

Separatdruck aus FAT-Mitteilungen Nr. 4/74
in der «Schweizer Landtechnik» Nr. 4/74
herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für
Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

Vergleichsuntersuchung über das maschinelle Legen vorgekeimter Kartoffeln

E. Spiess

1. Einleitung

Während der letzten Jahre unternahm man an verschiedenen Stellen beachtliche Anstrengungen, um das Legen vorgekeimter Kartoffeln zu mechanisieren. Die grössten Probleme ergeben sich dabei durch Keimbeschädigungen, Keimabbrüche und ungenaue Ablage. Erste Voraussetzung ist daher eine einwandfreie Keimqualität (Lichtkeime bis zirka 20 mm Länge) und eine enge Saatgutkalibrierung (Abb. 1). Zuerst wurde bei einem Teil der herkömmlichen Legeautomaten (Abb. 2a) die Möglichkeit einer Handeinlage, zum Beispiel mit dem Fehlstellenausgleich (Vorratsteller) geschaffen. Diese Lösung verlangte aber wiederum je Reihe eine Bedienungsperson, dafür konnten die Maschinen aber universell eingesetzt werden, einerseits bei vorgekeimten Kartoffeln mit Handeinlage und reduzierter Arbeitsleistung und andererseits mit erhöhter Arbeitsleistung und selbsttätiger Einlage. Es zeigte sich aber auch, dass eine behutsame Zuführung kleiner Knollenmengen an das mit reduzierter Geschwindigkeit laufende Legewerk-

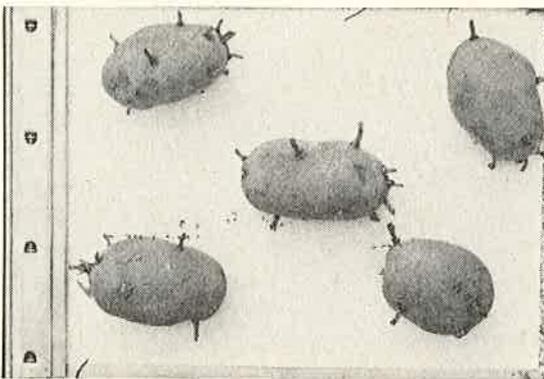


Abb. 1: Richtig vorgekeimte Kartoffeln.

zeug die Keimverletzungen und Abbrüche erheblich zu vermindern vermag, zumal auch die Keime durch eine verbesserte Vorkeimtechnik und neuere Erkenntnisse laufend stabiler wurden.

Als ein weiterer Vorteil erwies sich die Verbreiterung der Schöpforgane (Abb. 2b). Durch die zweireihige Anordnung der Schöpfbecher kann die Umlaufgeschwindigkeit der Bechergurten oder -ketten wesentlich herabgesetzt werden, was einerseits zur Folge hat, dass vorgekeimte Kartoffeln schonungsvoller abgelegt werden und andererseits mit nicht vorgekeimtem Saatgut grössere Legeleistungen erreichbar sind. Nach Herstellerangaben erlaubt dieses System beim Auslegen nicht vorgekeimter Kartoffeln Legeleistungen bis zu 500 Knollen je Minute und Reihe, was bei 30 cm Knollenabstand einer Fahrgeschwindigkeit von 9 km/h entspricht! Bechergurten haben sich gegenüber Becherketten als allgemein günstiger erwiesen. Im Hinblick auf die Einmannbedienung und unter Voraussetzung einer engen Saatgutsortierung wird bei diesem System – bedingt durch die grössere Schöpfsicherheit infolge der niederen Umlaufgeschwindigkeit der Becher – auf den Fehlstellenausgleich verzichtet. Zudem werden zum Teil noch Bechereinsätze für Unter- und Uebergrossen geliefert. Im weiteren dienen Abstreifer-, Rüttel- und Verstelleinrichtungen für die Bechergurte einer gleichmässigen Becherbefüllung.

Ein Hersteller in Frankreich (Besson) entwickelte einen Legeautomaten speziell für vorgekeimte Kartoffeln (Abb. 3). In der Erkenntnis, dass die Keime hauptsächlich durch die intensiven Bewegungen der Legewerkzeuge verletzt und abgebrochen werden, führt man die Knollen dünn-schichtig über einen Vibrationstisch den Gabelketten zu. Diese schichtenartige Beschickung erfordert aber einen Fehlstellenausgleich mit Bedienungsperson.

Einige englische Hersteller bieten Legeautomaten mit Rüttelboden, Schöpfwalze und horizontal arbeitender Gurten- oder Becherablage an (Abb. 4). Diese Maschinen ermöglichen bei hohen Flächenleistungen ein weitgehend keimschonendes Ablegen der Kartoffeln. Die Abstandregelung in der Reihe ist jedoch für schweizerische Verhältnisse noch nicht zufriedenstellend gelöst.

Auch in der Schweiz besteht trotz rückläufiger Kartoffelanbaufläche eine vermehrte Nachfrage nach geeigneten Legeautomaten für vorgekeimte Kartoffeln.

2. Durchführung der Versuche

In Zusammenarbeit mit der Eidg. Forschungsanstalt Reckenholz wurde 1973 an der FAT eine Vergleichsuntersuchung von neuzeitlichen Legeautomaten und einem Handlegegerät durchgeführt. Zwei Maschinen waren speziell für vorgekeimte Kartoffeln entwickelt, die übrigen sollen sich nach Herstellerangaben (zum Teil unter bestimmten Voraussetzungen) für dieses Legeverfahren eignen (Tabelle 1).

Die Ergebnisse sollen die derzeitigen Möglichkeiten des mechanischen Legens vorgekeimter Kartoffeln im Vergleich zu den herkömmlichen Legeverfahren der Handlegemaschinen mit Vorratsteller und Fallrohr (Abb. 6) aufzeigen.

