

Analyse der Mangelausprägung geschälter Kartoffeln und ihres Einflusses auf Parameter der Arbeitsqualität von Qualitätsverleseautomaten

Dr. agr. W. Dreessen/Dipl.-Ing. H. Hempel

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

A_{NS}	% (Masse-anteil)	Ausbeute beim Nachschälen
\overline{AM}	St.	durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle
$\overline{AM}_{.30}$	St.	durchschnittliche Anzahl der Mängel je mangelbehafteter Kartoffel der Mangelflächengruppe $\leq 30 \text{ mm}^2$
F	mm^2	Mangelfläche
\overline{F}	mm^2	durchschnittliche Mangelfläche
$\overline{F}_{.30}$	mm^2	durchschnittliche Mangelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln der Mangelflächengruppe $\leq 30 \text{ mm}^2$
\overline{FS}	mm^2	durchschnittliche Mangelflächensumme je Knolle
\overline{KM}	g	durchschnittliche Knollenmasse im Verlesestrom
L	% (Stück-anteil)	Leitgüte (Verhältnis des richtig getrennten Anteils einer Komponente zur Gesamtheit der im Aufgabegut enthaltenen Komponente)
L_A	% (Stück-anteil)	aus dem vorhergehenden Rechenschritt ermittelte Leitgüte, beginnend mit $L_A = L_K$
L_B	% (Stück-anteil)	Leitgüte der Kartoffel mit einem Mangel, die nur durch diesen Mangel verursacht wird
L_K	% (Stück-anteil)	Leitgüte für eine mangelbehaftete Kartoffel mit der Mangelfläche 0
L_M	% (Stück-anteil)	Leitgüte für geschälte Kartoffeln mit einem Mangel, verursacht durch den Mangel
$L_{(M-K)}$	% (Stück-anteil)	Leitgüte für geschälte Kartoffeln mit einem Mangel, verursacht durch den Mangel und die mangelfreie Knollenoberfläche

L_{mb}	% (Stück-anteil)	Leitgüte für mangelbehaftete Kartoffeln
L_{mf}	% (Stück-anteil)	Leitgüte für mangelfreie Kartoffeln
MFG	mm^2	Mangelflächengruppe
RW		Faktor für Rohware
SM		Faktor für Schälmaschine
φ	% (Masse-anteil)	Masseanteil
φ_{mf}	% (Masse-anteil)	mangelfreier Anteil der Kartoffeln beim Vorschälen
ψ	% (Stück-anteil)	Stückanteil
$\psi_{.30}$	% (Stück-anteil)	Stückanteil der mangelbehafteten Kartoffeln der Mangelflächengruppe $\leq 30 \text{ mm}^2$, bezogen auf alle mangelbehafteten Kartoffeln

fürten Laborversuche zur Ermittlung des Einflusses der Rohwarequalität, der Schälmaschine, des Anteils mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen und der Ausbeute beim Nachschälen auf die Marktwareausbeute und die erforderliche Nachschäl- und Verlesekapazität im Verfahren C wurde die Mangelausprägung an geschälten Kartoffeln untersucht. Als Schälmaschinen kamen die UWS300 anstelle des Schälblocks Typ20 bzw. Typ7252 und das Forschungsmuster eines Schältrammel-Außenschälers (STA) des Forschungszentrums für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben zum Einsatz, wobei in zug auf den STA aus versuchstechnischen Gründen ein in Richtung der Schältrammelachse auf 40 cm reduzierter Schälsektor genutzt wurde.

