

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 47 (1985)

Heft: 10

Artikel: Kartoffeln sortieren : Vergleichstest von Flachsiebsortiermaschinen

Autor: Spiess, Ernst / Heusser, Jakob

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081584>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

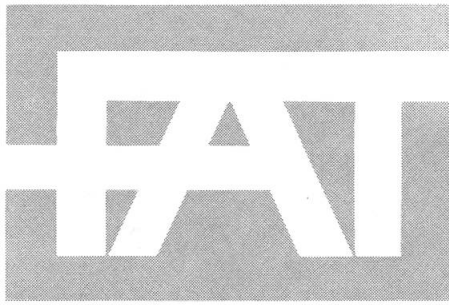
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Kartoffeln sortieren – Vergleichstest von Flachsiebssortiermaschinen

Ernst Spiess, Jakob Heusser

Für die Kartoffelaufbereitung im bäuerlichen Betrieb werden bis heute praktisch nur Flachsiebssortiermaschinen mit Rollenverlesebändern angeboten. Im Vergleich zu älteren Maschinen zeigen vor allem die nach dem Schocksystem arbeitenden Kalibrieraggregate einige bedeutende Vorteile. Problematisch bleibt aber immer noch die Kalibrierung von unförmigen Knollen. Der relativ grosse Handarbeitsaufwand für das Verlesen kann auch mit einer modernen Maschine kaum vermindert werden. Einigen Herstellern bietet sich dadurch Entwicklungsspielraum für neue mechanische oder elektronische Sortiersysteme. Das Kosten-Nutzenverhältnis dürfte aber auch in Zukunft für die erfolgreiche Einführung von Maschinen dieser Art und Grössenordnung bestimmend sein. Vorerst sollten die Bestrebungen vor allem auf die Detailverbesserung der einfachen, preisgünstigen Sortiersysteme sowie die Züchtung und Auswahl von «mechanisierungsfreundlichen» Kartoffelsorten ausgerichtet werden.

Der Begriff «Sortierung» ist bei Kartoffeln im allgemeinen als Qualitätsmerkmal zu verstehen und zwar sowohl für die Grössenkalibrierung (oder -sortierung) als auch für äusserlich erkennbare Mängel der Knollen. Anforderungen und Grenzwerte beider Bereiche sind in den «Schweizerischen Handelssanzen für Kartoffeln» ausführlich und verbindlich umschrieben. So wird die Grösse der Knollen nach ihrem Durchgang durch ein Quadratmass definiert, dessen Seiten bzw. Maschenweite in Millimetern fest-

gelegt sind. Grössenabweichungen bei Speisekartoffeln werden dabei bis höchstens 6% und bei Saatkartoffeln bis höchstens 2% des Gewichtes toleriert. Mehr als 10% Grössenabweichung berechtigt im ersten Fall zu Abzügen oder zur Annahmeverweigerung. Auch bei äusseren Knollenmängeln sind je nach den Voraussetzungen nur wenige Gewichtsprozente zulässig. Alle für bäuerliche Betriebe bestimmte Kartoffelsortiermaschinen sind dementsprechend immer mit Kalibrier- und Verleseeinrichtungen ausgerüstet.

Sortiersysteme

● Kalibrierung

Für die Kalibrierung werden heute je nach Aufbereitungsstufe und Leistungserfordernis teils sehr unterschiedliche Systeme angewendet:

- Schwingende Flachsiebe (in Grossanlagen zum Teil mit automatischer Reinigung und alternierender Frequenzverstellung),
- Hintereinander angeordnete horizontale Profilwalzen (Abb. 1),
- Umlaufende Maschensiebe mit Rüttelvorrichtung (Abb. 2) oder umlaufende vibrierende Riemen (Spaltsortierung),
- Kombination von je einer axialfördernden Spiral- und Glattwalze (Spaltsortierung) (Abb. 3),
- Elektronische Grössenabta- stung und elektropneumatische Ausscheidung (noch in der Erprobungsphase) (Abb. 4).

Für den bäuerlichen Betrieb konnten sich in der Schweiz bisher aber nur die **Flachsiebkali-**

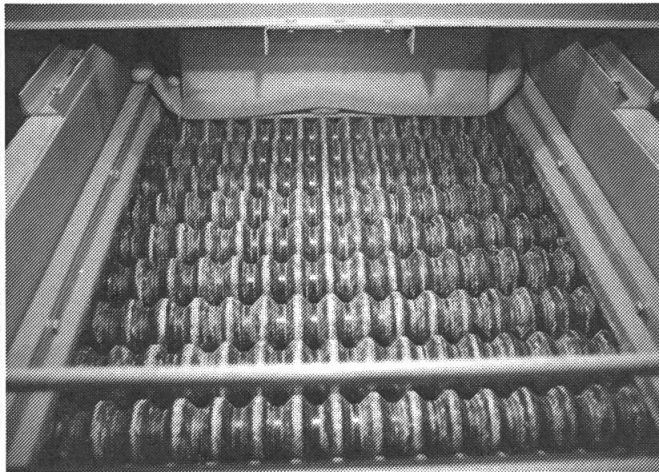


Abb. 1: Kalibrier-system mit um-laufenden Profil-walzen. Die spe-zielle Form der Walzen ermög-licht eine Qua-dratsortierung. Mit einem Aggre-gat können gleichzeitig meh-rere Kalibrierfrak-tionen erstellt werden (BLASER CH, Maschine für bäuerliche Betrie-be in Vorberei-tung).

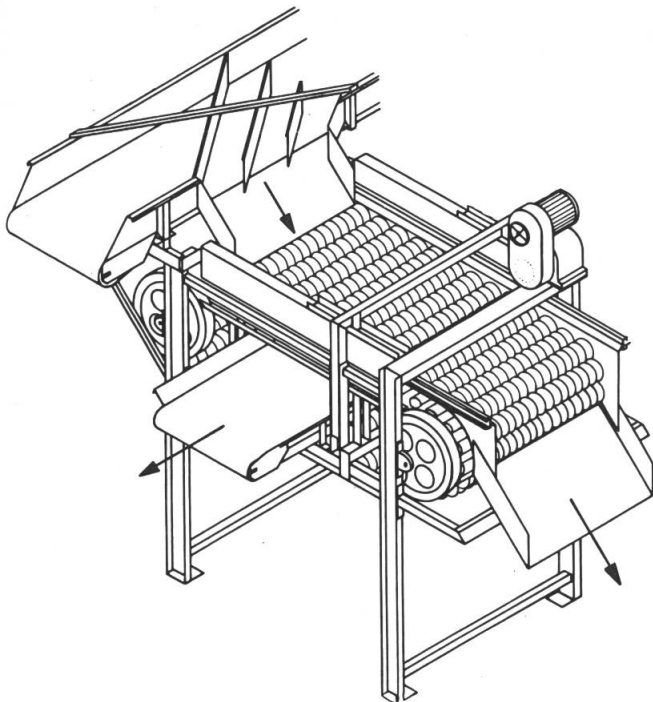


Abb. 2: Sortier-maschine mit zwei umlaufenden Maschen-siebbändern für die Erstellung von ins-gesamt drei Knollenfraktionen (TONG, GB).

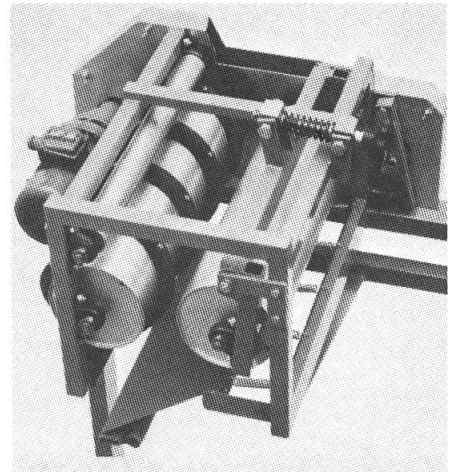
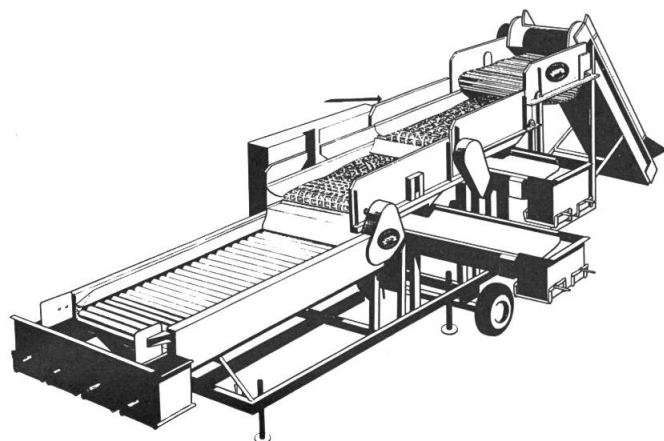


Abb. 3: Spiralwalzen-Kalibrieraggre-gat (KUSTER + VOGEL, CH). Der va-riable Abstand zwischen der Spiral-und Glatzwalze bildet den Sortier-spalt. Für jede Fraktion ist ein solches Walzenpaar erforderlich.

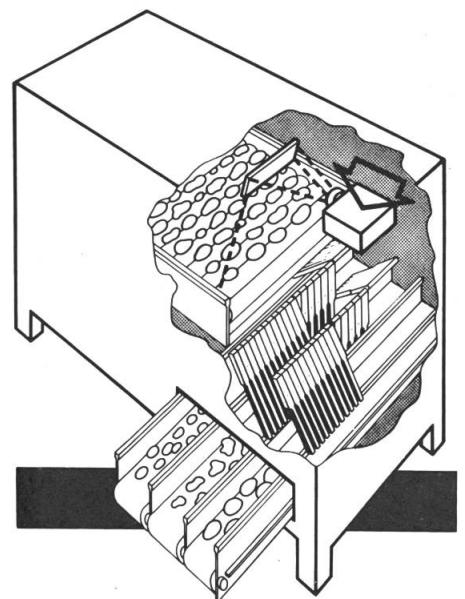
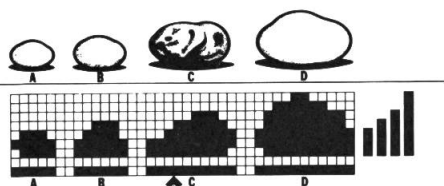


Abb. 4: Elektronisches Verlese- und Kalibriersystem (LOCTRONIC, GB).

a) Elektronische Kamera zur berührungslosen Abtastung der geför-dernten Kartoffeln. Darunter pneu-matisch betätigte Tastatur zur Ab-lenkung der Knollen auf verschie-dene Bahnen.

