

# Entwicklung und Erprobung einer automatischen Verleseeinrichtung für das Maschinensystem Kartoffelproduktion

Dipl.-Ing. P. Liebke, Weimar-Werk GmbH

Verfahrenstechnisch ist die Automatische Verleseeinrichtung (AVE) Bestandteil des Maschinensystems Kartoffelproduktion und wird in den Maschinenketten zur Aufbereitung von ungeschälten Speise- und Pflanzkartoffeln eingesetzt.

Beim Verlesen ungeschälter Speise- und Pflanzkartoffeln sollen aus einem Gemenge, bestehend aus Kartoffeln und Beimengungen, die mangelbehafteten (mb) Kartoffeln von den mangelfreien/-armen (mf) Kartoffeln getrennt und in einzelnen Kanälen abgeführt werden. Von mb-Kartoffeln wird gesprochen, wenn deren Oberfläche mit Naßfäule, Trockenfäule, frischer oder verkorkter Beschädigung und Rhizoctonia behaftet ist. Zusätzlich wurde die Eignung der AVE, vor allem deren Erkennungseinrichtung, im

Tafel 1. Ergebnisse der Erprobung der AVE für ungeschälte Kartoffeln

Kennwerte	Erprobungsergebnisse
– Massedurchsatz je Anlage und bei gemischter Fraktion	3,2 bis 3,9 (5,0) t/h
– Anteil mangelbehafteter Kartoffeln in der Rohware	5,8 bis 30 % Massenanteil <sup>1)</sup>
– Leitgütegrad: mf-Kartoffeln	> 0,95
– mb-Kartoffeln	0,70
– Fäule	> 0,80
– Beschädigungen, verkorkt	> 0,80
– Beschädigungen, frisch	0,60
– Rhizoctonia	< 0,30
– stückige Beimengungen	> 0,80 bis 0,95
– Mängel	Naßfäule, Trockenfäule, verkorkte und frische Beschädigungen, Rhizoctonia
– Mangelfleckgröße (Grenze)	100 mm <sup>2</sup>
– Verschmutzungsgrad	> 10 mm Fleckdurchmesser
– Verschmutzungsgrad	max. 0,3 % Massenanteil abwaschbare Schmutzteile, wobei der größte Schmutzfleckdurchmesser < 10 mm
– Beschädigungskennwert (Zunahme)	< 0,2 % Massenanteil bei einer Kartoffeltemperatur von 7,8 °C
– Beanspruchungskennwert BKW	159,4 N
– Arbeitskräfte	anteiliger Arbeitsplatz für Wartung und Kontrolle
– Leistungsbedarf	0,2 AK/AVE und 1,0 AK/AVE für Nachkorrektur
– Oberflächenwasseranteil naßgereinigter Kartoffeln	9,8 kW einschließlich vorgeschalteter Technik, Kompressor und Elektronik
– Energieverbrauch	max. 0,35 % Massenanteil
– Masse	2,9 kWh/t
	485 kg

1) bezogen auf die Gesamtmasse der Kartoffeln

Schälprozeß zur Erkennung von Kartoffelmängeln und Schalenresten nach dem Schälvorgang geprüft.

## Aufbau und Wirkungsweise der Automatischen Verleseeinrichtung

Die Entwicklungsarbeiten zur AVE im Bereich Hauptkonstruktion der Weimar-Werk GmbH basieren auf Ergebnissen der Grundlagenforschung im Bereich der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Mit Beginn des Forschungs- und Entwicklungsthemas in Weimar wurde schrittweise eine komplette AVE aufgebaut und experimentell untersucht bzw. optimiert, die sich aus folgenden Baugruppen zusammensetzt:

- Zuführeinrichtung
- Erkennungseinheit
- Auswerfer
- Aufpralldämpfung mit integrierter Trennkante.

### Baugruppe zum Zuführen und Vereinzeln

Diese Baugruppe muß die zu begutachtenden Kartoffeln von der vorgeschalteten Fördererntechnik aufnehmen und einreihig sowie in Längsachse parallel zur Transporteinrichtung ausgerichtet der Erkennungseinrichtung zuführen.