1. Problemstellung

Bei der in [1] eingeschätzten Weiterentwicklung von Verfahren zum Schälen von Kartoffeln für den Frischverbrauch sind die Verfahren B und C herausgestellt worden, die durch den perspektivischen Einsatz von Qualitätsverleseautomaten gekennzeichnet sind. Während im Verfahren B noch ein Teilstrom „nachputzwürdiger“ mangelbehafteter Kartoffeln von Hand nachzuputzen ist, werden im Verfahren C alle mangelbehafteten Kartoffeln maschinell nachgeschält und dann erneut zum Verlesen vorgelegt. Im Verfahren C ist die Qualität der Verkaufsware nicht mehr von der Arbeitsqualität beim Handnachputzen abhängig. Sie wird außer vom Schälregime (eingesetzte Schälmaschinen, Mangelfreianteil beim Vorschälen bzw. beim Nachschälen) entscheidend von der Arbeitsqualität des Verleseautomaten bezüglich der Parameter L_{mf} und L_{mb} bestimmt.

Das Ziel der Untersuchungen besteht darin,

- die Mangelausprägung geschälter Kartoffeln objektiv zu kennzeichnen
- den Zusammenhang zwischen den Kennwerten der Mangelausprägung der geschälten Kartoffeln des Verlesestroms beim Verfahren C und den Schälregimeparametern sowie der Rohware zu analysieren
- den Einfluß der Mangelausprägung auf die Leitgüte L_{mb} des Verleseautomaten abzuschätzen.

Da bei einem Verleseautomaten sowohl der Fehler beim Vereinzeln und Vorführen der Stücke als auch der Trennfehler des Auswertersystems unabhängig von der Mangelausprägung der Einzelstücke des Gutes sind, soll hier unter der Leitgüte L_{mf} und L_{mb} des Verleseautomaten die durch das Erkennungssystem bedingte Leitgüte verstanden werden, wobei die vorgenannten Fehler vernachlässigt werden.

2. Versuchsmethode und -durchführung

Während der in den Versuchsetappen Februar und Mai 1986 und April 1987 durchge-

führten Laborversuche zur Ermittlung des Einflusses der Rohwarequalität, der Schälmaschine, des Anteils mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen und der Ausbeute beim Nachschälen auf die Marktwareausbeute und die erforderliche Nachschäl- und Verlesekapazität im Verfahren C wurde die Mangelausprägung an geschälten Kartoffeln untersucht. Als Schälmaschinen kamen die UWS300 anstelle des Schälblocks Typ20 bzw. Typ7252 und das Forschungsmuster eines Schältrammel-Außenschälers (STA) des Forschungszentrums für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben zum Einsatz, wobei in zug auf den STA aus versuchstechnischen Gründen ein in Richtung der Schältrammelachse auf 40 cm reduzierter Schälsektor genutzt wurde.

Innerhalb jeder Versuchsetappe wurde das erforderliche Kartoffelmaterial in 4 Fraktionen von 40 bis 60 mm Quadratmaß und in die Fraktion $> 60 \text{ mm}$ Quadratmaß fraktioniert, grob verlesen und zu 10-kg-Schälproben gleicher Größenzusammensetzung zusammengestellt. Die Proben wurden entsprechend dem vorgegebenen Anteil mangelfreier Kartoffeln vorgeschält und durch 3 bis 4 Arbeitskräfte in mangelfreie und mangelbehaftete Kartoffeln getrennt. Die mangelbehafteten Kartoffeln wurden ebenfalls zu 10-kg-Proben zusammengestellt und entsprechend der vorgegebenen Ausbeute in einer weiteren Schälstufe (1. Nachschälstufe) nachgeschält und wieder verlesen. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis der Vorrat an mangelbehafteten Kartoffeln keiner Maschinenfüllung mehr entsprach.

Die Einhaltung einer vorzugebenden Ausbeute beim Nachschälen als näherungsweise äquivalente Größe für den mittleren Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Nachschälen ist versuchstechnisch über die Steuerung der Schälzeit gut beherrschbar. Da sich der durchschnittliche Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Nachschälen sowohl aus dem Anteil mangelfreier Kartoffeln in den Nachschälstufen als auch aus den Masseanteilen der nachzuschälenden Kartoffeln jeder Nachschälstufe am gesamten Nachschälstrom ergibt, ist die Einhaltung eines vorzugebenden Wertebereichs für diesen Parameter versuchstechnisch schlecht beherrschbar.