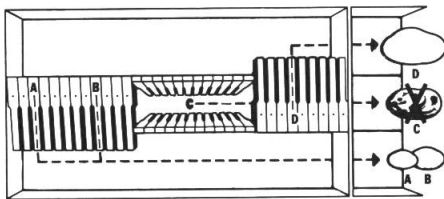


c) Die Signale der Kamera werden in ein elektronisches Rastersystem übertragen. Die Größenabstim-mung der Knollen erfolgt nach der Zahl überdeckter Rasterfelder in beiden Achsrichtungen:

Knolle A + B = Erste Kalibrierfrak-tion.
C = Verleseabgang (am Bildschirm markiert).
D = Zweite Kalibrierung.



b) Die auszulesenden Knollen können örtlich getrennt an einem oder mehreren Farbbildschirmen (Tele-selector) elektronisch markiert werden.



d) Eine zweireihige Tastatur leitet die elektronisch einzeln erfassten Knollen auf die entsprechenden Entsorgungsbänder.

Nebst weiteren Firmen in den USA arbeitet auch SAMRO-BYSTRONIC, CH an einem vollautomatischen, elektronischen Kalibrier / Verlesesystem.

zu verarbeiten. Maschinen mit **hintereinander angeordneten Sieben** sind vorwiegend für die Gewinnung von zahlreichen Knollenfraktionen (zum Beispiel kombinierte Aufbereitung von Speise- und Saatkartoffeln) vorgesehen. Indem sich die Knollen mit zunehmender Grösse absondern (die kleinsten Siebe sind am Anfang), werden die Siebflächen insgesamt stärker als beim ersten System belegt.

Im Hinblick auf die **Bewegungsabläufe der Siebe** (Siebkinematik) ist auf zwei bedeutende Unterschiede hinzuweisen. Unter «**Schwingsystem**» sind gleichförmig – in der Regel horizontal – schwingende Siebe zu verstehen. Die Erregung erfolgt durch eine Kurbelgetriebe. Beim neueren «**Schocksystem**» werden die Siebe hingegen durch eine rotierende Kurvenscheibe stoss- oder schockartig in horizontal/vertikaler Richtung bewegt, um dann jeweils für einige Zehntelssekunden in Ruhelage zu verbleiben. Damit soll den Knollen mehr Zeit gegeben werden, um sich zwischen zwei Stössen durch die Siebmaschen abtasten zu können.

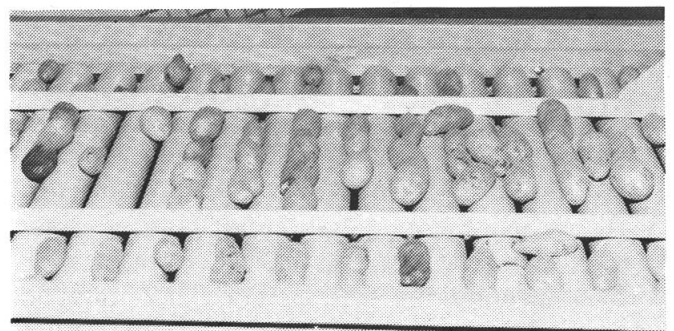
● Verlesen

Das Verlesen der Kartoffeln wird im In- und Ausland praktisch noch ausschliesslich von Hand durchgeführt. Mit der Einführung des heute zum Ausrüstungs-

standard gehörenden **Rollenverlesebandes** in den Fünfzigerjahren, das ein Drehen der Knollen über den ganzen Sichtbereich ermöglicht, konnte die Arbeit wesentlich erleichtert und das Ergebnis verbessert werden (Abb. 5). Seither ist jedoch kein bedeutender Fortschritt mehr zu verzeichnen. Entsprechend hoch ist immer noch der Arbeitsaufwand. Je nach Ausschussanteil und Verlesetischauslegung muss mit 0,5 bis 1,2 Akh je Tonne aufgebener Kartoffeln gerechnet werden.

Eine **Einordnung des Verlesetisches** vor der Kalibrierung hat bei mehreren zu erstellenden Fraktionen den Vorteil, dass alle Knollen auf einer Bahn und in einem Durchgang verlesen werden können. Ungünstig ist der vorgeschaltete Verlesetisch aber, wenn nur eine oder zwei Fraktionen als Marktware aufzubereiten sind, da dann zwangsläufig auch die möglicherweise beträchtlichen Anteile an Unter- und Übergrössen einer unnötigen Kontrolle unterzogen werden. Für diesen Fall ist ein der Kalibrierung nachgeschalteter Verlesetisch vorteilhaft. Allerdings können hier höchstens zwei Fraktionen gleichzeitig auf zwei Bahnen verlesen werden. Auch in diesem Bereich der Aufbereitungstechnik sind Bestrebungen im Gange, die Verlesearbeit unter **Anwendung der**

Abb. 5: Praktisch alle Sortiermaschinen werden heute mit Rollenverlesebändern ausgerüstet. Unterschiedlich sind die verwendeten Drehmechanismen, die Rollendurchmesser und die Bahneinteilungen.



brierung mit Quadratmaschen auf breiter Basis durchsetzen. Diese Entwicklung ist vor allem auf die bestehenden Sortiervorschriften (Quadratmass!), die relativ hohe Kalibriergenauigkeit und nicht zuletzt auf Kostengründe zurückzuführen. Bei den kompakteren Ausführungen mit **übereinander angeordneten Sieben** werden zuerst die grossen Knollen ausgeschieden. Die untergeordneten Siebe haben somit nur noch die nächstkleineren Fraktionen

Elektronik vorerst teilweise zu automatisieren. Dabei handelt es sich um Vorrichtungen in Grossanlagen, in welchen die Verleseperson nur noch die Kennzeichnung der mit Mängel behafteten Knollen vornimmt; die Aussonderung erfolgt selbsttätig und meistens in Kombination mit der elektronischen Kalibrierung (Abb. 4). Unter Ausnutzung der Erfahrungen mit elektronischen Trenneinrichtungen für Kartoffeln und Beimgungen sowie fotoelektrisch gesteuerten Obst- und Gemüseverlesemaschinen wird ferner auch an der Entwicklung von Verleseautomaten für Kartoffeln gearbeitet. Als ein aussichtsreiches Prinzip zur Unterscheidung mängelfreier und mangelbehafteter Knollen wird zum Beispiel die Wechselwirkung von elektromagnetischen Kraftlinien im Infrarotbereich bezeichnet. Ein wirtschaftlicher Nutzen dieser Entwicklungen dürfte sich – zumindest im Hinblick auf bäuerliche Sortiermaschinen – jedoch erst im nächsten Jahrzehnt abzeichnen.

Vergleichstest

● Eingesetzte Maschinen

Im Herbst 1984 wurden die zur Zeit am meisten verkauften fahrbaren **Flachsiebsortiermaschinen** einem Vergleichstest unterzogen (Abb. 6 bis 9, Tab. 1). Bei je zwei Typen werden die Siebe nach dem Schock- (COMPAS-LANCO AS 60, SAMRO KS 80) und Schwing- system (JABELMANN JKS 143, SKALS SK 613) gleichläufig bzw. gegenläufig bewegt. COMPAS unterscheidet sich ferner wesentlich in der Anordnung der

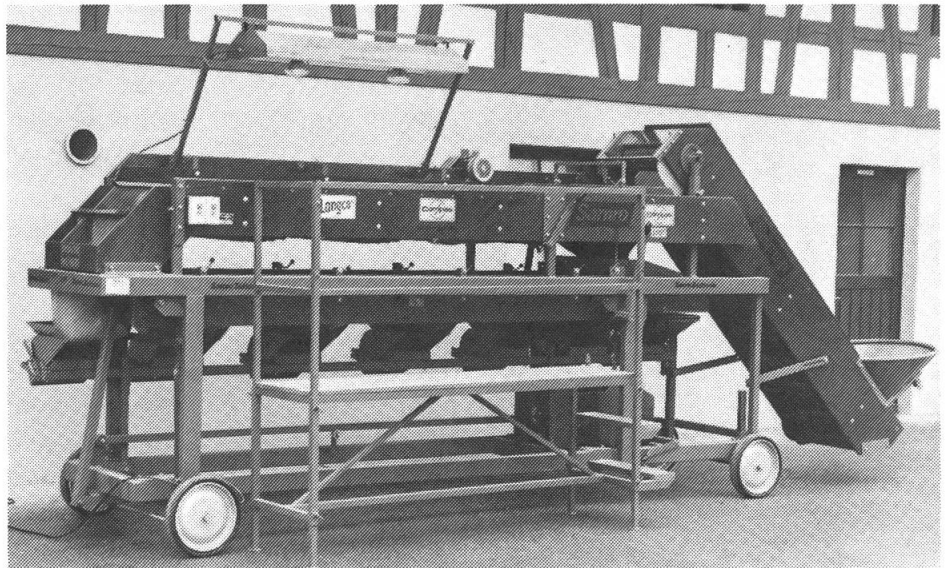
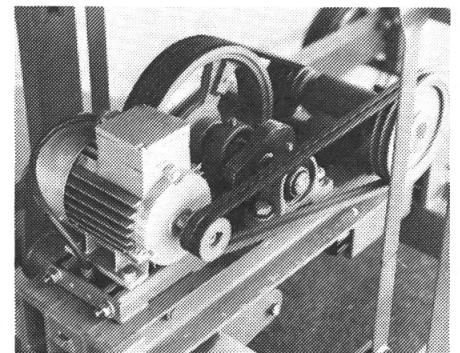


Abb. 6: COMPAS-LANCO AS 60. b: Ein Sieb für die Absonderung der minderwertigen Kleinknollen befindet sich vor dem Verlesetisch mit einer Ausschussbahn (nicht personalseitig). c: Die schockartige Erregung der Siebe erfolgt mittels einer Kurvenscheibe.

Abb. 6b



Abb. 6c



Siebe. Ein Sieb ist für Aussonderung der kleinen Ausschusskartoffeln vor dem Verlesetisch plazierte. Weitere vier nebeneinander liegende Siebe finden sich unterhalb des Verlesetisches. Somit können insgesamt sechs Sortierfraktionen erstellt werden. Bei den übrigen Typen mit zwei (SAMRO und SKALS) und drei (JABELMANN) übereinander angeordneten Sieben (für drei bzw. vier Fraktionen) befindet sich die Kalibrierung vor dem Verlesetisch.