### Erkennungseinrichtung, bestehend aus fotometrischer Kammer und separatem Elektronikblock

Diese Baugruppe muß die zu begutachtenden Kartoffeln in freiem Fall hinsichtlich Qualitätsmängel auf der Kartoffeloberfläche untersuchen und bei Überschreiten einer Schwelle ein Signal an den Auswerfer geben.

Dazu werden die Kartoffeln zeilenweise von drei um 120° versetzt angeordneten CCD-Zeilencameras abgetastet. Die so gewonnenen Signale werden in einem separaten Elektronikblock nach einem bestimmten Algorithmus ausgewertet. Dabei wird gleichzeitig die Teillelänge ermittelt, was zur exakteren Ansteuerung des Auswerfers beiträgt.

### Trennbaugruppe mit Auswerfer, Trennkante und Aufpralldämpfung

Bei dem Auswerfer handelt es sich um einen elektropneumatischen Freistrahlauswerfer, der sich durch hohe Standzeit und Zuverlässigkeit auszeichnet. Die Trennkante ist in der besonders geformten Aufpralldämpfung integriert. Die speziell entwickelte Aufpralldämpfung garantiert eine schonende Behandlung der Kartoffeln.

### Korrekturverlesebaugruppe

An dieser Baugruppe werden von einer Arbeitskraft die Arbeitsqualität der AVE kontrolliert und ggf. Korrekturen der einzelnen Verleseabgänge von Hand durchgeführt bzw. die Einstellparameter der AVE optimiert.

### Verfahrenstechnische und technologische Probleme (Rekonstruktionsfähigkeit)

Erstens:

Voraussetzung für die automatische Mangel-

erkennung sind saubere Kartoffeln, da eine eindeutige automatische Mangeldifferenzierung zwischen Restschmutz (gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt bis zu linsenförmigen Schmutzflecken) und Kartoffelmängeln (z. B. Fäulen, Beschädigungen) mit einer elektrooptischen Erkennungseinrichtung, die die Grauwertverteilung auf der Kartoffeloberfläche analysiert, selbst bei Auswertung mehrerer Wellenlängen nicht möglich ist.

Untersuchungen ergaben, daß der Restschmutz bei naßgereinigten Kartoffeln  $\leq 0,3\%$  Massenanteil, gleichmäßig auf der Kartoffeloberfläche verteilte abwaschbare Schmutzteile, betragen darf.

Der Grenzwert für die Mangelfleckgröße wurde auf der Grundlage einer Analyse der Kartoffelqualität mit 100 mm<sup>2</sup> festgelegt. Flächenhaft konzentrierte Schmutzflecken müssen in ihren Abmessungen deutlich kleiner sein als die Trenngrenze für die Mangelfleckgröße, d. h. deutlich  $\leq 100$  mm<sup>2</sup>, da sonst die Kartoffel als mangelbehaftet erkannt und ausgesondert wird.

Prinzipiell ist der Grenzwert für die Mangelfleckgröße bis 1 mm<sup>2</sup> zur Anpassung an steigende Qualitätsanforderungen, aber auch als Grundlage für den Einsatz der AVE in Schälereien, realisierbar.

Die von der Landwirtschaft produzierte Naßaufbereitungsanlage wurde bereits in der Zu-

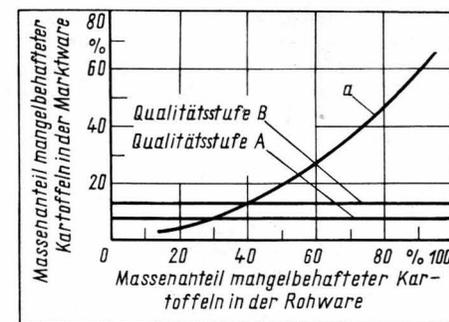
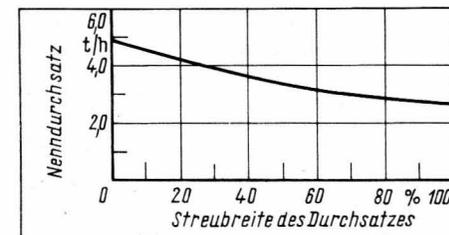