Für die Analyse der Mangelausprägung wurden stichprobenartig komplette Schälmaschinenchargen beim Vorschälen und in den Nachschälstufen genutzt. Von jeder mangelbehafteten Kartoffel einer Probe wurden die Fläche jedes auf der Knollenoberfläche sichtbaren Mangels und die Knollenmasse erfaßt. Als Mängel galten alle auf der Knollenoberfläche sichtbaren Schalenreste, Fäulestellen, verkorkten Beschädigungen sowie Schwarz- und Eisenfleckigkeit mit einer Fläche $> 1 \text{ mm}^2$. Von den mangelfreien Kartoffeln, zu denen auch Kartoffeln mit Mangelflächen

Fortsetzung von Seite 349

Anzahl der Mängel je Knolle zu entwickeln.

Es wird vorgeschlagen, nur die Knollenmasse als Kriterium für die Trenngrenze II auszunutzen, da eine Trennung entsprechend der Knollenmasse bei hoher Flexibilität näherungsweise mit Hilfe eines verstellbaren Fraktionierers technisch einfach realisiert werden kann.

Literatur

- [1] Dreessen, W.; Vetter, S.: Stand und Entwicklung des industriellen Schälens von Speisekartoffeln in der DDR. agrartechnik, Berlin 37(1987)11, S. 512–514.
- [2] Methode zur objektiven Kennzeichnung der Qualität geschälter Kartoffeln und der das Schälergebnis bestimmenden Rohwarequalität. Forschungszentrum für Mechanisierung in der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1986. A 5736

Tafel 1. Kennwerte der Mangelausprägung der geschälten Kartoffeln des Verlesestroms beim Verfahren C der Varianten S2/86-UWS35/80 [Sorte 'Salut' 2/86 mit UWS300 geschält, Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälern 34,6% (Masseanteil), Ausbeute beim Nachschälern 82,7% (Masseanteil)] und SO4/87-UWS6/80 [Sorte 'Sola' 4/87 mit UWS300 geschält, Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälern 6,1% (Masseanteil), Ausbeute beim Nachschälern 79,8% (Masseanteil)]

Variante	MFG mm ²	Ergebnisse		\overline{KM} g	\overline{AM} St.	\overline{F} mm ²	\overline{FS} mm ²	durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle und Mangelflächenuntergruppe in mm ²										
		$\varphi^{1)}$ %	$\psi^{1)}$ %					> 1...5	> 5...10	> 10...20	> 20...30	> 30...40	> 40...75	> 75...150	> 150			
S2/86-UWS35/80	≤ 1 (mf)	32,7	51,6	32														
	> 1...5	15,0	12,9	59	1,86	2	4	1,86										
	> 5...10	12,9	9,9	66	2,02	6	12	0,87	1,15									
	> 10...20	12,9	8,7	75	2,69	8	22	1,26	0,43	1,00								
	> 20...30	10,2	6,5	80	2,69	14	38	0,98	0,21	0,41	1,08							
	> 30...40	2,8	2,0	71	3,02	18	54	1,10	0,34	0,41	0,17	1,00						
	> 40...75	8,2	5,1	82	3,01	24	72	0,95	0,40	0,41	0,18	0,05	1,02					
	> 75...150	3,4	2,2	77	2,83	51	144	0,56	0,31	0,18	0,44	0	0,34	1,00				
	> 150	1,9	1,1	84	2,03	271	550	0,25	0,12	0	0,49	0,06	0	0	0	0	0	1,12
	mb	67,3	48,4	71	2,34	18	42	1,21	0,41	0,30	0,20	0,04	0,12	0,04	0,04	0,02		0,02
mf + mb	100,0	100,0	51	1,13	18	20	0,59	0,20	0,14	0,09	0,02	0,06	0,02	0,02	0,01			
SO4/87-UWS6/80	≤ 1 (mf)	19,0	30,5	48														
	> 1...5	5,4	6,3	67	1,94	2	4	1,94										
	> 5...10	3,1	4,0	60	2,03	6	12	0,94	1,09									
	> 10...20	8,3	8,9	73	2,40	10	24	0,83	0,46	1,11								
	> 20...30	4,7	5,6	67	3,37	13	44	1,29	0,39	0,50	1,19							
	> 30...40	1,8	1,7	85	2,90	26	75	0,59	0	0,23	0,69	1,39						
	> 40...75	9,0	9,0	78	4,84	27	131	1,23	0,55	0,53	0,70	0,30	1,53					
	> 75...150	15,8	12,7	98	5,16	44	227	1,25	0,40	0,75	0,59	0,27	0,57	1,33				
	> 150	32,9	21,3	122	5,56	177	984	0,86	0,45	0,74	0,38	0,17	0,66	0,79	1,51			
	mb	81,0	69,5	92	4,20	88	370	1,11	0,43	0,62	0,43	0,17	0,50	0,48	0,46			
mf + mb	100,0	100,0	79	2,92	88	257	0,77	0,30	0,43	0,30	0,12	0,35	0,33	0,32				