In einem Teilprogramm für Vergleichszwecke kam auch eine veraltete, heute nicht mehr hergestellte Sortiermaschine KUNZ KS 5 zum Einsatz (Abb. 10). Dieser in der Praxis immer noch am meisten verbreitete Typ wird nun allmählich durch neue Maschinen ersetzt. Dabei ist es in der Regel weniger der mechanische Zustand als vielmehr die hohe Verstopfungsanfälligkeit, welche den heutigen Anforderungen nicht mehr genügen kann. Die vorliegenden Ergebnisse dieser **Vergleichsmaschine** sollen die Nutzwerteinschätzung einer Neumaschine erleichtern.

Tabelle 1: Technische Daten, Preise

| Fabrikat | | COMPAS- LANCO (NL) AS 60 | SAMRO (CH) KS 80 | JABEL- MANN (D) JKS 143 | SKALS (DK) SK 613 |
|---|----------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Typ | | | | | |
| Vertrieb | | Samro-Bystronic 3400 Burgdorf | | Samro-B./Volg 8400 Winterthur | Grunder 1522 Lucens |
| Hauptabmessungen | | | | | |
| L/B/H | cm | 630/125/265 ¹⁾ | 510/126/183 ¹⁾ | 558/125/194 ¹⁾ | 576/138/183,5 ¹⁾ |
| Gewicht | kg | 1090 | 532 | 575 | 520 |
| Elektrischer Antrieb | V/kW | 380/0,55 | 380/0,74 380/0,25 | 380/0,75 | 380/0,75 |
| Elevator | | | | | |
| Trichterbreite | cm | 88,5 | 88 | 65 | 71,5 |
| - Einfüllhöhe | cm | 63,5 - 87,5 | 43 | 71 | 49,5 |
| Bandlänge | cm | 240 | 152 | 160 | 175 |
| - Breite | cm | 49,5 | 39 | 40 | 40 |
| - Mitnehmerabstand | cm | 25,5 | 28 | 29 | 49 |
| - Fördergeschwindigkeit | cm/s | 11 - 20 | 16, 20, 24 | 17 - 25 | 24 - 42 |
| Siebkasten | | gleichläufig | gleichläufig | gegenläufig | gegenläufig |
| Siebe, Anzahl | | 5 | 2 | 3 | 2 |
| L/B | cm | 75/60 | 100/60 | 140/75 | 120/61 |
| - Neigung | % | 0 | ca. 5 ²⁾ | 12 | 8 |
| Hubzahl | /min | 87 | 92 | 200 - 292 | 165 - 310 |
| Hubrichtung | | (Schocksyst.) | (Schocksyst.) | (Schwingsyst.) | (Schwingsyst.) |
| - horizontal | mm | 7 - 16 | 7 - 13 | 49 | 60 |
| - vertikal | mm | 14 - 23 | 16 - 25 | - | - |
| Verlesestand | | | | | |
| Verleseband, Bahnen | | 2 | 3 | 2 | 3 |
| - Arbeitshöhe | cm | 50 - 140 | 80,5 - 113,5 | 73 - 110 | 88 - 120 |
| - nutzbare L/B | cm | 200/60 | 145/80 | 140/74 | 150/92 |
| - Rollen-Ø | mm | 53 | 65 | 50 | 60 |
| - Fördergeschwindigkeit | cm/s | 9 - 18 | 10 - 14 | 12 - 19 | 9 - 17 |
| Beleuchtung | W | 2 x 40 | 2 x 40 | 1 x 40 | 2 x 36 |
| Beleuchtungsstärke ³⁾ min. Lux | | 600 | 1000 | 80 | 500 |
| Heizung | W | 2 x 250 | 2 x 250 | - | 2 x 150 |
| Lärm (Mittel-/ Spitzenwert) | dB(A) | 79 / 84 | 78 / 80 | 83 / 86 | 83 / 86 |
| Auslauf | | | | | |
| Sackhalterungen | | 7 | 4 | 4 | 5 |
| - Höhe über Boden | cm | 71,5 - 97 | 73 | 74 | 76,5 |
| - Eignung f. Plastiksäcke | | nein | ja | ja | nein |
| Preise | | | | | |
| Maschine (ohne Siebe) | Fr. | 19'200.-- | 9'775.-- | 12'850.-- | 10'500.-- |
| Siebe | Fr./Stk. | 130.-- | 80.-- | 445.- bis 630.- | 170.-- |
| Absackung für Kleinkartoffeln | | inbegriffen | 850.-- | - | - |
| Paloxenband | | | 3'400.-- | - | - |

1) mit Beleuchtung

2) mittlere Einstellung

3) im Arbeitsbereich an der Oberfläche des Verlesebandes.

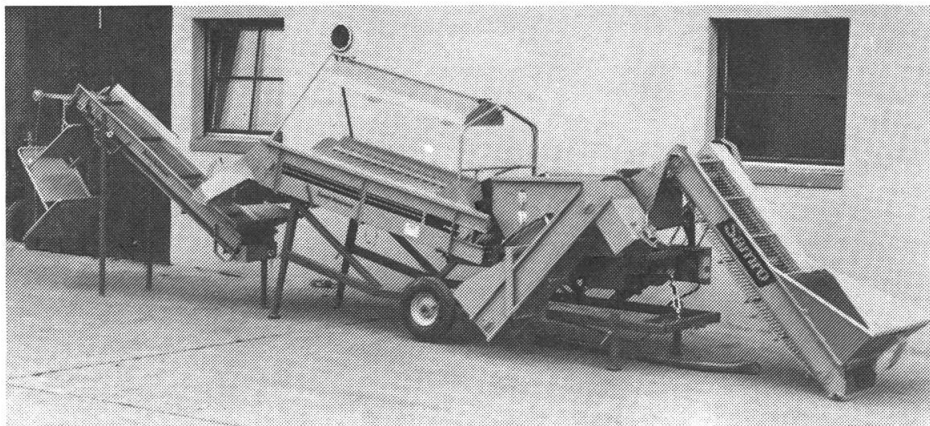


Abb. 7: SAMRO KS 80. Die Knollen vom Obersieb können entweder auf die mittlere (b) oder rechtsseitige Verlesebahn (c) abgelenkt werden. Im letzteren Fall ist die linke unbelegte Bahn für die Ablage der Ausschussknollen bestimmt. Diese Variante eignet sich – infolge Stauungen beim Obersiebauslauf – nicht für hohe Sortierleistungen.

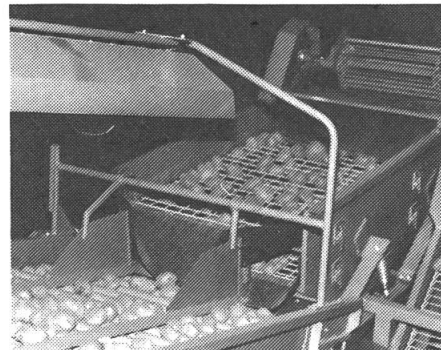


Abb. 7b

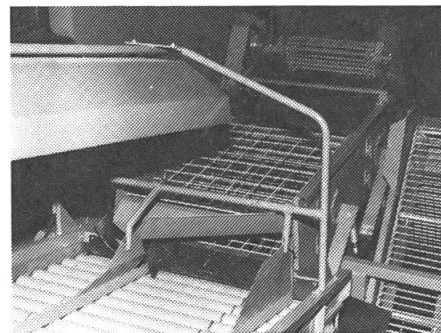


Abb. 7c



Abb. 8: JABELMANN JKS 143. b: Die Knollen der unteren Siebe gelangen auf die beiden Verlesebahnen. Der Obersiebüberlauf wird von einem links- oder rechtsseitig anzubringenden Absackstutzen aufgenommen.

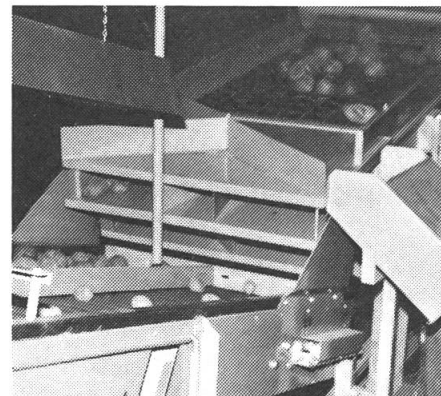


Abb. 8b



Abb. 9: SKALS SK 613. b: Eine unbelegte Ausschussbahn befindet sich in der Mitte des Verlesetisches.



Abb. 9b

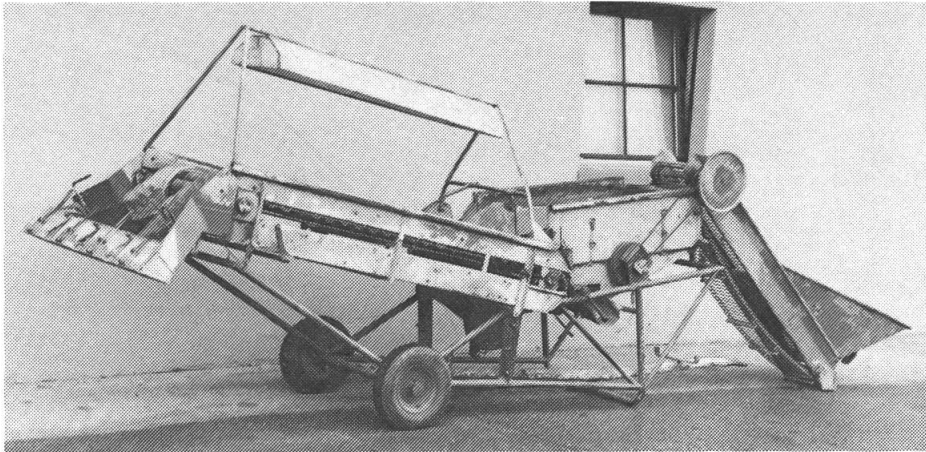


Abb. 10: Vergleichsmaschine KUNZ KS 5. Der Siebkasten wird in der Mitte durch eine relativ schnell drehende Exzenterwelle vertikal/horizontal (ellipsenförmig) bewegt.

● Kartoffelsortiment und Kalibrierungen

Bei der **Sortenauswahl** für die Testeinsätze wurde darauf geachtet, dass sowohl günstig als auch ungünstig zu kalibrierende und zu fördernde Knollenformen zur Verfügung stehen (Abb. 11):

- **Bintje**: kleine Knollen rund, grössere kurz- bis langoval, ziemlich ausgeglichen
- **Eba**: kurzoval, grossfallend, ausgeglichen
- **Maritta**: rund, buckelig, un- ausgeglichen
- **Stella**: lang, hörnchen- oder kommaförmig.

