

37,3 t/h ( $T_{04}$ ). Für die beiden Einzellinien wurden je 23,5 t/h ( $T_{04}$ ) ermittelt. Das entspricht einer Leistung der pneumatischen Trennanlagen von je 16,6 t/h ( $T_{04}$ ) [1]. Messungen zur Beschädigung bei der Annahme und Aufbereitung von Kartoffelrohware [2] zwischen Annahmeförderer und Haufenlager ergaben einen Wert (Massenanteil) von 12,5 %, wovon 8,0 % in der Voraufbereitungsstrecke bis zur Abgabestelle des K 720 und 2,4 % in der pneumatischen Trennanlage verursacht wurden. Die hohen Beschädigungen in der Voraufbereitungsstrecke wurden durch einige Fallstufen hervorgerufen, die aufgrund der bis zur Ernte verbleibenden kurzen Zeit nicht mehr verändert werden konnten.

Da am Standort stellenweise Erntegut mit einem Beimengungsanteil von 50 % vom Feld angeliefert wurde, mußte ein zusätzlicher Trennmechanismus in Form eines Gummifingerbandes eingeordnet werden, da der störungsfreie Betrieb der pneumatischen Trennanlage wesentlich von der vorherigen Abtrennung von Erde und Kraut abhängt. Für das Gummifingerband wurde eine Einbaulage gewählt, die eine Umlenkung des Gutstromes mit einem hohen Trenneffekt bewirkt. Jedoch ergaben sich daraus eine höhere Fallstufe und Beschädigungen durch die Umlenkung.

Die Trenngenauigkeit war gut, was auch der

Anteil Beimengungen im Lagergut mit 0,5 % und der Anteil Kartoffeln auf dem Steinband mit 1,0 % belegen. Vom Steinband wurden die Kartoffeln durch zwei Arbeitskräfte abgeammelt.

Nicht gelöst wurden die Abführung und die Reinigung der von den pneumatischen Trennanlagen abgegebenen Luft, die mit Staub und Feinkraut beladen in das Freie geblasen wurde. Das wirkte sich auch erschwerend auf die Arbeit des Bedien- und Wartungspersonals aus.

Weiterhin war der Betrieb der Annahmestrecke sehr von Witterungseinflüssen abhängig, da die Anlagen aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit bei der Realisierung ohne bauseitige Überdachung aufgestellt werden mußten.

Mit Instandsetzungskosten von weniger als 2 000 M konnte eine weitere Forderung aus der Aufgabenstellung erfüllt werden.

## 5. Schlußfolgerungen

In Auswertung der Ergebnisse der Kartoffelernte 1982 kann eingeschätzt werden, daß sich die Annahmestrecke in der beschriebenen Form bewährt hat. Außerdem zeigte sich, daß noch einige Veränderungen an der Anlage erforderlich sind:

- Verbesserung konstruktiver Details an den pneumatischen Trennanlagen aufgrund der bisher vorliegenden Ergebnisse

von verschiedenen Standorten, die zu einer weiteren Erhöhung der Leistungsparameter der Maschine führen

- Verringerung der Beschädigungen durch die Minimierung der Fallstufen an den Übergabestellen
- Überdachung der gesamten Annahme zur Gewährleistung eines von den Witterungsbedingungen unabhängigen störungsfreien Betriebs der Anlage
- Aufbau je einer Portalkippanlage zur Zwischenspeicherung von Erde und Kraut sowie von Steinen entsprechend einem Projekt des Ingenieurbüros der VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg, die die Lagerung auf einer Halde ablösen und gleichzeitig den Einsatz zusätzlicher Hebezeuge einsparen sollen
- Schaffung einer Lösung zur Abführung und Reinigung der mit Staub und Feinkraut beladenen Luft aus den pneumatischen Trennanlagen.