mb mangelbehaftet, mf mangelfrei
1) bezogen auf die Summe der mf- und mb-Kartoffeln

≤ 1 mm² gehören, wurde lediglich die Knollenmasse erfaßt. Die Auswertung der Proben erfolgte mit Hilfe des EDV-Programms MANGELBILD UND LEITGÜTE. Jede Mangelstelle einer Kartoffel wurde entsprechend der Mangelfläche der zugehörigen Mangelflächenuntergruppe > 1 bis 5 mm², > 5 bis 10 mm², > 10 bis 20 mm², > 20 bis 30 mm², > 30 bis 40 mm², > 40 bis 75 mm², > 75 bis 150 mm² oder > 150 mm² zugeordnet. Entsprechend ihrer höchsten Mangelflächenuntergruppe wurden die mangelbehafteten Kartoffeln in 8 Mangelflächengruppen unterteilt, wobei jede Mangelflächenuntergruppe aus der Summe der identisch bezeichneten Mangelflächenuntergruppe und allen darunter liegenden Untergruppen besteht. Die mangelfreien Kartoffeln wurden zu einer weiteren Gruppe zusammengefaßt. Je Probe wurden für jede der 8 Mangelflächengruppen, für die

Tafel 2. Stückanteil, durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle und durchschnittliche Mangelfläche der in Mangelflächengruppen unterteilten mangelbehafteten Kartoffeln des Verlesestroms beim Verfahren C in Abhängigkeit von Schälregime und Rohware