Stella kann hinsichtlich der Kalibrierbarkeit als problematischste Sorte des schweizerischen Richtsortimentes bezeichnet werden.

Die gewählten **Kalibrierungen** gemäss den Vorschriften der Handelsusancen:

28 bis 32 mm

32 bis 35 mm

= Kleinsortierungen für Saatkartoffeln.

35 bis 42,5 mm

= Normalsortierung für Bratkartoffeln.

42,5 bis 70 mm

= Universalsortierung für Speisekartoffeln.

unter 28 mm und über 70 mm

= Ausschuss

Abb. 11: Kartoffelsortiment für die Testeinsätze. Oben: Bintje und Eba; unten: Maritta und Stella.



● Optimale Einstellung

Bei den Typen COMPAS und SAMRO kann die Hubrichtung und -länge der Siebe (bei SAMRO auch die Neigung des Siebkastens), bei JABELMANN und SKALS hingegen nur die Hubzahl verstellt werden. Um Aufschluss über diese Zusammenhänge zu erhalten, wurden zunächst mit je einer Maschine (Schock- und Schwingsystem) entsprechende Grundlagenversuche mit immer demselben Knollensortiment (Bintje) und der gleichen Siebgrösse (Maschenweite 42,5 mm) unternommen. Dabei waren je 50% der aufgegebenen Knollen grösser bzw. kleiner als 42,5 mm. Aus den Ergebnissen (Abb.

12 und 13) lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

- **Schocksystem** (Siebbewegung horizontal/vertikal).

Die günstigsten Resultate zeigten sich bei einem Vertikal/Horizontalhub der Siebe von 19/9 mm (Siebkasten-neigung 4 bis 5%) im mittleren Durchsatzbereich (3,5 t/h). Auch bei hohen Durchsätzen (bis zu 1 1/2 Knollenlagen auf den Sieben) nahm der Kalibrierfehler nur unwesentlich zu.

- **Schwingsystem**

(Siebbewegung horizontal).

Um eine sichere Förderung auch bei geringen Durchsätzen (2,5 t/h) zu gewährleisten, müssen sich die Siebe mit mindestens 190 bis 200 Schwingun-

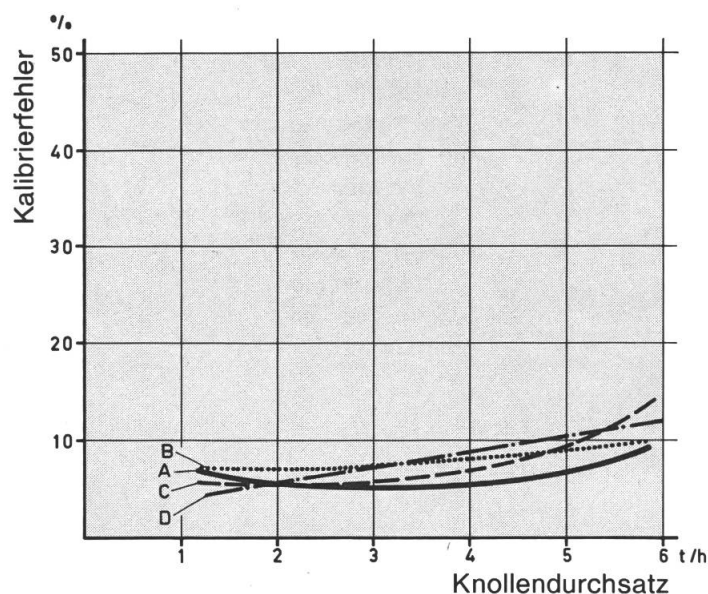


Abb. 12: Schocksystem (SAMRO): Einfluss der Durchsatzleistung und verschiedener Einstellungen auf die Kalibrierengenauigkeit.

| | Vertikalhub mm | Siebkastenneigung % |
|-----|----------------|---------------------|
| A = | 19 | 4,2 |
| B = | 19 | 8 |
| C = | 17 | 4,2 |
| D = | 20 | 4,2 |

(A: Grundeinstellung für Testversuche)

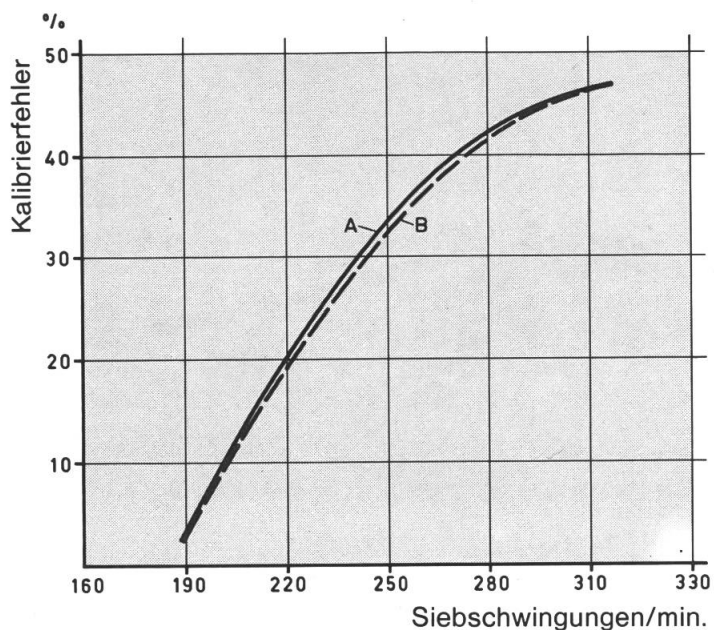


Abb. 13: Schwingensystem (SKALS): Einfluss der Siebfrequenz (Siebschwingungen/min.) und der Durchsatzleistung auf die Kalibrierengenauigkeit.

A = Durchsatz 2,5 t/h
 B = proportionale Erhöhung des Durchsatzes zur Siebfrequenz von 2,5 t/h (190 Hz) bis 4,1 t/h (310 Hz).
 (B: Vor allem im höheren Frequenz- bzw. Durchsatzbereich, knapp unter Fördergrenze)

gen/min. bewegen. Bei dieser Frequenz ist die Kalibrierengenauigkeit am günstigsten; sie verschlechtert sich mit zunehmender Frequenz. Größere Durchsätze können nur mit einer Erhöhung der Frequenz verarbeitet werden, was aber gleichermassen mit einer Abnahme der Kalibrierengenauigkeit verbunden ist.

Die eigentlichen Vergleichseinsätze mit verschiedenen Sorten wurden in der Folge nach diesen Einstellungen bzw. Erkenntnissen durchgeführt.

● Kalibrierengenauigkeit und Durchsatzleistung (Tab. 2, Abb. 14)

Die Messungen bezüglich der Kalibrierengenauigkeit und Knollenbeschädigung erfolgten bei jeder Maschine mit verschiedenen auf den jeweiligen Leistungsbereich abgestimmten, praxisgerechten Durchsätzen. In Tabelle 2 sind die entsprechenden Mittelwerte und in Abbildung 14 die Zusammenhänge zwischen Durchsatz und Kali-

brierengenauigkeit aufgezeigt. Unter «Gesamtkalibrierfehler» sind die falsch kalibrierten Knollen aller Fraktionen in Gewichtsprozent vom Gesamtknollengewicht zu verstehen. Beim Vergleich dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, dass bei SAMRO und SKALS nur drei, bei JABELMANN und COMPAS hingegen vier bzw. sechs Knollenfraktionen erstellt werden. Mit zunehmender Zahl der Fraktionen wird es grundsätzlich schwieriger, den Gesamtkalibrierfehler tief zu halten.

Massgenauigkeit der Siebmaschinen

| Maschine | max. Abweichung in mm bei Siebgrösse | | |
|-----------|--------------------------------------|------------------|---------------|
| | 35 mm | 42,5 mm | 70 mm |
| COMPAS | - 0,1 / + 0,5 | - 0,5 / + 0 | 1) |
| SAMRO | - 1,0 / + 0,4 | - 1,1 / + 0,1 | - 1,4 / + 0,9 |
| JABELMANN | - 0,8 / + 0,3 | - 0,2 / + 0,8 | - 0,3 / + 0,8 |
| SKALS | - 0,6 / + 0,5 | - 0,8 / + 1,2 2) | - 1,4 / + 0,7 |

1) nicht geprüft; 2) 42 mm Sieb

Die Sorte **Maritta** liess sich mit allen Maschinen relativ problemlos kalibrieren. Der zulässige Kalibrierfehler von 6% wurde nur von COMPAS in der Fraktion 32 bis 35 mm auch bei geringen Durchsätzen leicht überschritten. Bei **Eba** fielen die Resultate ähnlich aus. SAMRO, JABELMANN und SKALS zeigten hier in der Fraktion grösser 70 mm ziemlich viele zu kleine Knollen.

Tabelle 2: Kalibriergenauigkeit

Mittelwerte mehrerer Messungen im praxisentsprechenden Durchsatzbereich der jeweiligen Maschine (vgl. Abb. 14).

| Sorte - Maschine | Knollen- durchsatz t/h | Kalibrierfehler in Gew.-% * bei Sortierung ... mm | | | | | |
|---------------------|------------------------------|---|------------------------------------|--|---|---------------------|--------|
| | | 28 - 32 | 32 - 35 bzw. \triangleleft 35 | 35 - 42,5 bzw. \triangleleft 42,5 | 42,5 - 70 bzw. \triangleright 42,5 | \triangleright 70 | Gesamt |
| Bintje | | (5) | (10) | (24) | (59) | (0,2) | |
| - COMPAS | 2,5 | 5 | 14 | 4 | 12 | 0 | 9,1 |
| - SAMRO | 2,9 | - | 0 | 7 | 9 | - | 7,6 |
| - JABELMANN | 3,3 | - | 0 | 15 | 21 | 0 | 16,5 |
| - SKALS | 3,2 | - | 1 | 5 | 10 | - | 7,8 |
| - Vergl'masch. | 2,5 | - | 0 | 3 | 14 | - | 10,2 |
| Eba | | (1) | (2) | (4) | (83) | (10) | |
| - COMPAS | 2,8 | 7 | 9 | 2 | 1 | 3 | 1,6 |
| - SAMRO | 2,9 | - | - | 0 | 2 | 47 | 7,4 |
| - JABELMANN | 3,7 | - | 0 | 10 | 3 | 22 | 5,4 |
| - SKALS | 3,3 | - | - | 2 | 3 | 42 | 7,0 |
| Maritta | | (1) | (3) | (11) | (82) | (3) | |
| - COMPAS | 2,7 | 2 | 12 | 4 | 3 | 0 | 3,3 |
| - SAMRO | 3,0 | - | 0,1 | 8 | 4 | - | 4,3 |
| - JABELMANN | 3,8 | - | 0 | 6 | 5 | 2 | 4,8 |
| - SKALS | 2,9 | - | 1 | 10 | 5 | - | 5,4 |
| Stella | | (6) | (9) | (26) | (56) | (2) | |
| - COMPAS | 2,2 | 21 | 24 | 18 | 34 | 100 | 27,2 |
| - SAMRO | 2,8 | - | 0 | 24 | 35 | - | 25,1 |
| - JABELMANN | 3,1 | - | 0 | 43 | 39 | 72 | 42,0 |
| - SKALS | 2,8 | - | 0 | 41 | 42 | - | 35,5 |
| - Vergl'masch. | 2,3 | - | 0 | 5 | 24 | - | 15,3 |

() = mittlere Knollengrößenverteilung in Gew.-% (inkl. der falsch kalibrierten Kartoffeln).