Um den Keimbeschädigungsgrad und die Ablagegenauigkeit feststellen zu können, führten wir einen Ablagetest durch. Die Geräte wurden dazu mit 3 km/h, 5 km/h und 7 km/h (Handlegemaschine 1,7 km/h, Besson 3 km/h und 5 km/h, Chieftain 5 km/h und 7 km/h) über 20 m Prüfstrecke gefahren, wobei die Zudeckorgane hochgezogen oder abmontiert wurden, so dass die abgelegten Knollen sichtbar blieben (Abb. 7). Es wurde dazu Saatgut der

Sorte Eba (kurzovale Knollenform 35–50 mm) mit elastischen Lichtkeimen von 15–20 mm Länge verwendet. Die Vorkeimung war bei Kunstlicht, hoher relativer Luftfeuchtigkeit und niederen Temperaturen während zirka zehn Wochen erfolgt.

Die Behälterfüllung je Reihe hielten wir bei Exakt-K. mittels kontinuierlichem Nachfüllen auf zirka 20 kg. Bei den anderen Maschinen betrug sie zirka 60 kg. Alle Maschinen stellten wir auf Knollenabstände von 29 oder 30 cm ein. Die gemessenen Abstandswerte wurden später in acht Abstandsklassen eingeordnet. Zur Beurteilung der Keimbeschädigung verwendeten wir die unter Abschnitt 3.2 angeführte Bonitieringskala.

In den praktischen Feldversuchen der Produktionsrichtungen Früh- und Speisekartoffeln, bonitierte man vier Wochen nach dem Legen (optimale Fahrgeschwindigkeit) die Entwicklung der Einzeltriebe sowie deren Anzahl je Pflanze. Die Ertragserhebungen erfolgten kurz vor der Maschinenernte.

3. Ergebnisse

3.1 Praktischer Einsatz

Agrostroy (Abb. 5 und 7)

Das Gerät kann in Einmannarbeit eingesetzt werden. Die elektrische Ablageanzeige ermöglicht dem Traktorfürer während dem Arbeitseinsatz eine bequeme Kontrolle der Funktion. Einstellung und Bedienung sind einfach.

- Ermittelte optimale Arbeitsgeschwindigkeit 3,0 km/h
- Standzeit für Behälterfüllung (1 AK) 1,4 h/ha

Besson (Abb. 3 und 8)

Das Nachfüllen des Fehl-Stellenausgleiches und des Vibrationstisches erfordert nebst dem Traktorfürer

Tabelle 1: Versuchsmaschinen (alle Geräte zweireihig)

Typ	Hersteller	Importeur	Preis	Vgl. Abb.	Lege- werkzeug	Reihen- ab- stand cm	Lege- ab- stand cm	Be- hälter Inhalt Reihe kg	L / B / H cm	Ein- füll- höhe cm	Ge- wicht kg
Brambor SaBP-62, 5-1	Agrostroy Trostinov Tschechosl.	R. Hagen Mech. Werkstätte 8503 Hüttwilen	sFr. 2 700.— ¹⁾	5	Greiferrad	60–75	21,5-50	120	250/286/135	135	325
Repiqueuse	Ets. Grégoire-Besson & Cie. F-49 Montigné sur Moine	—	ffr. 6 600.—	3	Gabelkette	55–75	20–40	ca. 40	214/129/121	79	355
Chieftain Planter	Ramsomes Sims & Jefferies Ltd. Ipswich Engl.	Landmaschinen AG 3018 Bern-Bümpliz	sFr. 13 000.—	4	Legegurte	66–91	²⁾	200	226/229/141	141	428
Exakt	H. Kemink D-6471 Eckaertshausen	—	DM 2 438.—	2a	Becherkette	—	—	³⁾ 30	241/126/137	86	260
VL9	A. Gruse D-3251 Gross Berkel	Griesser Maschinen AG 8450 Andelfingen	sFr. 4 290.— ⁴⁾	2b	Doppelbechergurte	62,5-75	20–42	100	159/132/132	114	280

¹⁾ Mit Hangsteuerung und elektrischer Fehlstellenanzeige.

²⁾ Bei diesem Gerät wird mit kg/Saatgut/ha gerechnet. Regelmöglichkeit mit 8 Gängen von zirka 1600–6000 kg/ha.

³⁾ Je nach Zubehör verstellbar.

⁴⁾ Mit kleinen und grossen Einsatzbechern aus Kunststoff.

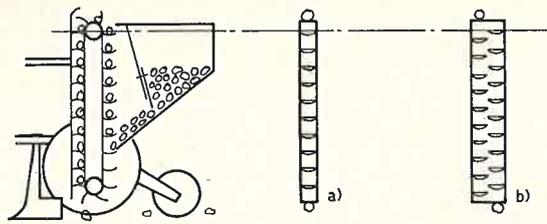


Abb. 2: Legeautomat mit a) einfacher und b) doppelter Becherkette oder -gurte

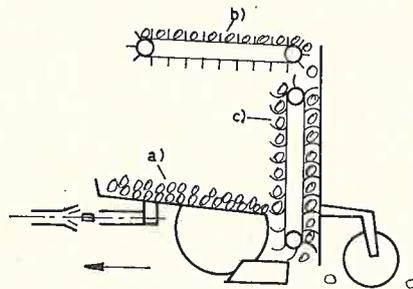


Abb. 3: Legeautomat mit Vibrationstisch und Gabelkette (System Besson) a) Vibrationstisch b) Fehlstellenausgleich c) Gabelkette