## Literatur

- [1] Leistungsmessungen bei der Ernte 1982. LPG Pflanzenproduktion Broderstorf, unveröffentlichtes Material.
- [2] Wissenschaftliche Untersuchungen zur Beschädigung bei der Annahme und Aufbereitung von Kartoffelrohware in der Kartoffelernte 1982. Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz, unveröffentlichtes Material. A 3836

# Entwicklungstendenzen der Mechanisierungsmittel zum Verlesen von Kartoffeln

Dr.-Ing. B. Herold/Dr. agr. habil. K. Baganz, KDT  
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Gegenwärtiger Stand

Durch Verlesen werden Speise- und Pflanzkartoffeln in Qualitätsklassen (standardgerechte Knollen, nicht standardgerechte, d. h. mit Mängeln behaftete Knollen) aufgeteilt. Die entsprechenden Qualitätsstandards der DDR, TGL 7776 bzw. 7777, beinhalten etwa 17 verschiedene auslesbare Mängel, von denen nur 70 % äußerlich erkennbar sind. Das Verlesen von ungeschälten Kartoffeln wird gegenwärtig im In- und Ausland praktisch ausschließlich von Hand durchgeführt [1], wobei die Kartoffeln nur nach den äußerlich erkennbaren Merkmalen bewertet werden. Die Abnahmeprüfung erfolgt aber auch nach sog. inneren Mängeln, die durch Zerschneiden festgestellt werden.

In allen Kartoffelbauländern bestehen Schwierigkeiten, den hohen Arbeitsaufwand für Verlesearbeiten (rd. 20 AKh/ha) abzusichern [2]. Untersuchungen in der DDR haben gezeigt, daß, wenn z. B. in der Speisekartoffelproduktion nur 0,58 AKh/t (Mittelwert von 385 Messungen) eingesetzt wurden, in keinem Fall den Anforderungen der Qualität IA entsprochen werden konnte. Verleseaufwendungen von durchschnittlich 0,98 AKh/t im Pflanzkartoffelbau führten z. T. auch noch zu Restmängeln im Minderungsbereich.

Seit etwa 5 Jahren sind in der internationalen Literatur Tendenzen erkennbar, den Handarbeitsaufwand zum Verlesen in der Kartoffel-

produktion durch Einsatz technischer Mittel zu vermindern.

## 2. Entwicklungstendenzen

Beim Verlesen ungeschälter Kartoffeln wird auch in den nächsten Jahren die Arbeit an Handverlesebändern das vorherrschende Verfahren sein, d. h. das Erkennen äußerlicher Mängel und das Greifen und Herausnehmen durch die Verleseperson.

Konstruktive Entwicklungen zielen auf kurze Verlesebänder mit 1 bis 2 Verleseplätzen je Produktstrom. Allgemein wird zuverlässige Wendung auf Rollenstrecken angestrebt. Bandförderer bilden Ausnahmen und sollen Berührungsinfektionen reduzieren. Über eine gute ergonomische Gestaltung der Verleseplätze ist es möglich, die Arbeitsqualität bei vorgegebener Arbeitskräfteanzahl zu erhöhen [3].

Im Jahr 1978 wurden von mehreren Herstellern von Aufbereitungsmaschinen sog. halbautomatische Verlesebänder angeboten, bei denen die Verleseperson nur noch die Kennzeichnung der mit äußerlich erkennbaren Mängeln behafteten Knollen vornimmt, die Aussonderung dieser Knollen aber durch die Maschine erfolgt. Maschinen dieser Art wurden in verschiedenen Variationen vorgestellt, z. B. direkte Kennzeichnung mit Zeigereinrichtung (Tong TAS 40), Kennzeichnung auf Fernschirmschirm (Lockwood Telesektor) [4, 5]. In den Ausstellungsberichten der

letzten Jahre (z. B. [6, 7]) wurden derartige Maschinen nicht mehr angeführt, so daß zu vermuten ist, daß die von den Herstellern für diese noch relativ kostenaufwendigen Maschinen angeführten Leistungssteigerungen (bis zu 30 %) sich im praktischen Betrieb nicht überzeugend bestätigt haben. Versuche in der DDR ergaben nur für höhere Mängelanteile erkennbare Vorteile für das „Nur-Erkennen-müssen“ durch die Verleseperson, d. h. für die halbautomatische Variante gegenüber dem konventionellen Handverleseband (Tafel 1). Demgegenüber deuten veröffentlichte Ergebnisse über Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im internationalen Maßstab auf eine Orientierung zum Vollautomaten, zumindest zum Grobverlesen von Kartoffeln, d. h. auf ein Gerät, das selbständig Mängelerkennung und Aussonderung mangelbehafteter Stücke durchführt. Techni-