Sorte/ Versuchszeitraum	Einflußgrößen				Zielgrößen				durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG in mm ²				durchschnittliche Mangelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG in mm ²				\overline{KM} g
	Φ_{mi}	A_{NS}	SM ¹⁾	RW ¹⁾	Stückanteil der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG in mm ²				Stückzahl der Mängel je Knolle der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG in mm ²				Mangelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG in mm ²				
	%	%			≤ 5 % ²⁾	≤ 30 % ²⁾	≤ 150 % ²⁾	ges. % ³⁾	≤ 5 St.	≤ 30 St.	≤ 150 St.	ges. St.	≤ 5 mm ²	≤ 30 mm ²	≤ 150 mm ²	ges. mm ²	
Salut 2/86	20,6	72,1	1	1	14	70	97	52	1,9	2,9	3,6	3,7	3	7	15	18	58
	21,3	89,4	1	1	25	71	97	66	1,9	2,5	3,1	3,2	2	7	15	20	65
	21,5	81,6	1	1	20	67	96	57	1,7	2,5	3,1	3,2	3	8	16	23	60
	34,6	82,7	1	1	26	78	98	49	1,9	2,2	2,4	2,4	2	7	12	18	51
	5,5	81,3	1	1	20	57	91	71	2,0	2,8	4,0	4,4	2	7	19	27	59
	21,6	71,7	2	1	26	74	96	56	1,9	2,4	2,7	2,7	2	7	12	17	47
	21,5	89,6	2	1	33	74	97	69	1,9	2,2	2,4	2,4	2	6	13	18	52
	21,4	80,9	2	1	28	71	94	66	1,6	2,1	2,4	2,5	2	7	13	24	46
	34,4	80,7	2	1	38	81	95	55	1,6	1,9	1,9	2,0	2	6	11	22	42
	5,5	81,0	2	1	25	63	92	68	1,8	2,6	3,1	3,2	2	7	15	28	48
Salut 5/86	21,5	89,2	1	1	24	72	96	72	1,8	2,6	3,1	3,2	2	8	15	20	62
	21,5	89,1	2	1	29	81	98	70	1,9	2,4	2,6	2,6	2	7	12	15	48
Sola 4/87	15,3	70,1	1	2	8	39	73	54	1,4	1,9	2,6	3,1	2	10	26	77	65
	15,5	90,5	1	2	10	40	74	77	1,6	1,9	2,6	3,1	3	10	25	85	84
	15,2	80,0	1	2	11	39	75	60	1,7	2,1	2,7	3,2	2	9	27	80	75
	25,9	79,9	1	2	21	52	82	49	1,3	1,7	2,1	2,4	3	9	25	89	68
	6,1	79,8	1	2	9	36	70	70	1,9	2,5	3,6	4,2	2	9	27	88	79
	15,5	70,2	2	2	18	53	80	59	1,6	2,1	2,3	2,4	2	8	21	85	59
	15,4	89,6	2	2	20	57	84	78	1,6	1,8	2,0	2,2	2	8	21	81	63
	15,5	80,8	2	2	19	55	84	68	1,6	1,9	2,1	2,2	2	8	23	77	62
	26,1	80,9	2	2	18	56	88	62	1,5	1,8	2,0	2,0	2	10	23	81	60
	6,2	80,0	2	2	17	56	84	66	1,7	2,0	2,3	2,4	2	8	21	62	65

1) SM: 1 ≙ UWS 300, 2 ≙ STA; RW: 1 ≙ Sorte 'Salut' im Versuchszeitraum 2/86 und 5/86, 2 ≙ Sorte 'Sola' im Versuchszeitraum 4/87
2) bezogen auf mangelbehaftete Kartoffeln im Verlesestrom
3) bezogen auf die Summe der mangelfreien und mangelbehafteten Kartoffeln im Verlesestrom

Tafel 3. Regressiver Zusammenhang zwischen den Kennwerten der Mangelausprägung der geschälten Kartoffeln des Verlesestroms beim Verfahren C und den Schälregimeparametern sowie der Rohware

Zielgröße	Regressionskonstante	Regressionskoeffizienten der Einflußgrößen			Rohware ³	Bestimmtheitsmaß	
		Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen ¹	Ausbeute beim Nachschälen ²	Schälmaschiner ²			
Stückanteil der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG							
≤ 5 mm ²	%	4,0	0,317	0,244	7,5	- 8,4	0,844
≤ 30 mm ²	%	65,8	0,595	k. E.	9,0	- 20,2	0,912
≤ 150 mm ²	%	99,3	0,255	k. E.	3,9	- 14,8	0,863
Stückanteil aller mangelbehafteten Kartoffeln ³ durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG	%	9,9	- 0,643	0,974	3,9	k. E.	0,831
≤ 5 mm ²	St.	2,32	- 0,0099	k. E.	k. E.	- 0,29	0,532
≤ 30 mm ²	St.	3,81	- 0,0231	k. E.	- 0,21	- 0,58	0,786
≤ 150 mm ²	St.	5,49	- 0,0471	k. E.	- 0,64	- 0,68	0,864
durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle aller mangelbehafteten Kartoffeln durchschnittliche Mängelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln der MFG	St.	5,93	- 0,0553	k. E.	- 0,86	- 0,53	0,875
≤ 30 mm ²	mm ²	6,3	k. E.	k. E.	- 0,8	1,9	0,739
≤ 150 mm ²	mm ²	12,5	- 0,129	k. E.	- 3,3	9,2	0,953
durchschnittliche Mängelfläche aller mangelbehafteten Kartoffeln	mm ²	38,8	k. E.	k. E.	k. E.	59,7	0,963
durchschnittliche Knollenmasse im Verlesestrom	g	26,4	- 0,289	0,443	12,1	14,3	0,912

