabei handelt es sich um ein zeitweiliges Anstoßen der Kartoffeln im oberen Stapelbereich ab vierten Lagermonat, um eine aufgelockerte Schüttung mit natürlicher Abschrägung für nachfolgende Entnahmevorgänge zu erhalten.

Die Entnahmemaschine hat eine installierte Leistung von 5,2 kW. Beim Hineinfahren in den Kartoffelstapel ist ein durchschnittlicher Leistungsbedarf von 4,6 kW erforderlich, der kurzzeitig bis auf 12 kW ansteigen kann. Langzeitmessungen ergaben einen mittleren Leistungsbedarf von 1,9 kW (± 0,11 kWh/t).

Die stetig arbeitende Entnahmemaschine ND 6-010 verursacht bei gut nachrollenden und auch bei länger überlagerten Kartoffeln mit 0,1% (Massenanteil) bedeutend weniger Beschädigungen als die unstetig arbeitenden Entnahmemaschinen mit Anbaukippschaufeln (Tafel 3). Höhere Beschädigungen, die aber nicht auf das Arbeitsprinzip zurückzuführen sind, treten auf, wenn die Kartoffeln nicht mehr selbständig nachrollen und zeitweilig von Hand mit einer Stange aus dem Stapel zu lösen sind.

Beim Einsatz in Lagerhäusern mit Unterflurbelüftungskanälen treten keine höheren Beschädigungen auf, wenn die Kanalabdeckungselemente mit einem Niveauunterschied von ± 5 mm gegenüber der Oberkante des Fußbodens verlegt sind. Eine geringfügige Zunahme der Beschädigungen (Massenanteil) um < 0,1% wurde bei Niveauunterschieden von ± 20 bis ± 30 mm festgestellt.

Kartoffelverluste durch Zerfahren oder Zerquetschen entstehen, wenn das Abzugsband im

Aufnahmeteil überbelegt ist und Kartoffeln hinter die seitlichen Radschutzverkleidungen fallen.

Übergabeverluste entstehen bei ordnungsgemäß aufgestellter Nachfolgetechnik nicht.

4. Unstetige Entnahme

Der Umschlag beschädigungsempfindlicher Schüttgüter stellt an Anbaukippschaufeln besondere Anforderungen, die von den im VEB Verlade- und Transportanlagenbau Leipzig serienmäßig gefertigten Anbaukippschaufeln Nr. 3 und Nr. 4 nicht erfüllt werden. Um diese Anforderungen hinsichtlich Kartoffelbeschädigungen, Entnahmekleistung und Transportverlusten, Eindringwiderstand in den Kartoffelstapel und Moment der Schaufeldrehung erfüllen zu können, wurden drei Schaufelvarianten untersucht.

Variante I: Anbaukippschaufel Nr. 4, original
Bei der Schaufel Nr. 4, die zu Vergleichszwecken zum Einsatz gebracht wurde, entstehen, bezogen auf die Füllmasse der Schaufel, ein Eindringwiderstand von 21,1 N/kg und ein Moment der Schaufeldrehung von 16,6 N/kg.

Variante II: Anbaukippschaufel Nr. 3, vergrößert

Der Boden der Schaufel Nr. 3 wurde durch einen Aufsatz mit 64° steilen Seitenwänden auf die Länge der Originalschaufel von 1160 mm gebracht und das Fassungsvermögen von 0,6 m³ auf 1,2 m³ erhöht (Bild 4). Gegenüber der Variante I erhöht sich der Eindringwiderstand auf 23,1 N/kg und das Moment der Schaufeldrehung auf 19,1 N/kg.