Tafel 1. Relativer Abscheidungsgrad (Verleseeffekt) an einem halbautomatischen Verlesetisch gegenüber reinem Handverlesen (Laborversuch)

| Mängelanteil (Stückanteil) % | Durchsatz in t/h |      |      |
|------------------------------|------------------|------|------|
|                              | 1,44             | 1,84 | 2,11 |
| 10                           | 1,02             | 1,01 | 0,99 |
| 25                           | 0,98             | 0,99 | 1,03 |
| 40                           | 1,03             | 1,12 | 1,06 |

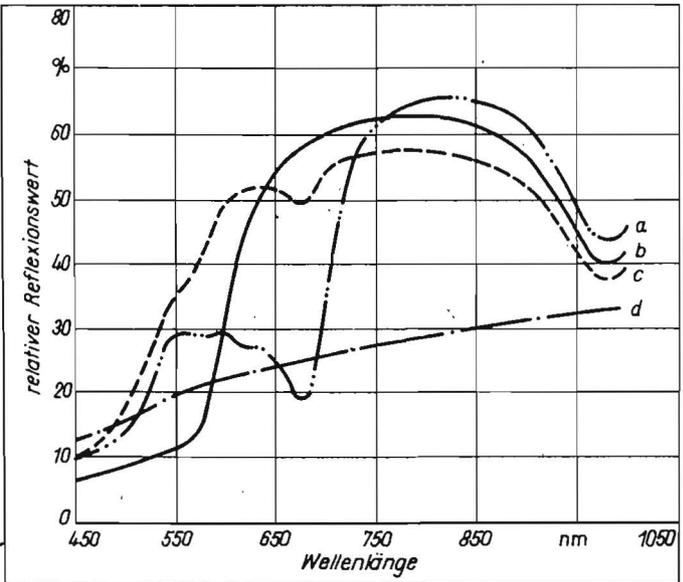
sche Voraussetzungen für die Entwicklung von Verleseautomaten sind gegeben durch die positiven Erfahrungen der Landmaschinenindustrie mehrerer Länder sowohl mit elektronischen Trenneinrichtungen für kartoffelgroße Beimengungen (Steine, Erdkluten) [6, 7] als auch mit fotoelektronisch gesteuerten Einrichtungen, die einerseits Obst und Gemüse nach Farbe [8, 9, 10] bzw. gleichzeitig nach Farb- und Qualitätsmerkmalen [11] und andererseits geschälte Produkte (Kartoffeln, Karotten u. a.) nach Restschalenanteil [12, 13] sortieren. Aus den veröffentlichten Forschungsergebnissen [14, 15, 16, 17, 18] kann abgeleitet werden, daß als aussichtsreichstes Prinzip zur Unterscheidung mangelfreier und mangelbehafteter Kartoffeln die Ausnutzung der Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren und nahen infraroten Bereich anzusehen ist. In Analogie zum Wirkprinzip von fotoelektronischen Sortiereinrichtungen zur Abscheidung grüner Früchte und Beimengungen bei der maschinellen Tomatenernte [11], wo man die Gutstücke aufgrund ihres unterschiedlichen Reflexionsverhaltens bei zwei Wellenlängen identifiziert und trennt (Bilder 1 und 2), lassen sich wellenlängenabhängige Reflexionswerte auch zur Unterscheidung der mangelfreien von beschädigten und angefaulten Kartoffeln verwenden [17] (Bilder 3 und 4). Nach den bestehenden Qualitätsforderungen sind sowohl völlig als auch teilweise geschädigte Kartoffelknollen beim Verlesen auszusondern. Dies kann z. B. durch fotometrische Abtastung der Knollenoberfläche beim Transport auf Rollenbändern mit einer Leistung von etwa 4 Stück/s je Arbeitskanal realisiert werden [14] (Bild 5). Im Interesse einer breiten Anwendung entsprechender Verleseautomaten wird die Einbeziehung von flexiblen, für verschiedene Einsatzbedingungen einstellbaren elektronischen Signalverarbeitungssystemen unumgänglich sein [16].