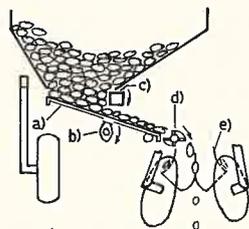


Abb. 4: Legeautomat mit Schöpfwalze und Gurtenablage
a) Rüttelboden d) Schöpfwalze
b) Nockenwelle e) Fördergurten
c) Dosierwelle

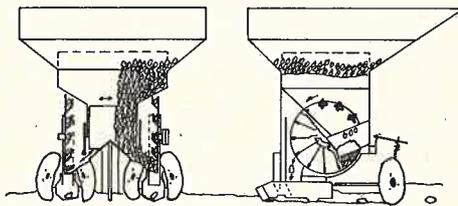


Abb. 5: Legeautomat mit Greiferrad
a) Saatgutbehälter b) Greiferrad

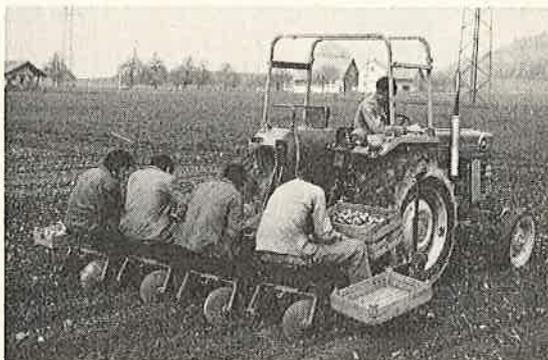


Abb. 6: vierreihige Handlegemaschine mit Vorrats-tellern und Fallrohren.



Abb. 7: Legeautomat Agrostroj beim Ablagetest

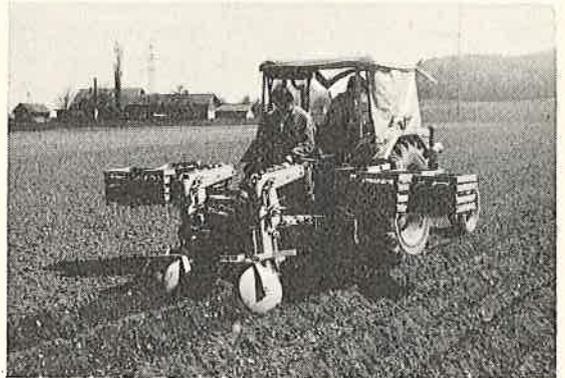


Abb. 8: Legeautomat Besson



Abb. 9: Legeautomat Chieftain



Abb. 10: Legeautomat Exakt-Kemink

eine Bedienungsperson. Der Arbeitsplatz auf der Maschine dürfte besonders für grosse Personen etwas bequemer ausgestaltet sein. Schon eine Verstellmöglichkeit der Stehplattform könnte Abhilfe schaffen. Einstellung und Bedienung sind einfach.

- Ermittelte optimale

Arbeitsgeschwindigkeit	2,5 km/h
------------------------	----------
- Standzeit für Behälterfüllung (2 AK) und Saatgutüberladen 0,7 h/ha

Chieftain (Abb. 4 und 9)

Die Kartoffelzuführung wird hier unter anderem über eine hydraulische Verstelleinrichtung der Bunkerneigung geregelt, was wiederum eine Bedienungsperson erfordert. Durch einen grösseren Durchmesser und andere Profilgestaltung des Antriebsrades könnte der festgestellte Schlupf verringert werden. Die Höhenverstellung des Stütz- und Antriebsrades ist sehr mühsam; ein Kettenspanner für das letztere fehlt.

- Ermittelte optimale

Arbeitsgeschwindigkeit	6,3 km/h
------------------------	----------
- Standzeit für Behälterfüllung (2 AK) 0,7 h/ha

Exakt-Kemink (Abb. 2a und 10)

Die Konzeption verlangt eine kontinuierliche Zuführung kleiner Knollenmengen an die Becherketten. Das fortlaufende Entleeren der Vorkeimkisten erfordert nebst dem Traktorführer eine Bedienungsperson. Eine Vorrichtung für die Mitnahme der notwendigen Vorkeimkisten muss nachträglich angebracht werden. Einstellung und Bedienung sind einfach.

- Ermittelte optimale

Arbeitsgeschwindigkeit	2,7 km/h
------------------------	----------
- Standzeit für Saatgutüberladen (2 AK) 0,7 h/ha

Gruse (Abb. 2b und 11)

Das Gerät kann in Einmannarbeit eingesetzt werden. Gelegentliches Beobachten der Bechergurten vom Traktor aus ist zweckmässig. Dadurch kann besonders bei schwacher Einstellung der Knollenzuführung die vereinzelt auftretende Brückenbildung verhindert werden. Einstellung und Bedienung sind einfach.

- Ermittelte optimale

Arbeitsgeschwindigkeit	3,6 km/h
------------------------	----------
- Standzeit für Behälterfüllung (1 AK) 1,4 h/ha

Die Konstruktion aller Geräte kann als solid bezeichnet werden. Ein übermässiger Verschleiss konnte nach dem Testeinsatz nicht festgestellt werden.