- 1) Gültigkeitsbereich: Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen 6 bis 35 % (Masseanteil) bzw. 15 bis 22 % (Masseanteil); Ausbeute beim Nachschälen 80 bis 83 % (Masseanteil) bzw. 70 bis 90 % (Masseanteil)
- 2) Werte der Einflußgröße: 1 ≙ UWS 300, 2 ≙ STA
- 3) Werte der Einflußgröße: 1 ≙ Sorte 'Salut' im Versuchszeitraum 2/86 und 5/86; 2 ≙ Sorte 'Sola' im Versuchszeitraum 4/87
- 4) bezogen auf mangelbehaftete Kartoffeln im Verlesestrom
- 5) bezogen auf die Summe der mangelfreien und mangelbehafteten Kartoffeln im Verlesestrom
k. E. kein signifikanter Einfluß

Summe aller 8 Mängelfächengruppen (alle mangelbehafteten Kartoffeln) und auch für die gesamte Probe (alle mangelfreien und mangelbehafteten Kartoffeln) folgende Parameter ermittelt:

- durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle und Mängelfächengruppe
- durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle
- durchschnittliche Mängelfläche je Knolle
- Masse- und Stückanteil der in der Mängelfächengruppe enthaltenen Kartoffeln, bezogen auf die gesamte Probe.

Entsprechend der Anzahl der analysierten Schälproben jeder Schälstufe einer Schälregimevariante und unter Berücksichtigung der je Schälstufe anfallenden Kartoffelnettoeinsatzmenge, die auf der Basis der Laborergebnisse ermittelt wurde, wurde für jede untersuchte Schälprobe ein Wichtungsfaktor berechnet. Die Summe aller Wichtungsfaktoren einer Schälregimevariante beträgt 1,0. Aus der Summe der je Schälprobe aufsummierten und mit dem Wichtungsfaktor multiplizierten Zwischenergebnisse wurden analog o. g. Einzelprobenauswertung die Ergebnisse der Mischprobe berechnet, die den

durchschnittlichen gemischten Verlesestrom repräsentiert (Tafel 1).

Die Leitgüte L_{mb} ist bei rastergebundener Oberflächenabtastung vom Mangelbild der Stichprobe abhängig. Das Mangelbild einer konkreten, z. B. den Verlesestrom im Verfahren C repräsentierenden Stichprobe ist besonders bei veränderter Rohwarequalität mit den verfügbaren Mitteln der Erfassung des Mangelbildes praktisch nicht reproduzierbar. Um eine vom Mangelbild unabhängige Wertung der Leitgüte L_{mb} zu erhalten, ist es zweckmäßig, diese auf die Erkennung von besser reproduzierbaren mangelbehafteten Kartoffeln mit jeweils einem Mangel zurückzuführen. Das gibt die Möglichkeit, die Leitgüte L_{mb} unter Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Voraussetzung einer gleichen Verteilung von Kontraststufen der Mangelflecke bei Kartoffeln mit jeweils einem Mangel und in der Stichprobe für jedes beliebige Mangelbild zu berechnen. Die Leitgüte für mangelbehaftete Kartoffeln der Mischprobe wurde wie folgt berechnet. Zunächst wurde mit Hilfe der Erkennungseinrichtung EWV 10 die Leitgüte $L_{(M+K)}$ ermittelt. Jeder Leitgütewert wurde durch jeweils 10 Meßwiederholungen an ein und dersel-