### 3. Technologisch-ökonomische Aspekte

Die technologische Einordnung von fotoelektronischen Verleseautomaten wird bei Zuführung gewaschener Kartoffelware ohne nennenswerten Beimengungsanteil die geringsten Probleme bereiten. Durch Haftschnitz an den Knollen bzw. mitgeführte erdige Beimengungen wird jedoch mit Schwierigkeiten hinsichtlich Identifikationsfehlern bei den betreffenden Knollen zu rechnen sein, und es werden Schmutzablagerungen und damit verbundene Betriebsstörungen an den fotoelektronischen Baugruppen auftreten können [15, 19]. Hohe Anforderungen werden auch an die stückweise Zuführung der Kartoffeln zu stellen sein, um einerseits eine sichere Identifizierung und Trennung zu erreichen und zum anderen das gegebene Leistungsvermögen der fotoelektronischen Einrichtung voll auszuschöpfen [20]. Bei der Einsatzvorbereitung von Verleseautomaten innerhalb des Maschinensystems der Kartoffelaufbereitung ist ferner zu berücksichtigen, daß die fotoelektronische Einrichtung auch für weitere Funktionen im technologischen Ablauf, wie z. B. die Größensortierung, genutzt werden kann [21, 22].

Anhand der vorliegenden Literatur ist einzuschätzen, daß gegenwärtig im internationalen Maßstab noch nach betriebswirtschaftlich befriedigenden Lösungen für das automatische Kartoffelverlesen gesucht wird. Nur aus der UdSSR ist bisher ein praktischer

Bild 1  
Spektrales Reflexionsverhalten von Tomaten und Erdkluten (nach [11]):  
a grüne Tomate, b rote Tomate, c orangefarbene Tomate, d Erdklute



Einsatzfall für eine Anlage zur Speisekartoffelaufbereitung einschließlich vollautomatisierter Aussortierung mangelbehafteter Knollen bekannt [23]. Trotz großer Fortschritte bei der Bereitstellung preiswerter mikroelektronischer Bauelemente wird bei einer technischen Ausführung gegenwärtig noch mit hohen Investitionskosten und auch relativ hohem Instandhaltungsaufwand für derartige Verleseautomaten zu rechnen sein. Ein weiteres Problem bei der Einführung dieser Mechanisierungsmittel stellt die Anpaßbarkeit technisch realisierbarer Unterscheidungskriterien an die bisher auf subjektive Beurteilung von biologischem Material ausgelegten Qualitätsstandards dar. Ohne Kompromisse wird diese Frage kaum zu lösen sein. Die Entscheidung für eine Automatisierung des Verlesens auf dieser Stufe wird nicht zuletzt auch davon abhängen, welcher Stellenwert der Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch Befreiung der bisher eingesetzten Ver-

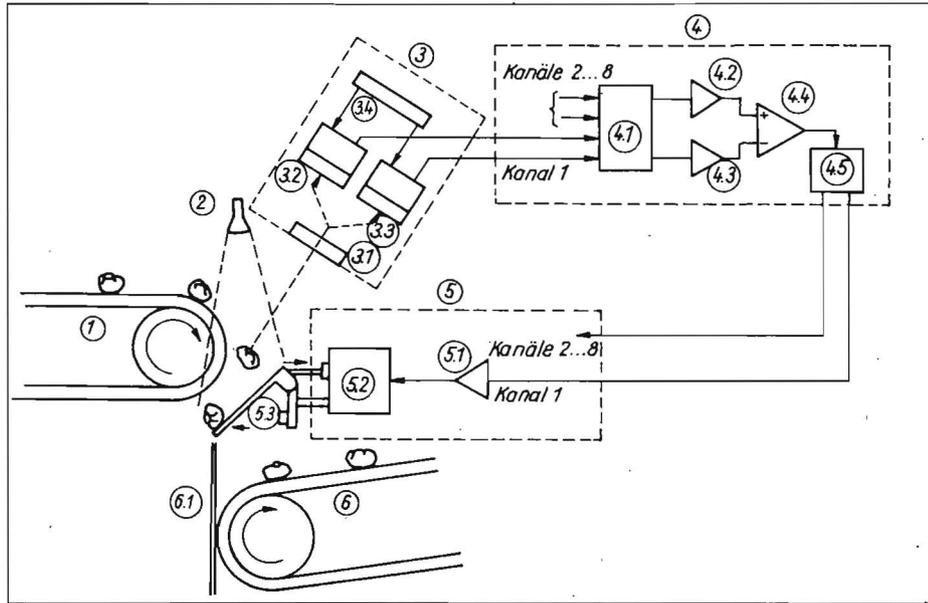
lesepersonen von dieser ergonomisch ungünstigen Arbeit beigemessen wird.