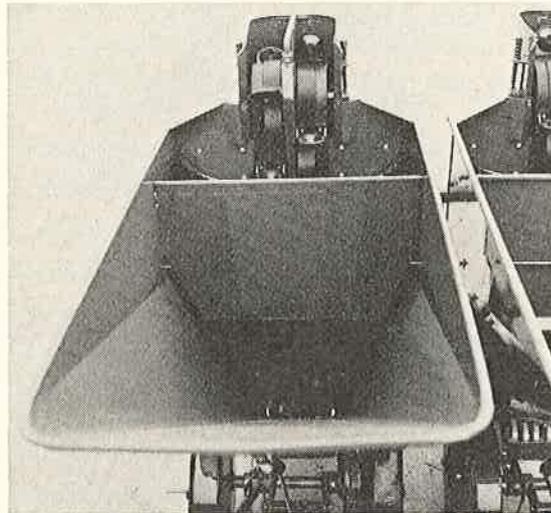
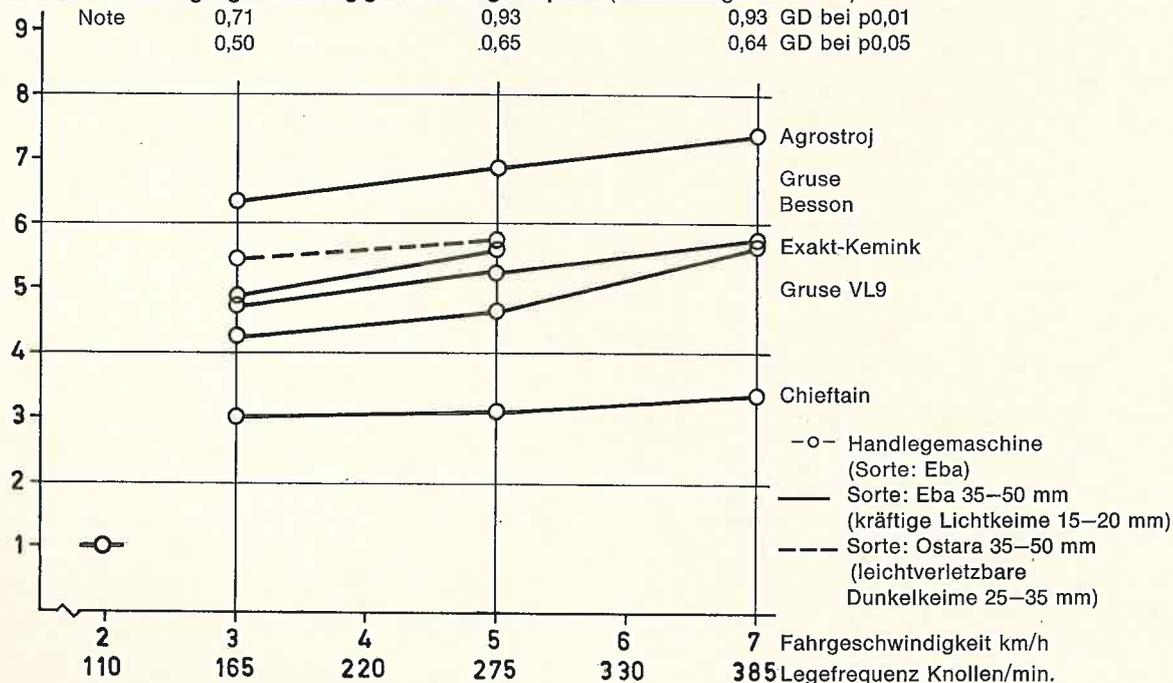


Abb. 11: Saatgutbehälter und Doppelbechergurten des Legeautomaten Gruse

3.2 Keimbeschädigung in Abhängigkeit der Legefrequenz (Bonitierung durch FAP)



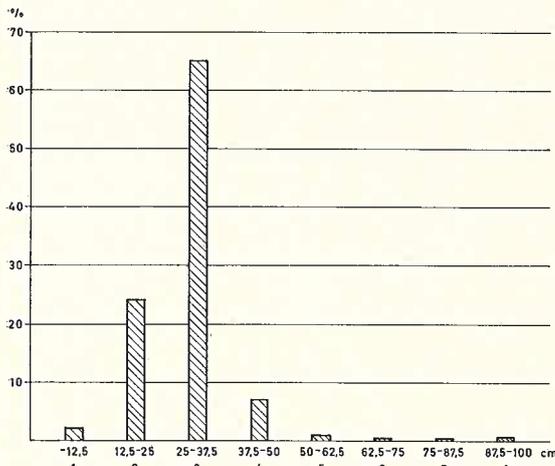
Bonitierungsskala für Keimbeschädigungen (nach FAP): Note:

- | | |
|--|--|
| <p>1 Unbeschädigt.</p> <p>3 Bis zirka die Hälfte der Keime leicht beschädigt.</p> <p>5 Der grösste Teil der Keime leicht beschädigt.</p> <p>7 Wenige Keime ganz abgebrochen oder stark beschädigt. Die übrigen Keime höchstens</p> | <p>so verletzt, dass aus ihnen noch Triebe entstehen können.</p> <p>9 Der grösste Teil der Keime abgebrochen oder so beschädigt, dass die Triebe aus den Augen neu gebildet werden müssen.</p> |
|--|--|

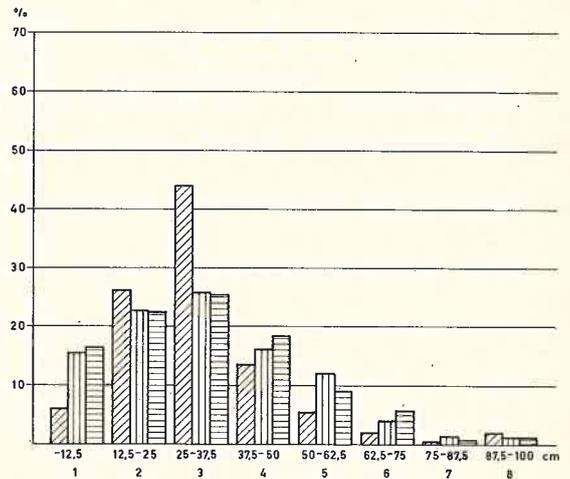
3.3 Ablagegenauigkeit

Mittelwerte aus je 4 x 20 m Ablagestrecke
 Sorte: Eba, kurzovale Knollenform 35-50 mm
 Lichtkeime: 15-20 mm
 Anteil der Knollenabstände in %