* = Toleranzgrenze für Speisekartoffeln 6% und Saatkartoffeln 2%.

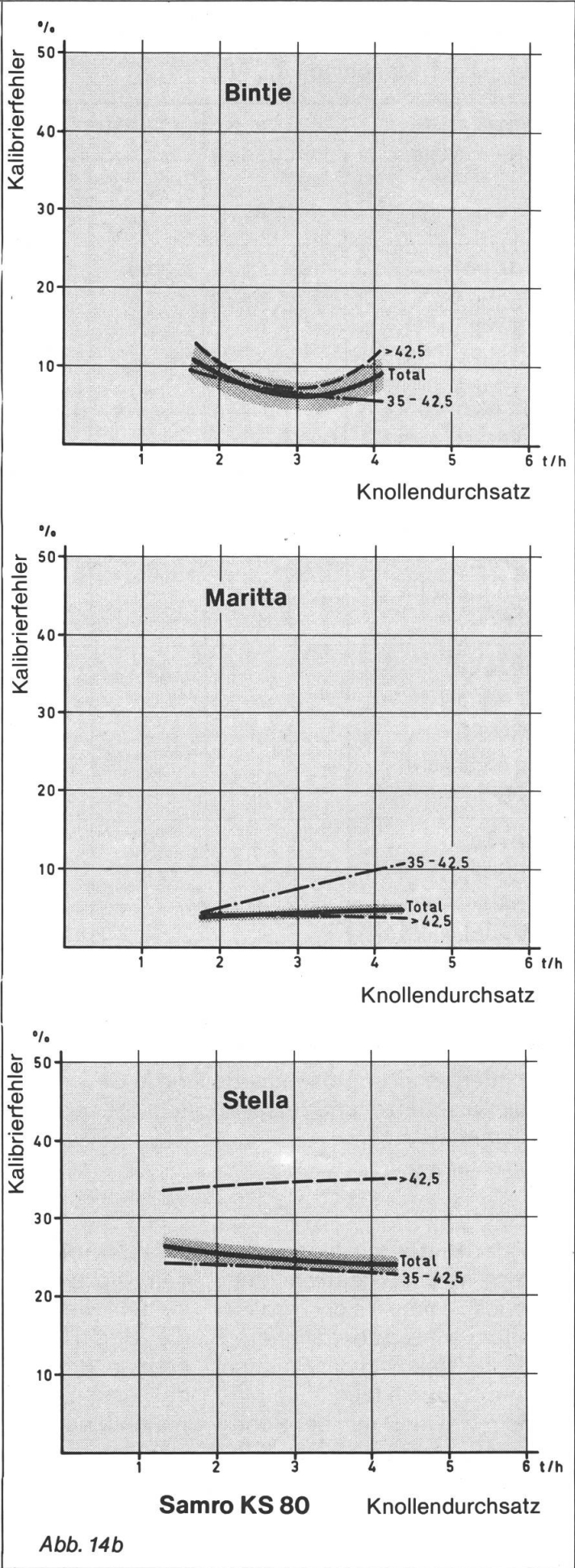
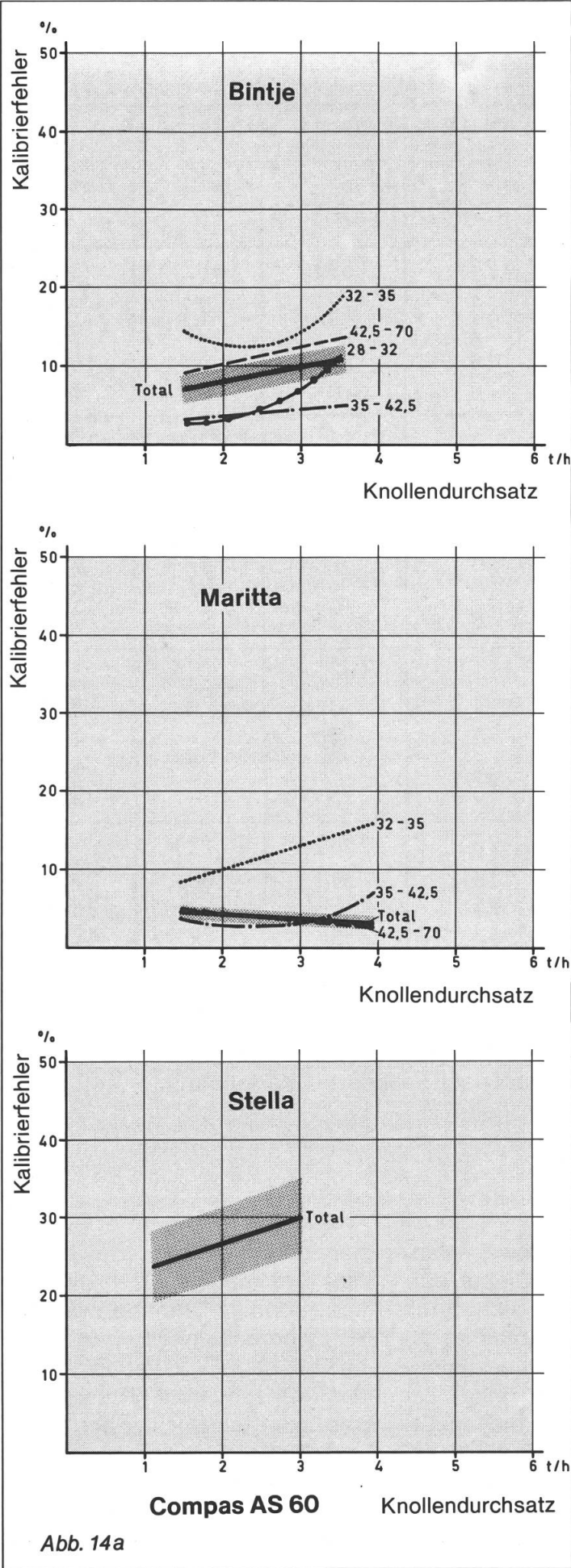
\triangleleft = kleiner als ...