### 4. Schlußfolgerungen

Aus der Analyse der technischen Entwicklung und der ökonomisch-technologischen Situation ist der Einsatz von Verleseautomaten für Kartoffeln als eine praxiswirksam technisch realisierbare Variante gegen Ende dieses Jahrzehnts denkbar. Eine solche Entwicklung hätte Konsequenzen für die technologische Einordnung, die weit über ein bloßes Austauschen der konventionellen Handverlesetische hinausgehen. Einige dieser Gesichtspunkte sind:

- erhöhte Bedeutung der Knollenreinheit sowohl für die Speise- als auch für die Pflanzkartoffelproduktion, stärkere Einordnung von Reinigungseinrichtungen in die technologischen Linien für ungünstigere Standorte
- konsequente Einordnung des Verleseauto-

Bild 2. Vereinfachtes Blockschema des Tomatenfarbsortierers von FMC (nach [11]):  
1 Zuführband, 2 Lampe, 3 Beobachtungseinheit, 3.1 Linse, 3.2 Filter und Sensor „grün“, 3.3 Filter und Sensor „rot“, 3.4 Temperatursteuerung, 4 Verarbeitungseinheit, 4.1 Multiplexer, 4.2 Verstärker für „grün“-Signal, 4.3 Verstärker für „rot“-Signal, 4.4 Komparator, 4.5 Magnetansteuerung, 5 Auswerferreinheit, 5.1 Verstärker, 5.2 Auswerfermagnet, 5.3 Auswerfer (rote Früchte), 6 Abförhband Marktware (rote Früchte), 6.1 Trennwand zum Abgang (grüne Früchte, Erde)



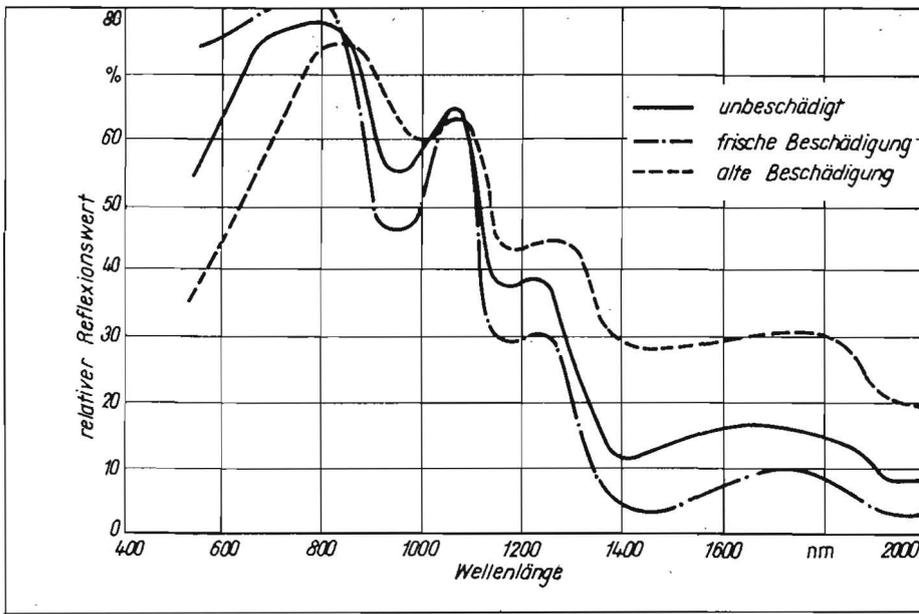


Bild 3. Vergleich zwischen Reflexionsverhalten von beschädigten und unbeschädigten Kartoffeln (nach [17])

maten als verfahrensbestimmende Maschine, Auslegung der Linien auf mehrschichtigen Betrieb bei verringertem Durchsatz, Nutzung möglicher Zusatzfunktionen des Automaten