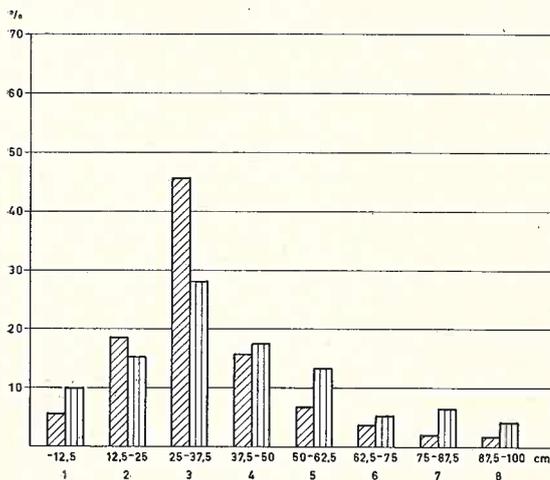
-  Legefrequenz 110 Knollen/min bzw. 2 km/h
-  Legefrequenz 275 Knollen/min bzw. 3 km/h
-  Legefrequenz 275 Knollen/min bzw. 5 km/h
-  Legefrequenz 385 Knollen/min bzw. 7 km/h



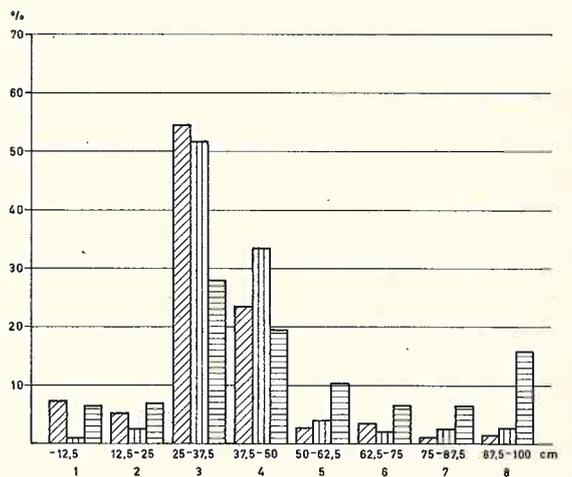
Handlegemaschine, Soll-Abstand = 29 cm



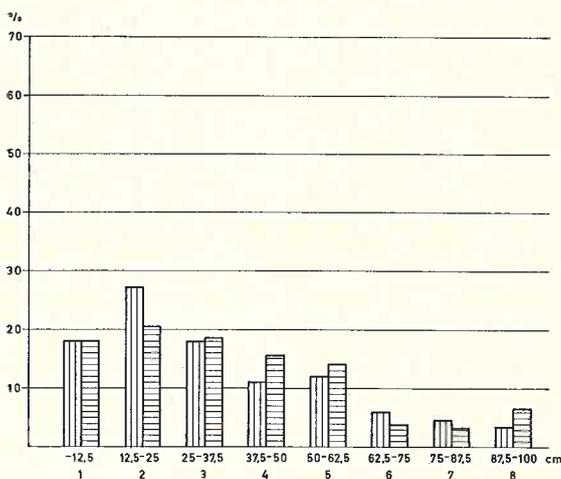
Agrostroj, Soll-Abstand = 29 cm



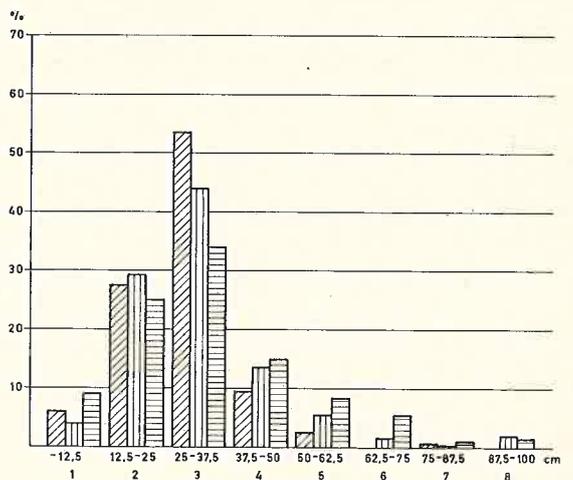
Besson, Soll-Abstand = 30 cm



Exakt-K, Soll-Abstand = 30 cm (Normalbecher)



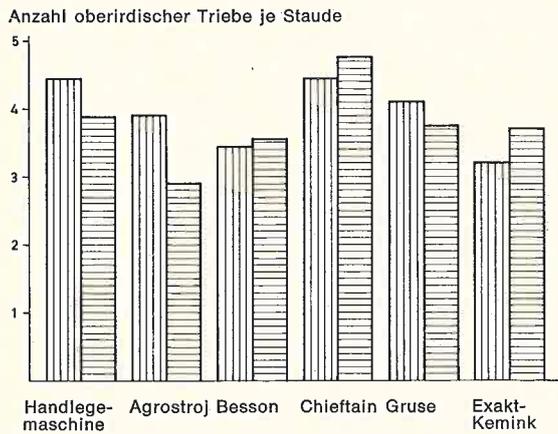
Chieftain, Soll-Abstand = 30 cm



Gruse, Soll-Abstand = 30 cm (Normalbecher)

Knollenabstände

3.4 Pflanzenentwicklung vier Wochen nach dem Legen (Bönotierung durch FAP):
(Vgl. Abb. 12)



Geschwindigkeit und Regelmässigkeit der Aufgangsentwicklung

- Note 1 sehr schnell, ausgeglichen
3 schnell
5 mittel
7 ziemlich langsam, ziemlich unausgeglichen
9 sehr langsam, unausgeglichen