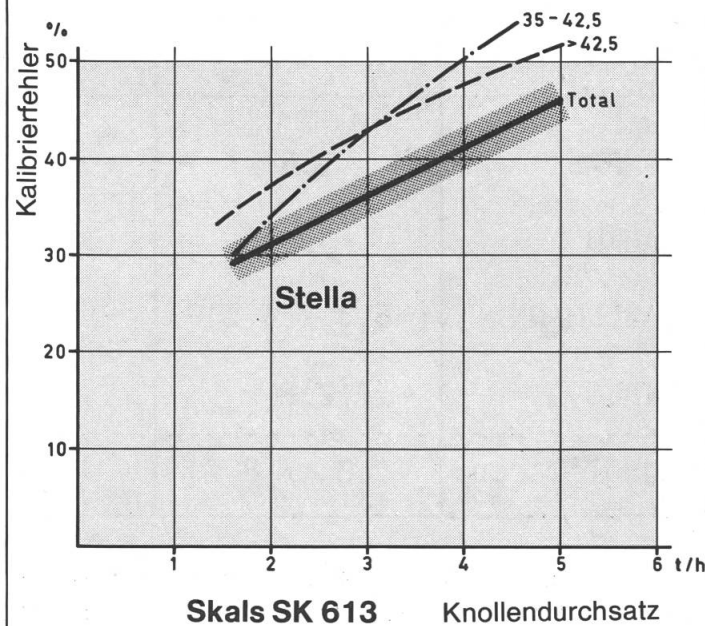
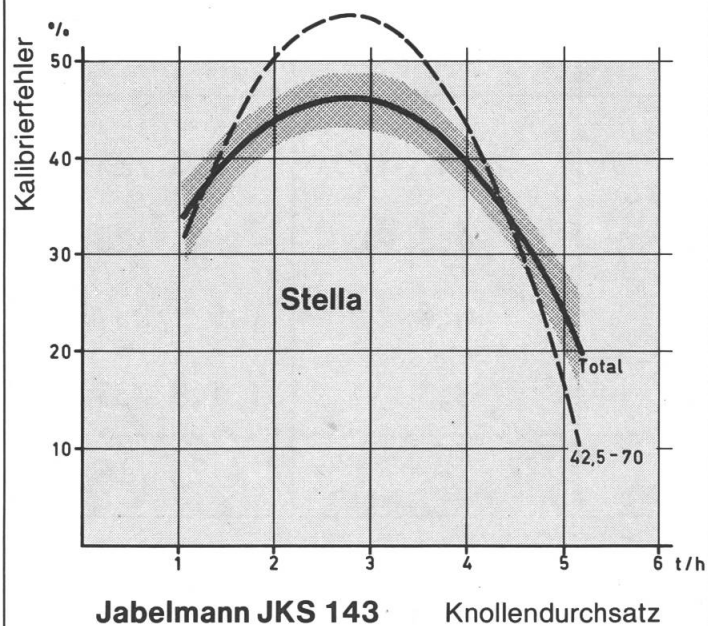
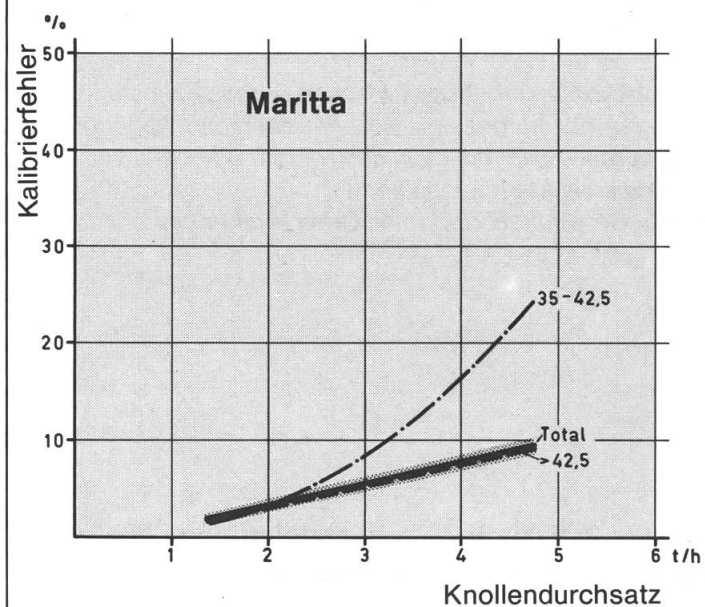
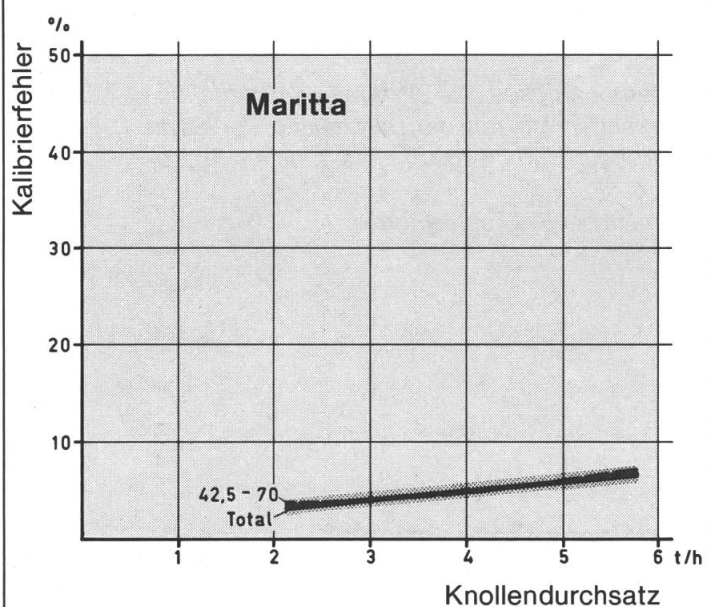
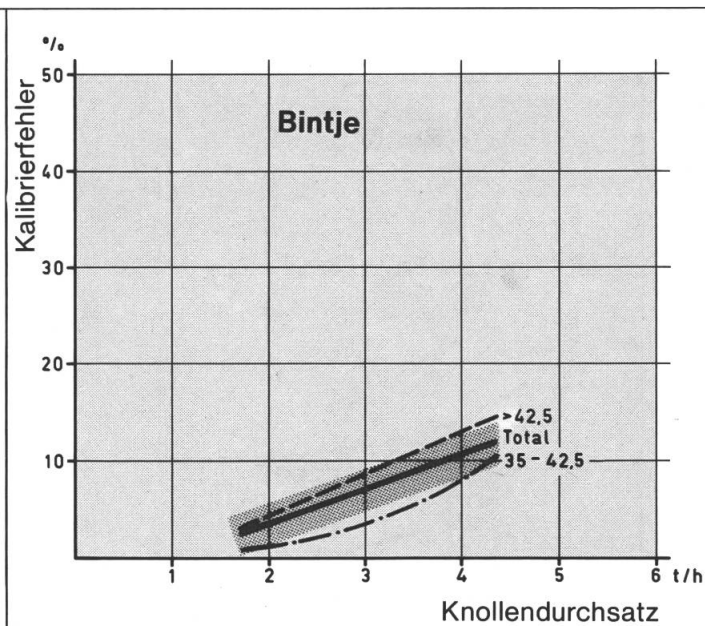
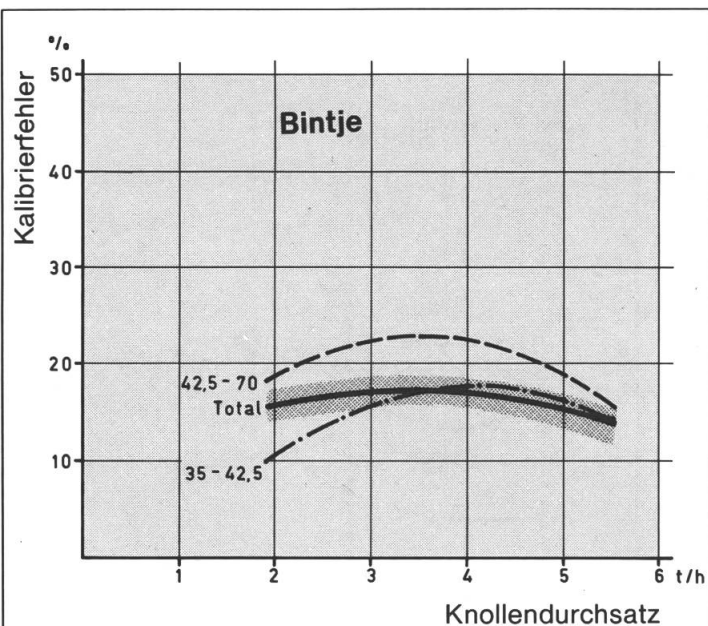
\triangleright = grösser als ...

Auch bei **Bintje** mit langovalen Knollen kommt deutlich zum Ausdruck, dass sich grosse Kartoffeln schlechter kalibrieren lassen als kleine. In der Fraktion grösser 42,5 mm lagen alle Maschinen (SKALS nur bei höheren Durchsätzen) über der Toleranzgrenze. Absolut ungenügend war die Kalibriergenauigkeit bei **Stella**. Für eine einigermaßen genaue Kalibrierung

müssten diese durchwegs langen Knollen auf den Sieben aufgestellt werden, um sich durch die Siebmaschen abtasten zu können. Solche Betriebszustände liessen sich mit keiner der neuen Maschinen erreichen. Etwas geringere Kalibrierfehler bei dieser Sorte ermöglichte die alte Vergleichsmaschine. Durch die hohe Siebfrequenz (450 Schwingungen/min.) und die

horizontal/vertikale Bewegung des Siebkastens (9/11 mm, ellipsenförmige Drehung) wird die Kalibriergenauigkeit günstig beeinflusst. Eine Verminderung der Drehzahl (420 Schwingungen/min.) führte zwar bei Stella und Bintje zu einer Verbesserung der Kalibriergenauigkeit; die Siebe waren dann aber schon nach wenigen Minuten vollständig verstopft.





Jabelmann JKS 143

Knollendurchsatz

Abb. 14c

Skals SK 613

Knollendurchsatz

Abb. 14d

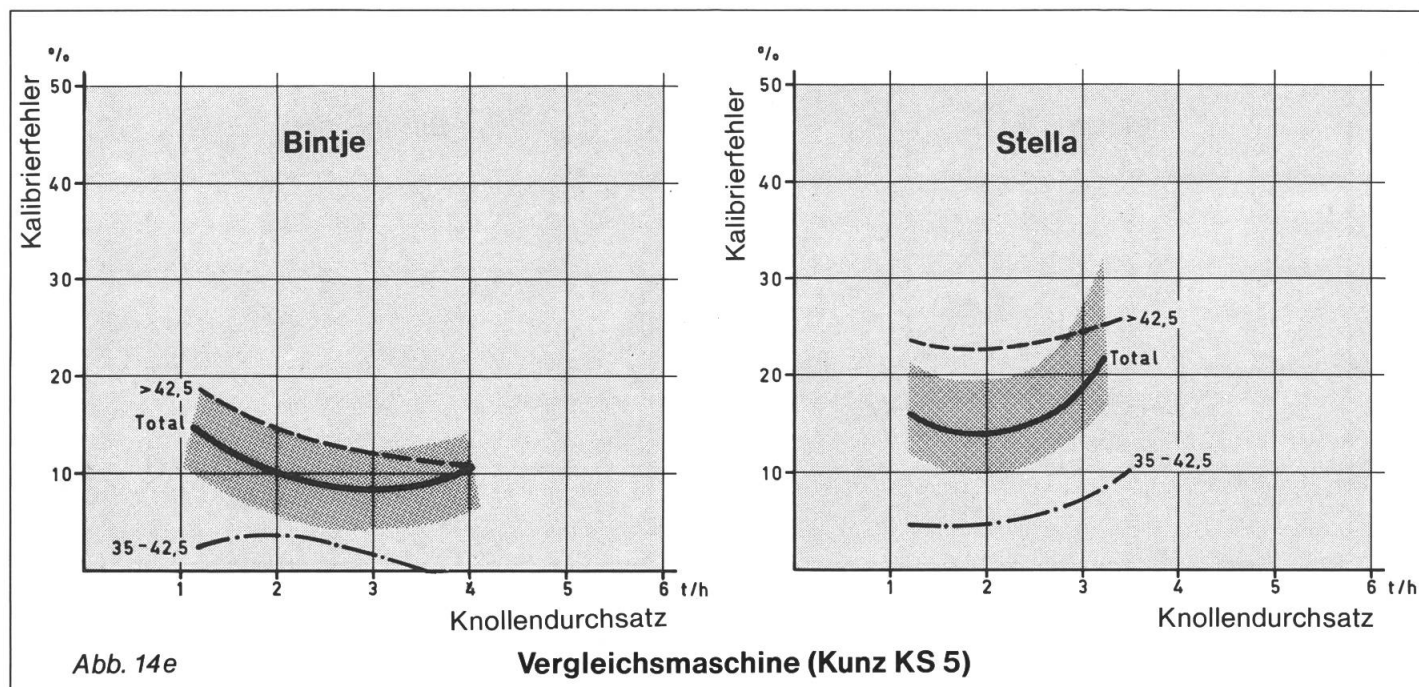


Abb. 14: Zusammenhang zwischen Durchsatzleistung und Kalibriergenauigkeit. Die einzelnen Sortierfraktionen sind nur aufgezeigt, wo eine deutliche Abhängigkeit zu erkennen ist. Auf die Darstellung der Sorte Eba wurde verzichtet, da in den Hauptfraktionen bzw. Marktsortierungen durchwegs ähnlich günstige Ergebnisse wie bei Maritta resultieren.