– technologisch sinnvolle Kompromisse hinsichtlich der Arbeitsqualitätsanforderungen, die aber bei konsequenter Einhaltung

ökonomische Vorteile gegenüber dem gegenwärtigen Handverlesen bieten müssen.

Für die landwirtschaftliche Praxis kommt es auch in den nächsten Jahren darauf an, an den vorhandenen und den neuentwickelten Handverlesebändern mit der verfügbaren Arbeitskräftekapazität hohe Qualität zu erzielen.

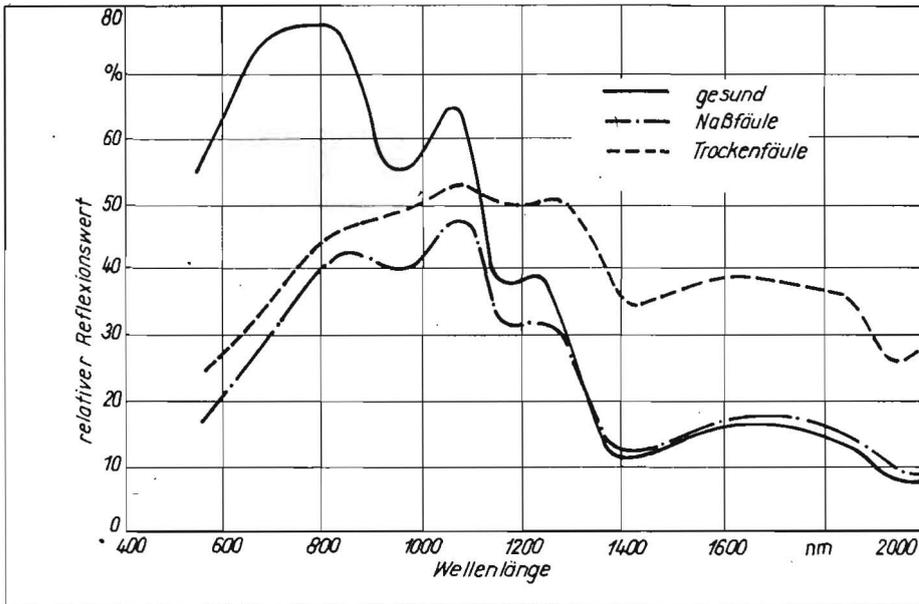


Bild 4

Typisches Reflexionsverhalten von gesunden und fäulebehafteten Kartoffeln (nach [17])

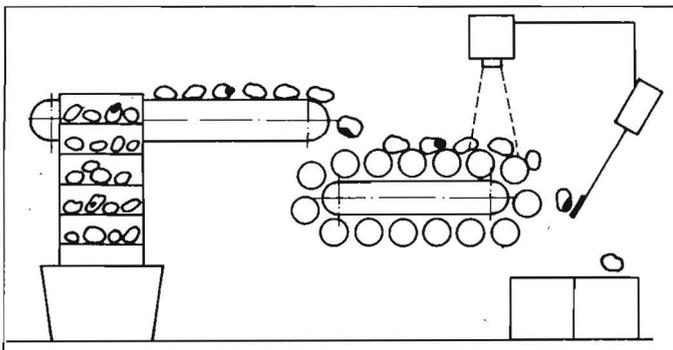


Bild 5

Technologisches Schema einer Anlage zum automatischen Verlesen (nach [14])