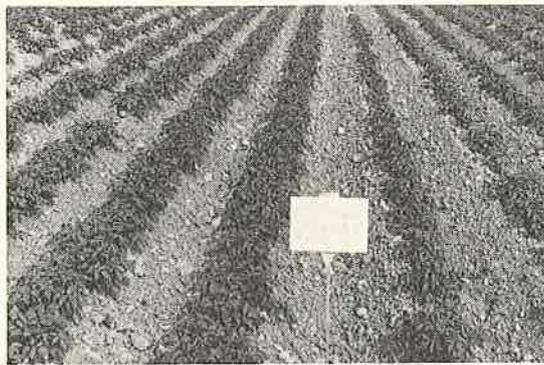
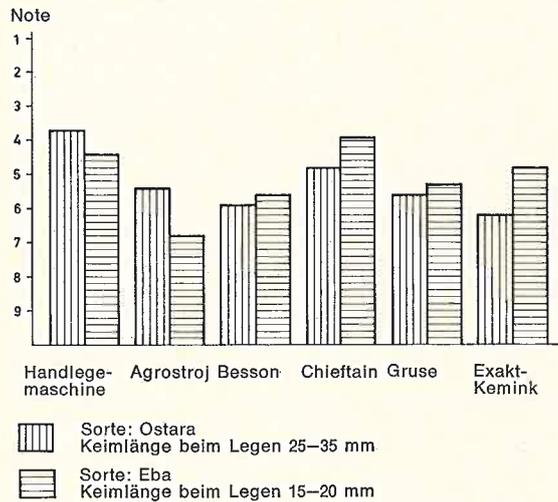


Abb. 12: Pflanzenentwicklung vier Wochen nach dem Legen
links: Pflanzenbestand der Handlegemaschine
rechts: Pflanzenbestand eines Legeautomaten mit hohem Keimbeschädigungsgrad

3.5 Ertrag

Frühkartoffeln, Sorte Ostara

Die Ertragsmittelwerte für Marktware (40–70 mm) lagen hier im Vergleich zur Handlegemaschine je nach Legeautomat um rund 18–26% tiefer, wobei alle Werte statistisch gesichert sind (Tabelle 2). In Anbetracht des Gesamtertrages sind die Unterschiede jedoch weniger bedeutend, da der Ausschuss (unter 40 und über 70 mm Knollendurchmesser) bei den Legeautomaten wesentlich höher ausfiel als bei der Handlegemaschine.

Speisekartoffeln, Sorte Eba

Bei Legeautomateneinsatz ergaben sich hier im Vergleich zur Handlegemaschine Mindererträge an Marktware (42,5–70 mm Knollendurchmesser) von 4–14% bei einer statistischen Sicherung der meisten Werte (Tabelle 2). Auch hier war der Ausschuss bei einigen Legeautomaten etwas höher.

Die dargestellten einjährigen Ertragsergebnisse dürfen wegen der jahresspezifischen Witterungseinflüsse nicht verallgemeinert werden.

Tabelle 2: Erträge (Mittelwerte aus vier Wiederholungen)

Legegerät	Frühkartoffeln Sorte: Ostara			Speisekartoffeln Sorte: Eba			
	Gesamtertrag	Marktware (40–70 mm)	Ausschuss (< 40, > 70 mm)	Gesamtertrag	Marktware (42,5–70 mm)	Ausschuss (< 42,5, > 70 mm)	
	100 =	321,6 kg/a	292,0 kg/a	29,6 kg/a	563,0 kg/a	472,4 kg/a	90,7 kg/a
Handlegemaschine	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Agrostroj	79,6	76,0	122,0	90,2	88,8	97,4	97,4
Exakt-K.	80,2	74,1	140,5	96,6	94,8	106,0	106,0
Chieftain	—	—	—	86,5	86,3	94,7	94,7
Besson	85,5	82,1	119,6	97,7	96,0	106,6	106,6
Gruse	83,0	77,3	139,5	94,2	93,0	103,4	103,4
Handlegemaschine (Saatgut nicht vorgek.)	—	—	—	89,9	85,5	112,2	112,2
GD bei p0,05	16,4	16,8	n.g.	8,6	8,6	n.g.	n.g.
GD bei p0,01	n.g.	23,6	n.g.	11,7	11,8	n.g.	n.g.
Saatgutkalibrierung		35–50 mm			35–50 mm		
Keimlänge		25–35 mm (teilweise Dunkelkeime)			20 mm (gleichmässige, kräftige Lichtkeime)		
Legen		18. 4. 73			1. 5. 73		
Totspritzen		—			21. 8. 73		
Ernte		12. 7. 73			4. 9. 73		

4. Kalkulationen

Für die folgenden Arbeitsbedarfszahlen, Maschinen- und Verfahrenskosten mussten bestimmte Grundlagen und Grunddaten festgelegt werden. In der

Praxis ist zu berücksichtigen, dass die letztgenannten Grössen, bedingt durch die örtlichen Verhältnisse, nicht immer mit den hier getroffenen Annahmen übereinstimmen.