Bild 1. Abhängigkeit des Arbeitsergebnisses der Automatischen Verleseeinrichtung vom Anteil mangelbehafteter Kartoffeln in der Rohware (Qualitätsstufen nach TGL 7776); a Kurve für Beimengungsanteil von 5 % (Massenanteil) und Leitgüte von 80 % für mangelbehaftete Kartoffeln

Bild 2. Abhängigkeit des Nenndurchsatzes von der Streubreite des Rohwaredurchsatzes (Kurve für einen maximalen Durchsatz von 5 t/h)



sammenarbeit mit den Labormustern der AVE getestet und deren prinzipielle Eignung festgestellt.

Aus Testversuchen mit trockengereinigten Kartoffeln in einem Kartoffellagerhaus ist ersichtlich, daß bei bestimmten Bedingungen ein Verlesen mit der AVE möglich ist. Der endgültige experimentelle Nachweis steht noch aus.

Zweitens:

Bei Einhaltung der geforderten Parameter wird im wesentlichen die gleiche Arbeitsqualität erreicht wie beim Handverlesen, vor allem dann, wenn vernachlässigt wird, daß die AVE prinzipbedingt leicht ergrünte und mißgestaltete Kartoffeln nicht als mangelhaft erkennt.

Für die AVE spricht aber die gleichbleibende Arbeitsqualität im gesamten Einsatzzeitraum, im Gegensatz zur ständig subjektiv beeinflussten Arbeitsqualität bei Verlesearbeitskräften. Beachtet werden muß dabei der direkte Zusammenhang zwischen dem Anteil der mangelbehafteten Kartoffeln in der Rohware und dem Arbeitsergebnis des Automaten. Dieser Zusammenhang wirkt in analoger Weise auch beim Handverlesen (Bild 1).

Die Einordnung der AVE ist maschinenbautechnisch und technologisch in die bestehenden Kartoffellagerhäuser mit und ohne Nachkorrekturplatz sowie innerhalb und außerhalb des Verleseraumes möglich.

Dazu wurden einige mögliche Einordnungen maßstäblich erarbeitet, aus denen ersichtlich ist, daß die AVE im Verlesetrakt von vorhandenen ALV-Anlagen rekonstruktionsfähig ist. Schwerpunkte der projektseitigen Untersuchungen waren:

- Einordnung von 2 AVE in einer ALV-Anlage; Verlesen mit 2 AVE außerhalb des Verleseraumes (wahlweise mit Korrektur)
- Einordnung der AVE in der Schällinie eines Kartoffellagerhauses (Verlesen geschälter Kartoffeln)
- Einordnung der AVE im Verleseraum (innerhalb einer für DDR-Standorte üblichen Halle); Verlesen mit 1 AVE im Verleseraum ohne Korrektur
- Einordnung der AVE im Verleseraum in einem Kartoffellagerhaus mit 8 Verlesetischen.

#### Einschätzung der Erprobungsergebnisse

Die AVE für ungeschälte Kartoffeln wurde seit Dezember 1989 unter Praxisbedingungen in einem Kartoffellagerhaus erprobt.

Die Ergebnisse sind in Tafel 1 dargestellt. Danach kann eingeschätzt werden, daß die wesentlichen Kennwerte der AVE (Durchsatz, Leitgüte, BKW, Beschädigungswertzunahme, spezifischer Energieverbrauch) erfüllt wurden. Eine Steigerung des Durchsatzes ist nur mit einer verbesserten Kontinuität des Rohwaredurchsatzes möglich, was projektseitig durch dosierte Beschickung realisiert werden kann.

Dieser theoretische Zusammenhang, der auch tendenziell praktisch nachgewiesen wurde, ist im Bild 2 dargestellt.