## Literatur

- [1] Prochorova, M. F.; Suchanova, R. S.: Mechanisierung der Nachernteaufbereitung und Lagerung von Gemüse und Kartoffeln. Internationales System „Agrolinform“ der RGW-Länder, VNIITEISCh Moskva 1983.
- [2] Dressel, K. H.: 10 Jahre B. K. V. Harsewinkel. Der Kartoffelbau, Gelsenkirchen-Buer 33 (1982) 9, S. 315–316.
- [3] Raum, H.; Schreiber, J.: Untersuchungen zur Bewertung der ergometrischen Gestaltungsgüte des Verlesetisches K 718. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 8, S. 354–356.
- [4] Tong shows electronic potato sorter. Agricultural Machinery Journal, London 33 (1979) 1, S. 75.
- [5] Lockwood Graders introduces TV selector for potato inspection. Agricultural Machinery Journal, London 33 (1979) 1, S. 71.
- [6] 57. DLG-Ausstellung München. Der Kartoffelbau, Gelsenkirchen-Buer 33 (1982) 7, S. 243.
- [7] Specht, A.: Demonstration der Kartoffelernte, -lagerung und -aufbereitung in Großbritannien. Der Kartoffelbau, Gelsenkirchen-Buer 33 (1982) 11, S. 376–379.
- [8] AWETA-Farbtonylerleser. Prospekt der Fa. Beukel B. V., Monster, Niederlande.
- [9] Farbsortierer Electrosort. Prospekt der Fa. Decco Tiltbelt Pennwalt, Monrovia/California, USA.
- [10] Automat zur Tomatenfarbsortierung ASC-D2. Prospekt von Agromachinaimpex, Außenhandelsorganisation der VR Bulgarien, Sofia.
- [11] Chamberlin, D. W.: Electro-optic field tomato color sorter. ASAE, St. Joseph, Mich. (USA), ASAE-Paper No. 76–1533.
- [12] Sortex 714. Prospekt der Fa. Gunson's Sortex Ltd., London, Großbritannien.
- [13] Hydrosort – 918. Prospekt der Fa. Geosource Inc. (Electronic Systems Div.), Houston/Texas, USA.
- [14] Pšec̄enkov, K. A.; Starovojtov, V. I.: Einrichtung zum Abscheiden kranker Knollen. Kartoffel' i ovošči, Moskva (1978) 6, S. 10–11.
- [15] Jakob, P.: Untersuchungen über Möglichkeiten einer automatischen Trennung der mangelfreien von mangelbehafteten Kartoffeln. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 28 (1979) 2, S. 475–482.
- [16] Anderžanov, A. L., u. a.: Über das Problem der Struktur der funktionellen Schemata von Einrichtungen zur Sortierung von Früchten im technologischen Fluß. Selskostopanska tehnika, Sofia 18 (1981) 8, S. 31–35.
- [17] Porteous, R. L.; Muir, A. Y.: An experimental instrument for identifying damage, disease and other surface defects in potato tubers. EAPR Abstracts of Conference Papers. 8. Dreijahrestagung der Europäischen Gesellschaft für Kartoffelforschung, München 1981.
- [18] Grünwald, T.: Instrumentelle Farbmessung von Kartoffeln und Verarbeitungsprodukten. Confructa, Frankfurt (Main) 19 (1974) 3/4, S. 109–119.
- [19] Porteous, R. L., u. a.: The Identification of Diseases and Defects in Potato Tubers from Measurement of Optical Spectral Reflectance. J. agric. Engng. Res., London 26 (1981) S. 151–160.
- [20] Anderžanov, A. L.: Untersuchung einer Einrichtung zur Vereinzelung von Kartoffeln. Traktory i sel'chozmašiny, Moskva (1980) 12, S. 18–19.
- [21] Ideas in store. Power Farming, London 60 (1981) 12, S. 43–45, 47, 49.
- [22] Mc Crea, P. G.: Microcomputer-controlled potato sizing and selecting machinery. IECI Proc.: Appl. Mini and Microcomput., San Francisco, 1981, New York, S. 433–438.
- [23] Eželev, A.: Moderne Technik für die Aufbereitung von Kartoffeln. Presse der Sowjetunion, Berlin (1983) 15, S. 38. A 4093