4.1 Arbeitstechnische Daten und Arbeitsbedarf

Reihenweite	75 cm	Saatgutbedarf	2,3–2,5 t/ha
Knollenabstand	30 cm	Feldentfernung	1 km
Kurzovale Knollenform	25–50 mm	Schlaggrössen	1 ha (50 x 200 m)
Lichtkeime	20 mm	Verlustzeit	5%

	Handlege- maschine	Agrostroj		Besson		Chieftain	Exakt K.	Gruse		
Reihenzahl	4	2	4	2	4	2	2	4	2	4
einkalkulierte Arbeitskräfte	5	1	1 (2)	2	3	2	2	2	1	1 (2)
Traktor PS	45	35	55	35	55	55	35	55	35	55
Arbeitsgeschwindigkeit km/h	1,7	3,0	3,0	2,5	2,5	6,3	2,7	2,7	3,6	3,6
Technische Leistung ha/h ¹⁾	0,51	0,45	0,90	0,37	0,75	0,94	0,40	0,81	0,54	1,08
Versorgungszeit h/ha										
(Standzeit für Behälterfüllen) h/ha	0,35	1,4	1,4 (0,7)	0,7	0,47	0,70	0,7	0,7	1,4	1,4 (0,7)
Landwirtschaftl. Leistung ²⁾ ha/h	0,33	0,21	0,31 (0,41)	0,23	0,42	0,4	0,24	0,39	0,23	0,33 (0,46)
Gesamtarbeitszeit AKh/ha	14,1	4,7	3,24 (4,59)	8,37	6,74	4,72	7,92	4,85	4,26	3,02 (4,17)
Gesamtarbeitszeit von Traktor und Gerät h/ha	3,06	4,7	3,24 (2,41)	4,4	2,4	2,48	4,16	2,55	4,26	3,02 (2,19)

() = bei evtl. Einsatz einer zweiten Arbeitskraft zur Senkung der Standzeit für das Behälterfüllen.

¹⁾ Bearbeitete Fläche je Stunde Hauptzeit des Gerätes (Hauptzeit beim Kartoffellegen: reine Legezeit)

²⁾ Bearbeitete Fläche je Stunde Gesamtarbeitszeit des Gerätes.

4.2 Kostenelemente

Stundenlohn Traktorfahrer 8.20 Fr./h Stundenlohn Hilfskräfte 7.40 Fr./h

		Handlege- maschine	Agrostroj *		Besson		Chieftain	Exakt K.	Gruse *		
Reihenzahl		4	2	4	2	4	2	2	4	2	4
Grundkosten	Fr./Jahr	413.—	399.3	729.8	784.3	1431.—	1827.5	495.5	922.25	617.8	1282.5
Einsatzkosten:											
– Gebrauchskosten	Fr./ha	13.3	12.8	11.4	24.05	21.6	34.6	15.7	14.2	16.4	16.5
– Handarbeitskosten	Fr./ha	106.8	38.5	26.6	65.5	51.8	36.9	61.9	37.9	34.9	24.8
– Traktorselbstkosten	Fr./ha	31.6	43.8	35.8	41.0	26.6	27.4	38.7	28.2	39.7	33.4
Sa. Einsatzkosten	Fr./ha	151.7	95.2	73.8	130.6	100.0	98.9	116.3	80.3	91.0	74.7

*) Kalkulation mit 1 AK

4.3 Verfahrenskostenvergleich

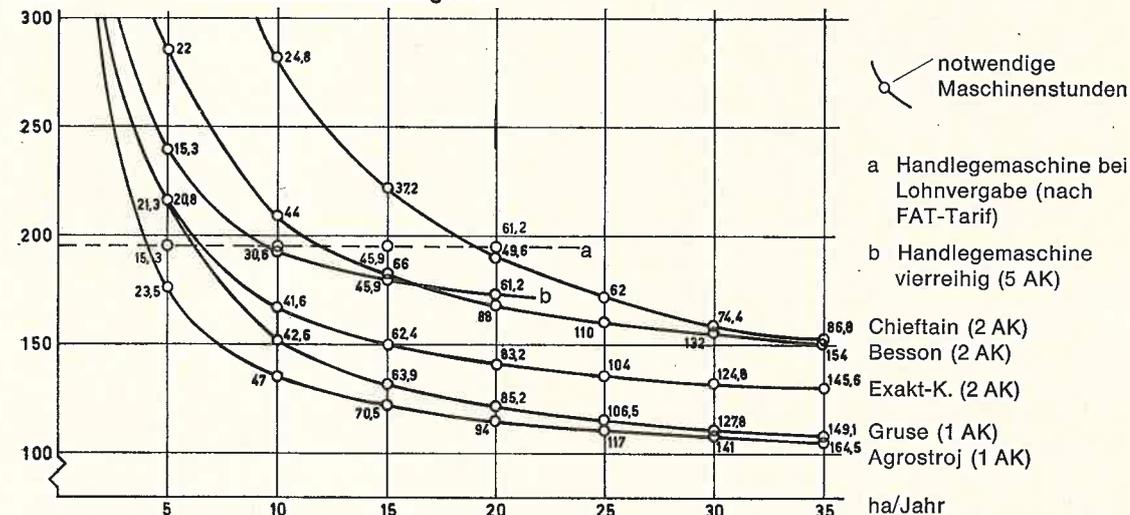


Abb. 13: Legeautomaten zweireihig

Verfahrenskosten (Maschinen-, Traktor- und Handarbeitskosten) beim Legen vorgekeimter Kartoffeln.