Total = Gesamtkalibrierfehler, Grauraster entspricht dem Streubereich bei 5% Fehlergrenze.

Tabelle 3: Erzielte Durchsatzleistungen in t/h bei einem Gesamtkalibrierfehler von höchstens 6% (vgl. Abb. 14).

| Maschine | Bintje | Eba | Maritta | Stella |
|---------------|----------------------------|------|---------|--------------------------|
| COMPAS | 1,5 | 4 1) | 4 1) | (1,3 /25 %) |
| SAMRO | 3 | 4,2 | 4,3 2) | (4 /25 %) |
| JABELMANN | (5,3 /14 %) ³⁾ | 5,1 | 5,6 | (5 /25 %) ³⁾ |
| SKALS | 2,8 | 3,2 | 3,3 | (1,8 /33 %) |
| Vergl 'masch. | (3 / 8 %) | - | - | (2 /14 %) |

() = Durchsatz bei kleinstmöglichem Kalibrierfehler (= zweite Zahl).

1) = Elevator und Verleseband an Leistungsgrenze, Stauungen vor 70 mm Sieb.

2) = Verleseband an Leistungsgrenze.

3) = Siebkasten an Verstopfungsgrenze.

Die möglichen **Durchsatzleistungen** bei einem Gesamtkalibrierfehler von höchstens 6% (bzw. den günstigen darüber liegenden Werten) sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Die Leistungsbegrenzung ergab sich dabei durch die Kalibriergenauigkeit, durch Überlastung des Elevators, des Siebkastens oder des Verlesebandes. Die höchsten Leistungen wurden mit JABELMANN erzielt. Bei dieser Maschine mit der grössten Siebfläche nahm der Kalibrierfehler bei den zu Verstopfungen neigenden Sorten Bintje und Stella mit steigendem Durchsatz vorerst etwas zu, um dann bis zur Erreichen der Verstopfungsgrenze wieder abzufallen (Abb. 14 c). Dieser Zusammenhang lässt sich somit erklären, da bei hohen Belastungen des Siebkastens die Schwingungen infolge ungenügender Stabilität der Abstützung teilweise auf die Maschine übertragen werden (Maschine beginnt zu rutschen). Durch die nun reduzierte Fördergeschwindigkeit der Knollen bzw. längere Verweildauer auf den Sieben (Knollen werden zum Teil aufgestellt), verbessert sich die Kalibriergenauigkeit bei allerdings stark erhöhter Verstopfungstendenz. Die Siebe von COMPAS und SAMRO waren im Durchsatzbereich von 4 t/h vollständig mit Knollen belegt (bis zu 1½ Lagen bei COMPAS), ohne dass bei Maritta der zulässige Gesamtkalibrierfehler für Speisekartoffeln überschritten wurde.

● Verstopfungsanfälligkeit

Die nach dem Schocksystem arbeitenden Kalibrieraggregate (COMPAS und SAMRO) erwiesen sich als am wenigsten verstopfungsanfällig. Nur von Zeit zu Zeit mussten einzelne unförmige Knollen – hauptsächlich aus den grossen Siebmaschen



Abb. 15: Beim Schocksystem traten Verstopfungen fast nur auf den grösseren Sieben bei unförmigen Knollen auf (COMPAS).

(42,5 und 70 mm) – befreit werden (Abb. 15). Bei den horizontal schwingenden Sieben mit Plastik- bzw. Gummibeschichtung der Typen JABELMANN und SKALS konnte der Verstopfungsneigung mit einer auf den Durchsatz abgestimmten Drehzahl je nach Sorte mehr oder weniger entgegengewirkt werden. Bei JABELMANN drängte sich eine öftere Reinigung der Untersiebe vor allem im höheren



Abb. 16: Festgeklemt Knollen liessen sich bei den beiden Schwingsiebmaschinen meistens ohne Handeingriff durch Drehzahlerhöhung lösen (JABELMANN). Mit Gummi (im Bild) oder Plastik überzogene Siebe ermöglichten eine schonendere Knollenförderung bei allerdings stärkerer Verstopfungsneigung.

Leistungsbereich bei den Sorten Bintje und Stella auf, da sich die Siebflächen bis zu zirka 25% mit festgeklemt Knollen zusetzten (Abb. 16). Die Mehrzahl der Knollen liess sich in diesen Fällen durch eine kurze, starke Drehzahlerhöhung lösen, wobei aber die öftere Verstellung des Variators (viele Kurbeldrehungen in gebückter Stellung) als mühsam empfunden wurde. Eine viel höhere Verstopfungsanfälligkeit zeigte die Vergleichsmaschine. Nach kurzem Arbeitseinsatz war bei den erwähnten Sorten jeweils das Untersieb zu zirka 40% und das Obersieb zu 20% verstopft (Abb. 17). Die Reinigung muss hier nach dem Entfernen des Obersiebes von Hand vorgenommen werden.

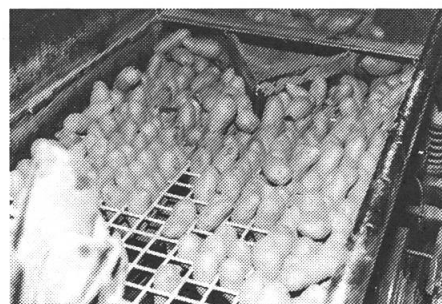


Abb. 17: Bei der Vergleichsmaschine war das Untersieb meistens schon nach kurzen Arbeitseinsätzen stark verstopft. Auch durch Verändern der Federvorspannung für die Siebkastenaufhängung konnten die Ergebnisse nur unwesentlich beeinflusst werden.

● Knollenbeschädigung (Tab. 4)

Eine Änderung des Durchsatzes konnte die Knollenbeschädigung bei keiner Maschine wesentlich beeinflussen. Am günstigsten waren die Ergebnisse allgemein im höheren Leistungsbereich (weniger Relativbewegungen der Knollen). Die mittleren Beschädigungswerte

Tabelle 4: Knollenbeschädigung

Mittelwerte mehrerer Messungen im praxisentsprechenden Durchsatzbereich der jeweiligen Maschine bei Bintje, Knollengrösse 40 bis 50 mm.

| Maschine | Knollen- durchsatz t/h | Beschädigte Knollen *) in Gew.-% | | |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------|--------|
| | | leicht | stark | Gesamt |
| COMPAS | 2,5 | 3,3 | 3,2 | 5,5 |
| SAMRO | 2,9 | 6,7 | 3,2 | 9,9 |
| JABELMANN | 2,9 | 5,1 | 0 | 5,1 |
| SKALS | 3,2 | 5,0 | 2,5 | 7,5 |
| Vergl'masch. | 2,5 | 4,7 | 3,9 | 8,6 |

*) Differenzbeschädigung verursacht durch die Sortiermaschine.
 leichte Beschädigung: 1,7–5,1 mm Tiefe.
 starke Beschädigung: tiefer 5,1 mm.

der vorher etwas gelagerten Kartoffeln können bei allen Typen als akzeptabel bezeichnet werden (Tab. 4). Die Auswirkungen von kleinen, oberflächlichen – mit der angewendeten Schältestmethode nicht unbedingt erfassbaren – Knollenverletzungen kommen möglicherweise erst später zum Ausdruck. So kann bei hohem Infektionsdruck die Verbreitung von Lagerkrankheiten begünstigt werden. Im Hinblick darauf sind die Hinweise a), b), g), h), l), p), s) und u) im Abschnitt «Empfehlungen» zu beachten.

● Verlesevorrichtungen

Die Fördergeschwindigkeit und Arbeitshöhe der Rollenverlesebänder liegt bei allen Typen im optimalen Bereich. Bei COMPAS, SAMRO und SKALS wird eine runde 50 mm-Knolle pro Meter Förderweg zirka sechsmal und bei JABELMANN zirka 2¼ mal um 360° gedreht. Diese langsamere, unterbrochene

| | mittlere Bewegungslänge 1) pro cm/Knolle | Zeitbedarf pro AK s/100 Kn. | Platz- bedarf cm/AK | Platz für AK 2) |
|-----------|--|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| COMPAS | 33 | 135 | 51–55 | 4 |
| SAMRO | 25/100 3) | 120/210 3) | 51–55 | 4/6 |
| JABELMANN | 100 | 210 | 55–60 | 4 |
| SKALS | 30 | 130 | 51–55 | 4/6 |

1) Strecke welche beim Auslesen mit der Hand zurückzulegen ist.

2) min./max.

3) je nach Standort und Einteilung der Verlesebahnen.

Anforderungen an Rollenverlesebänder

- Die optimale **Fördergeschwindigkeit** liegt im Bereich von 10 bis 16 cm/s. Die Knollen sollten sich pro Meter Förderweg zirka zweimal drehen.
- Optimale **Arbeitshöhe**:
Frau 75 bis 85 cm; Mann 80 bis 90 cm.
- **Platzbedarf** pro Person: 51 bis 55 cm.
- Das Verlesen wird erleichtert, wenn gegen sich gearbeitet werden kann. Schmale **Ausschussbahnen** am personalseitigen Rand des Verlesetisches sind diesbezüglich am vorteilhaftesten zu beurteilen.
- **Beleuchtungsstärke** min. 500 bis 700 Lux (nach DIN 5035). Rollen in heller Farbe geben einen günstigen Kontrast zu Kartoffeln.

● Empfehlungen

Den Herstellern wird empfohlen, folgende Hinweise bei der zukünftigen Fertigung zu berücksichtigen:

COMPAS LANCO AS 60

- a) **Elevator:** Zu grosse Einfüllhöhe (63,5 cm) im Hinblick auf die Handbeschickung. Fehlende Polsterung des Trichters.

SAMRO KS 80

- b) **Elevator:** Fehlende Polsterung des Trichters.
- c) **Unfallgefahr:** Scharfe (unverputzte Kanten im Bereich der Siebkastenaufhängung. Antriebswelle für Absackband ist ungeschützt. Elektrische Installation entspricht zum Teil nicht den Sicherheitsvorschriften (unter Strom stehende Teile sind mit spitzem Gegenstand zugänglich)* (Abb. 18).

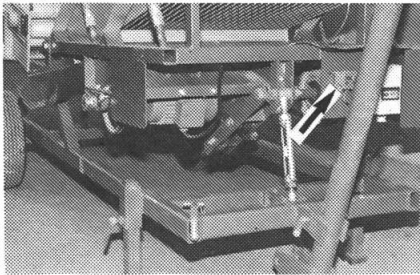


Abb. 18: Siebkastenunterbau von SAMRO KS 80: Gefährliche elektrische Installation (Pfeil). Der Rahmen und die Abstützung sind sehr stabil ausgelegt. Die Maschine kann ohne Mühe in Arbeits- und Transportstellung gebracht werden.