Laut Standard TGL 7776 entspricht ein Anteil von < 8 % (Massenanteil) mb-Kartoffeln der Güteklasse A und ein Anteil von < 13 % (Massenanteil) mb-Kartoffeln in der Marktware der Güteklasse B.

Mit den erreichten Leitgüten der AVE für ungeschälte Kartoffeln wird im Strom der mf-Kartoffeln eine Marktware der Güteklassen laut TGL 7776 je nach Rohwarezusammensetzung realisiert.

Ergänzend wurde die Eignung dieser AVE, vor allem deren Erkennungseinrichtung, im Schälprozeß zur Erkennung von Kartoffelmängeln und Schalenresten nach dem Schälvorgang geprüft.

Erste Tests der AVE in einer Schällinie ergaben positive Ergebnisse hinsichtlich der erreichten Arbeitsqualität.

#### Zusammenfassung

Die AVE ersetzt hinsichtlich der Arbeitsaufgabe einen Verlesetisch K 728 mit 4 Arbeitskräften. Diese 4 Arbeitskräfte sind erforderlich, um, verteilt über die Gesamtschicht, die gleiche Leistung und Verlesequalität, wie sie von der AVE gefordert wird, zu erreichen.

Nicht berücksichtigt wird in diesem Zusammenhang, daß die Verlesequalität beim Handverlesen durch die Abnahme des psychischen und physischen Leistungsvermö-

gens des Menschen im Verlauf einer Schicht progressiv nachläßt.

Für die AVE ist zur Nachkontrolle und Überwachung der Arbeitsqualität sowie zur eventuell notwendigen Handkorrektur des Arbeitsergebnisses eine Arbeitskraft vorgesehen. Damit werden je AVE effektiv drei Arbeitskräfte eingespart.

Bei entsprechenden technologischen Voraussetzungen kann die AVE rund um die Uhr eingesetzt werden, was sich kostengünstig auf die termingerechte Erfüllung von Versorgungsaufgaben auswirkt.

Mit der AVE kann der arbeitsintensive Prozeß des Verlesens automatisiert werden, d. h. bedienarm und kontinuierlich eine gegenüber dem Handverlesen bessere Qualität der Marktware erreicht werden.

A 6026

### Jahrestagung 1990 des FA Kartoffelwirtschaft

Der Fachausschuß „Kartoffelwirtschaft“ der KDT organisiert gemeinsam mit dem Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz am 4. und 5. Dezember im Kongreßhotel Rostock seine diesjährige Jahrestagung. Tagungsschwerpunkte sind:

- Kartoffelwirtschaft
- Feldwirtschaft
- Lagerwirtschaft
- Qualitätsanforderungen
- Waschen - Abwasser - Abprodukte
- Aus der Arbeit des FA „Kartoffelwirtschaft“
- Neukonstruktionen und bewährte Ausrüstungen für Lagerung, Umschlag, Be- und Verarbeitung
- Dia-, Folien- und Videokurzvorträge von Neuerern, Konstrukteuren und Beauftragten marktbekannter Unternehmen.

Interessenten wenden sich an: Kammer der Technik e.V., Geschäftsstelle, Rosa-Luxemburg-Straße 32, Rostock 2500.



Gummiwerk Elbe GmbH  
Wittenberg Lutherstadt-Piesteritz

Wir sind Alleinhersteller von

## Gummifingerbändern

für in der DDR gebaute Erntemaschinen.

Wir liefern unsere Herstellungspalette in diversen Abmessungen.

Sonderanfertigungen sind möglich.

Unser Werk ist auch Ihr Partner für:

● Trennleisten

● Melkstrümpfe

Nennweiten 23 und 25

und unser neues Erzeugnis

● Kälbersauger.

Wir bieten Direktbezug ab Werk.

**Gummiwerk Elbe GmbH,**  
Straße der Neuerer 125,  
Wittenberg Lutherstadt-Piesteritz,  
4602, Tel.: 600