Variante III: Anbaukippschaufel Nr. 4, vergrößert

Auf der Schaufel Nr. 4 wurde ein Aufsatz angebracht (Bild 5), der den Schaufelboden gegenüber dem Original von 1160 mm auf 1300 mm verlängert und das Fassungsvermögen von 0,8 m³ auf 1,0 m³ erhöht. Durch die Änderungen nach Bild 6 liegt die Variante III mit den Werten von 22,3 N/kg für den Eindringwiderstand und 18,5 N/kg für das Moment der Schaufeldrehung zwischen den Werten der anderen Schaufelformen. Die Schaufel kann nach den Angaben im Bild 6 im betrieblichen Rationalisierungsmittelbau verändert werden.

Die Entnahmekleistungen der Anbaukippschaufeln in T₀₄ liegen zwischen 27,5 t/h und 33,0 t/h (Tafel 1). Aus den Zeiten für das Entnehmen und Entleeren sowie aus der mittleren Füllmasse der Schaufeln ist der Einfluß der Schaufelgröße und -form auf die Entnahmekleistung zu erkennen. Durch die Verlängerung des Schaufelbodens bei der Variante III erhöht sich die Entleerzeit, weil die Schaufel zur restlosen Entleerung höher angehoben werden muß.

Tafel 3. Kartoffelbeschädigungen (Massenanteil) bei der Entnahme

| | Lagerzeit | | | Mittelwert % |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | bis 2 Monate % | bis 5 Monate % | bis 8 Monate % | |
| Variante I, Schaufel Nr. 4, original | 1,7 | 2,1 | 1,5 | 1,8 |
| Variante II, Schaufel Nr. 3, vergrößert | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,5 |
| Variante III, Schaufel Nr. 4, vergrößert | 0,7 | 1,0 | — | 0,9 |
| Entnahmemaschine ND 6-010 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Mehrzwecklader MZL-K | — | — | — | 2,9 |

Bild 4. Gabelstapler mit Anbaukippschaufel Nr. 3, vergrößert

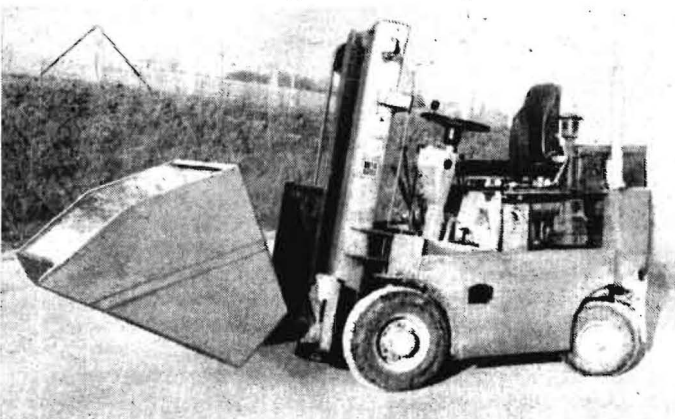


Bild 5. Gabelstapler mit Anbaukippschaufel Nr. 4, vergrößert



Mit zunehmender Lagerzeit sinkt die Entnahmekapazität infolge der geringeren Eindringtiefe der Schaufel bei verfestigtem Kartoffelstapel, des steileren Schüttwinkels und des mangelhaften Nachrollens der Kartoffeln (Tafel 1).

Zur Entnahme von Kartoffeln aus Schüttungen mit Anbaukippschaufeln wird bei allen untersuchten Varianten eine Bedienperson benötigt. Dabei wird der geforderte Arbeitszeitaufwand in T_{04} von 0,03 AKh/t eingehalten, wenn mindestens 31 t/h entnommen werden. Die Schaufelvarianten II und III erreichen diese Entnahmekapazität (Tafel 1).

Der Handarbeitsaufwand ist bei der Entnahme mit Anbaukippschaufeln geringer als bei der Entnahmemaschine ND6-010. Lediglich die Abdeckungen der Lüftungskanäle und die Luftaustrittsöffnungen sind von Kartoffeln zu räumen, was die Bedienperson in den technologisch bedingten Stillstandszeiten erledigen kann.