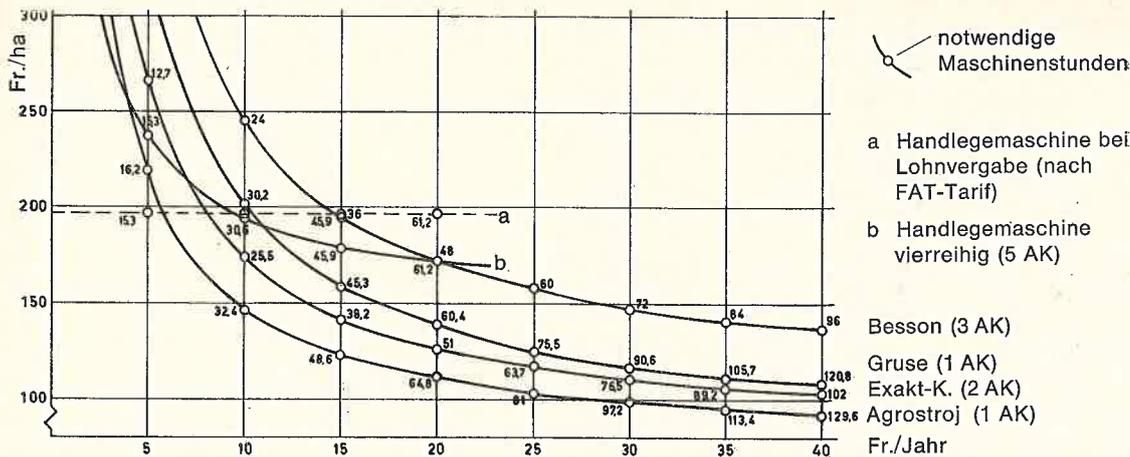


Abb. 14: **Legeautomaten vierreihig**
Verfahrenskosten (Maschinen-, Traktor- und Handarbeitskosten) beim Legen vorgekeimter Kartoffeln.

5. Interpretation der Ergebnisse

Der praktische Einsatz zeigte, dass die optimale Arbeitsgeschwindigkeit, bedingt durch die verschiedenen Systeme, vom einen zum anderen Gerät stark variiert. Die meisten Legeautomaten lassen wohl noch höhere Arbeitsgeschwindigkeiten zu, jedoch nur bei abnehmender Arbeitsqualität.

Die hohe **Ablagegenauigkeit** der Handlegemaschinen konnte mit keinem Legeautomaten erreicht werden, 65% der Pflanzenabstände lagen hier zwischen 25 und 37,5 cm. Die Ergebnisse von Chieftain müssen als ungenügend bezeichnet werden. Sowohl der Anteil an Doppelbelegungen wie an einfachen und mehrfachen Fehlstellen ist sehr hoch. Die übrigen Geräte zeigen bei 3 km/h noch befriedigende bis gute Werte, bei 5 km/h und 7 km/h nahmen jedoch die Doppelbelegungen und Fehlstellen merklich zu.

Mit der Handlegemaschine war eine Ablage praktisch ohne **Keimbeschädigung** möglich. Bei den Legeautomaten nahm der Beschädigungsgrad wie folgt zu:

- Chieftain: Die Hälfte der Keime leicht beschädigt; praktisch kein Anstieg des Beschädigungsgrades mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit.
- Gruse: Grösster Teil der Keime leicht beschädigt. Merklicher Anstieg des Beschädigungsgrades von 5 auf 7 km/h.
- Exakt-K.: Bei 3 und 5 km/h etwas höherer und bei 7 km/h praktisch gleicher Beschädigungsgrad wie Gruse.
- Besson: Grösster Teil der Keime leicht beschädigt. Merklicher Anstieg des Beschädigungsgrades von 3 auf 5 km/h.
- Agrostroj: Ein kleiner Teil der Keime ganz abgebrochen, übrige praktisch alle leicht beschädigt.

Die **Pflanzenentwicklung** vier Wochen nach dem Legen stimmte allgemein mit dem Beschädigungsgrad der Keime überein, wobei die Anzahl oberirdischer Triebe mit deren Entwicklung weitgehend korrelierte.

Die mit den Automaten gelegten Flächen brachten im Vergleich zur Handlegemaschine Mindererträge

an Marktware von 4 bis 26%. Die Folgen ungenügender Ablagegenauigkeit traten bei Chieftain besonders stark hervor.

Die **Kalkulationen** ergaben, dass Agrostroj, Exakt-K. und Gruse ab zirka 2 ha, Besson und Chieftain bei zirka 16 bzw. 25 ha jährlicher Kartoffelfläche kostengünstiger eingesetzt werden können als die vierreihige Handlegemaschine. Mit Chieftain sind dabei rund $\frac{1}{5}$ weniger und den übrigen Geräten $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ mehr Maschinenstunden erforderlich. Die vierreihigen Legeautomaten Agrostroj, Exakt-K., Gruse und Besson erreichen die Kostengleichheit mit der Handlegemaschine bei einem jährlichen Einsatz von 4 bzw. 8, 11 und 20 ha. Agrostroj und Gruse benötigen etwa die gleiche, Besson und Exakt-K. zirka $\frac{1}{6}$ weniger Maschinenstunden als die vierreihige Handlegemaschine.

6. Schluss

Das maschinelle Legen vorgekeimter Kartoffeln stellt hohe Anforderungen an die Legeautomaten und das Saatgut. Die Geräteentwicklung in dieser Richtung führte zu verschiedenen Legesystemen. Der Legeautomat Chieftain mit Schöpfwalze und Gurtenablage erlaubt ein Arbeiten bei geringer Keimbeschädigung und hoher Legeleistung. Zufolge der unregelmässigen Ablage muss aber trotzdem mit Ertrageinbussen gerechnet werden. Die Weiterentwicklung ist im Gange. Die Maschinen Besson, Exakt-Kemink und Gruse mit Gabelketten, Becherketten bzw. Doppelbechergurten erzielten bei erheblich stärkerem Beschädigungsgrad eine befriedigende Ablagegenauigkeit. Die Doppelbechergurten zeigten dabei einige Vorteile. Der grösste Keimbeschädigungsgrad war beim Legeautomat Agrostroj mit Greiferrad festzustellen. Diese sonst sehr preisgünstige Maschine dürfte daher eher für nicht vorgekeimtes Saatgut geeignet sein.

Der Verfahrenskostenvergleich und arbeitswirtschaftliche Fakten sprechen im allgemeinen für die Legeautomaten. — Um aber unter allen praktischen Bedingungen die Arbeitsqualität der Handlegemaschine zu erreichen, müssen die Geräte noch verbessert werden.