- d) **Siebkasten:** Das 70 mm Sieb zeigt an den Längsseiten rechteckige, nicht abgedeckte Maschen. Dadurch gelangen einzelne zu kleine Knollen in die Sortierung grösser 70 mm.
- e) **Absackband für Kleinkartoffeln:** Starke alternierende Geräuschentwicklung [zusätzlich 6 bis 7 dB(A)]. Einzelne Knollen fallen beim Einlauf auf den Boden.
- f) **Verlesetisch:** Einzelne Kleinkartoffeln gelangen unter die mittleren Bahnbegrenzungsleisten und werden bei der vorderen Rollenumlenkung zerquetscht oder auf den Boden gefördert (Abb. 19).

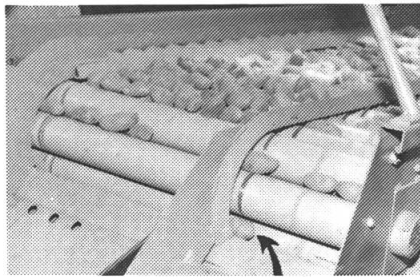


Abb. 19: Bedingt durch den relativ grossen Rollendurchmesser bei SAMRO (Bild) und SKALS, können kleinere Knollen (Pfeil) an der vorderen Verlesebandumlenkung zerquetscht oder auf den Boden gefördert werden.

- g) **Absackstutzen:** Teilweise Brückenbildung bei der Sorte Stella.
- h) **Paloxenband (Abb. 20):** Grosser Mitnehmerabstand (50 cm) bedingt relativ hohe Fördergeschwindigkeit. Paloxenwechsel ist zwangsläufig mit Arbeitsunterbrüchen oder mit einem mühsamen Umstellen des Bandes verbunden (Schwenkvorrichtung fehlt).

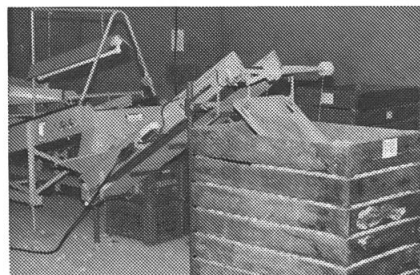


Abb. 20: Paloxenfüllgerät zu SAMRO KS 80.

JABELMANN JKS 143

- i) **Elevator:** Zu grosse Einfüllhöhe (71 cm) im Hinblick auf die Handbeschickung.
- k) **Unfallgefahren am Siebkasten:** Abstände zwischen den beiden hinteren Holzschwingen zu klein. Übergang zwischen Siebkasten und Absackstutzen für Übergrößen ungeschützt. Mehrere scharfe Kanten bei ungeschützten, schwingenden Teilen.*

- l) **Übergang zweites Sieb/Verlesetisch:** Relativ hohe ungepolsterte Fallstufe.
- m) **Verlesetisch:** Eine Bahn für die auszulesenden Knollen fehlt (beträchtliche Verminderung der Verleseleistung). Quersteg behindert Verlesearbeit (etwas zu weit hinten). Beleuchtung im hinteren Abschnitt ungenügend (weniger als 500 Lux). Abmessungen im Verhältnis zur Kalibrierleistung eher etwas knapp.
- n) **Stabilität der Abstützung** ungenügend.
- o) **Drehzahlverstellung** ist mühsam zu bedienen.

SKALS SK 613

- p) **Elevator:** Fehlende Polsterung des Trichters. Grosser Mitnehmerabstand (49 cm) bedingt relativ hohe Fördergeschwindigkeit.
- q) **Unfallgefahr:** Abstand zwischen Stütze und Holzschwinde für Siebkasten zu klein.*
- r) **Siebkasten:** Verschraubungen an den Holzteilen lösen sich nach kurzen Arbeitseinsätzen. Einzelne Knollen springen vom Obersieb über die niederen Seitenbegrenzungen.
- s) **Übergang zweites Sieb/Verlesetisch:** Relativ hohe ungepolsterte Fallstufe. Einzelne Knollen gelangen in die Ausschussbahn oder werden von den Bahnbegrenzungsleisten beschädigt.
- t) **Verlesetisch:** Wärmelampen wirken zu wenig auf die seitlichen Verlesebahnen (siehe auch Hinweis f).
- u) **Absackstutzen:** Je nach Stellung der Leitbleche relativ hohe Fallstufe zwischen Verlesetisch und Säcke. Vereinzelt Brückenbildung bei der Sorte Stella. Einzelne Knollen gelangen durch Öffnung auf den Boden.
- v) **Anhängedeichsel:** Laschen für Bolzen zu kurz.

* Begutachtung in Zusammenarbeit mit der Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL)

Nach Mitteilung der Hersteller und Vertretungen werden diese Hinweise bei der Fertigung und Ausrüstung nach Möglichkeit berücksichtigt.

Drehung der letzteren Maschine wirkt sich vor allem bei kleinen Kartoffeln vorteilhaft auf die Verlesearbeit aus (geringere Ermüdung). Im Verhältnis zur Kalibrierleistung ist der Verlesetisch in den Abmessungen aber eher etwas knapp ausgelegt. Das Verleseband von SAMRO lässt sich bei einer kurzfristigen Überlastung durch eine Verlesepersion mit einem leichten Hüftdruck stoppen. Die auszulesenden Knollen müssen bei JABELMANN ausserhalb des Verlesetisches zum Beispiel in Kisten oder Körben abgelegt werden, da eine entsprechende Bahn auf dem Band fehlt. Die Arbeitszeit und der Platzbedarf pro Verlesepersion wird dadurch grösser.

wendet wird. Nicht befriedigen können diese Kalibriersysteme bei Sorten mit extremen Knollenformen (zum Beispiel Stella). Entsprechende Rücksicht von Seiten des Marktes und der Konsumenten darf hier erwartet werden. Dieser Aspekt sollte aber auch bei der Sortenzüchtung und -auswahl vermehrt Beachtung finden.

Schockartig bewegte Siebe erweisen sich vor allem weniger verstopfungsanfällig als horizontal schwingende Siebe. Beide Kalibriersysteme zeigen aber wesentliche Verbesserungen im Vergleich zu einer herkömmlichen, in grossen Stückzahlen verbreiteten Sortiermaschine mit schnellschwingenden, vertikal/horizontal bewegten Sieben.

Unter mittleren Bedingungen werden relativ wenige Knollen durch die Sortiermaschinen stark beschädigt. Im Hinblick auf besonders empfindliche Sorten, erntefrisches Knollenmaterial oder eine hohe Infektionsgefahr wären aber bei allen getesteten Typen noch mehr oder weniger Detailverbesserungen wünschenswert.

Hohe Verleseleistungen bedingen einen optimal auf die Kalibrieraggregate abgestimmten Verlesetisch mit mindestens einer Bahn für die Ausschussknollen. Der Arbeitsplatz für das Personal sollte nach ergonomischen Erkenntnissen ausgelegt sein. Auch diesbezüglich könnten bei einigen Maschinen noch verschiedene Verbesserungen realisiert werden.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die mögliche Kalibriergenauigkeit der getesteten Flachsiesbsortiermaschinen ist je nach Typ und Kartoffelsorte zum Teil stark unterschiedlich. So können die Anforderungen bei rundlichen Knollen im allgemeinen gut erfüllt werden. Sorten mit kurz- bis langovalen Knollen sind selbst bei geringen Leistungen schwieriger zu kalibrieren. Periodische Kontrollen mit der Kalibrierlehre sind hier bei allen Maschinen unerlässlich. Um die Kalibriertoleranz (insbesondere für Saatkartoffeln) einzuhalten, muss bei einzelnen Fraktionen teilweise eine Nachkorrektur beim Verlesen vorgenommen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass zum Beispiel für die Erstellung der Speisesortierung statt des 42,5 mm Siebes ein solches mit einer etwas grösseren Maschenweite ver-

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden.

| | | |
|-----------|---|---------------------|
| ZH | Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen | Tel. 052 - 25 31 21 |
| BE | Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich | Tel. 033 - 54 11 67 |
| | Herrenschwand Willy, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins | Tel. 032 - 83 32 32 |
| | Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal | Tel. 063 - 22 30 33 |
| | Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau | Tel. 035 - 2 42 66 |
| | Marti Fritz, Landw. Schule Rütli, 3052 Zollikofen | Tel. 031 - 57 31 41 |
| | Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis | Tel. 033 - 57 11 16 |
| LU | Moser Anton, Landw. Schule Schüpfheim, 6170 Schüpfheim | Tel. 041 - 76 15 91 |
| | Schäli Ueli, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau | Tel. 045 - 81 33 18 |
| | Wandeler Erwin, Bühelstrasse, 6207 Nottwil | Tel. 045 - 54 14 03 |
| | Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain | Tel. 041 - 88 20 22 |
| UR | Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen | Tel. 044 - 2 15 36 |
| SZ | Fuchs Albin, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon | Tel. 055 - 48 33 45 |
| OW | Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil | Tel. 041 - 68 16 16 |
| NW | Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans | Tel. 041 - 63 11 22 |
| ZG | Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham | Tel. 042 - 36 46 46 |
| FR | Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux | Tel. 037 - 82 11 61 |
| SO | Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz | Tel. 065 - 22 93 42 |
| BL | Langel Fritz, Feldhof, 4302 Augst | Tel. 061 - 83 28 88 |
| | Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 4461 Anwil | Tel. 061 - 99 05 10 |
| SH | Hauser Peter, Landw. Schule Charlottenfels, 8212 Neuhausen a. Rhf. | Tel. 053 - 2 33 21 |
| AI | Hörler Hansjürg, Loretto, 9108 Gonten | Tel. 071 - 89 14 52 |
| AR | Klee Anton, Werdeweg 10, 9053 Teufen | Tel. 071 - 33 26 33 |
| SG | Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez | Tel. 085 - 7 58 88 |
| | Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil | Tel. 071 - 83 16 70 |
| | Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil | Tel. 071 - 83 16 70 |
| GR | Stoffel Werner, 7430 Thusis | Tel. 081 - 81 17 39 |
| AG | Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen | Tel. 064 - 31 52 52 |
| TG | Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach | Tel. 072 - 64 22 44 |
| TI | Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, | Tel. 092 - 24 35 53 |
| | Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, 8307 Lindau | Tel. 052 - 33 19 21 |

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 35.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.