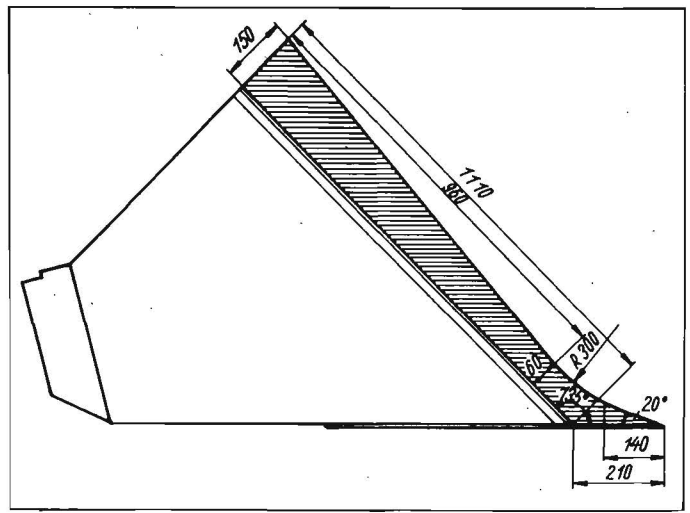
Beim Einsatz von Gabelstaplern mit Anbaukippschaufel werden außer dem Annahmeförderer T237 als technologisch notwendigem Zwischenspeicher keine weiteren Förderer benötigt. Im Hinblick auf die durch kurze Fahrstrecken erzielbare Energieeinsparung ist der als Zwischenspeicher unumgängliche Annahmeförderer T237 innerhalb der Lagerperiode mehrmals umzusetzen.

Der Einsatz des Dieselmotors erfordert einen höheren Energieaufwand (1830 kJ/t) als die elektrisch angetriebene Entnahmemaschine ND6-010 (810 kJ/t).

Ausschlaggebend für die Kartoffelbeschädigungen sind die Gestaltung der Seitenwände der Anbaukippschaufeln und die Schneide am Schaufelboden sowie die Lagerzeit und -temperatur der Kartoffeln.

Der steile Anstieg der Seitenwände von 45° und die scharfkantige Ausführung der Vorderseite bewirken bei der Variante I Kartoffelbeschädigungen (Massenanteil) von 1,8% (Tafel 3). Der gleiche Effekt ist bei 65° ansteigenden Seitenwänden der Variante II zu beobachten.

Bild 6
Darstellung der an der Schaufel Nr.4 vorzunehmenden Veränderungen (Seitenansicht)



Hier gleicht aber das größere Fassungsvermögen durch Senkung der Kartoffelbeschädigungen um 0,3% gegenüber der Variante I Gestaltungsfehler der Anbaukippschaufel aus.

Die Seitenwände der Variante III haben im vorderen Aufnahmebereich einen Anstieg von 20° und im weiteren Verlauf einen Anstieg von 50°. Das flache Aufnahmeblech bewirkt, daß der steilere Seitenwandbereich in aufgelockertes Lagergut eingeschoben und die Kartoffelbeschädigungen vermindert werden. Bei kleinerer Füllmasse gegenüber der Variante II wurde ein Beschädigungswert (Massenanteil) von 0,9% ermittelt (Tafel 3).

Erhebliche Kartoffelbeschädigungen waren nach fünfmonatiger Lagerzeit bei Lagertemperaturen von 3°C (Tafel 3) und in solchen Fällen festzustellen, wo die Schaufel nicht unmittelbar am Fußboden in den Stapel geschoben wurde.

Die Schaufelvarianten II und III sind kostengleich und gegenüber der Variante I kostengünstiger. Gegenüber der Variante I ist, bezogen auf die Füllmasse der Schaufeln, auch

das Masse-Leistung-Verhältnis günstiger zu beurteilen. Der Einsatz der Entnahmemaschine ND6-010 oder einer leistungsstärkeren Entnahmemaschine gleicher Bauart ermöglicht gegenüber den Anbaukippschaufeln eine durchschnittliche Einsparung der Verfahrenskosten von 9 M/h und gegenüber dem Mehrzwecklader MZL-K von 5 M/h.

5. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden einige Ergebnisse der Untersuchung an stetig und unstetig arbeitenden Entnahmemaschinen diskutiert. Im Mittelpunkt steht die Entnahmekapazität, der Arbeitszeit- und Energieaufwand sowie die Kartoffelbeschädigungen. Als aussichtsreich hat sich der Einsatz einer mit elektrischem Antrieb ausgerüsteten Entnahmemaschine herausgestellt, die eine schonende Behandlung der Kartoffeln gewährleistet, weniger Verfahrenskosten verursacht und wegen der Einsparung von Dieselmotorkraftstoff als Ersatzvariante für den Dieselmotorstapler angesehen werden kann. A 3712

Technische Lösungen zur schonenden Aufbereitung von Kartoffeln am Beispiel der Aufbereitungsanlage der ZBE (P) Sanitz

Dipl.-Ing. J. Holst, KDT, Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz der AdL der DDR

In der Zwischenbetrieblichen Einrichtung Pflanzenproduktion Sanitz, Bezirk Rostock, werden Kartoffelsorten hoher Anbaustufen und Neuzuchtstämme des Instituts für Kartoffelforschung (IfK) Groß Lüsewitz vermehrt. Unter diesen speziellen Bedingungen hat sich das Verfahren der Ernteguteinlagerung mit Behältern T 922-C [1] als qualitätssicherndes und technologisch vorteilhaftes Verfahren bewährt. Im Rahmen von Rekonstruktionsmaßnahmen erfolgte im Jahr 1981 die Inbetriebnahme einer im IfK konzipierten Aufbereitungsanlage.

1. Aufgabenstellung für die Aufbereitungsanlage

Wesentliche Ziele für die Konzipierung der Aufbereitungsanlage waren:

— Verbesserung der Pflanzgutqualität

- Aufbereitung über einen längeren Zeitraum unabhängig von Ernte und Pflanzung
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen
- Senkung der Kosten.

Damit bestand die Aufgabe, Kartoffeln während der Lagerungsperiode ohne Beeinflussung der Keimruhe in hoher Qualität aufzubereiten. Zur Erfüllung dieser Zielstellung wurde in Auswertung von Versuchsergebnissen des IfK [2] folgende Aufgabenstellung herausgearbeitet:

- Einschränkung der Infektionsverbreitung
- Reduzierung statischer und dynamischer Belastungen von Kartoffelknollen
- Abbau von Relativbewegungen
- Abstimmung von Durchsatzleistungen
- volle Nutzung des Behälters T 922-C.

Mit den von der Industrie angebotenen Maschinen und Geräten war diese Aufgabenstellung nicht realisierbar, so daß zur Lösung der Auf-

gabe neben serienmäßigen Fraktionierern K 716 und der Steintrennanlage E 691 hauptsächlich im IfK entwickelte und für diese Anlage gefertigte Geräte eingesetzt wurden.

2. Beschreibung der Aufbereitungsanlage

Im Bild 1 ist die realisierte Maschinenanordnung dargestellt [3]. Das gelagerte Erntegut wird über die seitliche Klappe des Behälters mit Hilfe von Kippeinrichtung und Dosierförderer 1 auf das Ausleseband 2 übergeben, um schon hier vor allem naßfaule Knollen auszuwählen. Nach den Fraktionierern 3 und 4 wird das von Unter- und Übergrößen getrennte Material über den Schrägförderer 5 der Steintrennanlage 7 übergeben und im Geradstromprinzip auf den Fraktionierer 8 zur Trennung in die beiden Pflanzgutfraktionen geleitet. Danach werden die fraktionierten Kartoffeln über den Förderer 9 bzw. direkt auf die Verleseti-