ben Kartoffel gewonnen. Nach dem Additionssatz der Wahrscheinlichkeiten [2]

$$L_{(M+K)} = L_M + L_K - L_M \cdot L_K / 100$$

wurde die Leitgüte

$$L_M = 100 [L_{(M+K)} - L_K] / (100 - L_K)$$

berechnet, die lediglich durch den Mangel verursacht wird.

Die Leitgüte L_K wurde über eine Regressionsrechnung der Leitgüten $L_{(M+K)}$ in Abhängigkeit von der Mängelfläche bestimmt und entspricht der Größe $100 - L_{mf}$. Anschließend wurde die Leitgüte für jede der 8 Mängelfächengruppen einer Mischprobe auf der Basis der Leitgüten L_M unter Berücksichtigung der errechneten durchschnittlichen Anzahl der Mängel je Knolle und Mängelfächengruppe iterativ ebenfalls nach dem Additionssatz der Wahrscheinlichkeiten [2]

$$L_{(A+B)} = L_A + L_B - L_A \cdot L_B / 100$$

ermittelt. Die Anzahl der Rechenschritte je Mängelfächengruppe im Fall der Ganzzahligkeit entspricht der durchschnittlichen Anzahl der Mängel je Knolle dieser Mängelfächengruppe. Ist die durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle der entsprechenden Mängelfächengruppe eine reelle Zahl, ergibt sich die Anzahl der Rechenschritte der Mängelfächengruppe durch Aufrundung der durchschnittlichen Anzahl der Mängel je Knolle auf die nächsthöhere ganze Zahl. Dabei wird im letzten Rechenschritt der Mängelfächengruppe die entsprechende Leitgüte L_M mit einem Faktor < 1 entsprechend der Ziffernfolge der rechts vom Komma stehenden durchschnittlichen Mangelanzahl je Knolle multipliziert. Die Anzahl der Rechenschritte je Mängelfächengruppe ergibt sich aus der Summe der ganzzahlig aufgerundeten durchschnittlichen Anzahl der Mängel je Knolle je zugehöriger Mängelfächengruppe. Die Leitgüte für das mangelbehaftete Kartoffelgemisch wird aus der Summe der errechneten Leitgüte je Mängelfächengruppe ermittelt, die mit dem auf mangelbehaftete Kartoffeln bezogenen Stückanteil der Mängelfächengruppe multipliziert wird.

3. Ergebnisse

3.1. Mangelausprägung

Stellvertretend für 22 untersuchte Varianten (Schälregime × Rohware) sind in Tafel 1 die Ergebnisse zur Mangelausprägung im Verlesestrom beim Verfahren C für 2 Varianten dargestellt. Im einzelnen sind

- der Masse- und Stückanteil der in den Mängelfächengruppen enthaltenen Kartoffeln, bezogen auf die gesamte Mischprobe,
 - die durchschnittliche Knollenmasse,
 - die durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle,
 - die durchschnittliche Mängelfläche,
 - die durchschnittliche Mängelfächensumme je Knolle sowie
 - die durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle und Mängelfächengruppe für jede der 8 Mängelfächengruppen, für die Summe aller 8 Mängelfächengruppen (alle mangelbehaftete Kartoffeln) und für die gesamte Probe (alle mangelfreien und mangelbehafteten Kartoffeln) aufgeführt.
- Wesentliche Unterschiede der beiden Mangelbilder zeigen sich z. B. in den Parametern Masse- bzw. Stückanteil von Kartoffeln der Mängelfächengruppen $> 75 \text{ mm}^2$ und der durchschnittlichen Anzahl der Mängel je

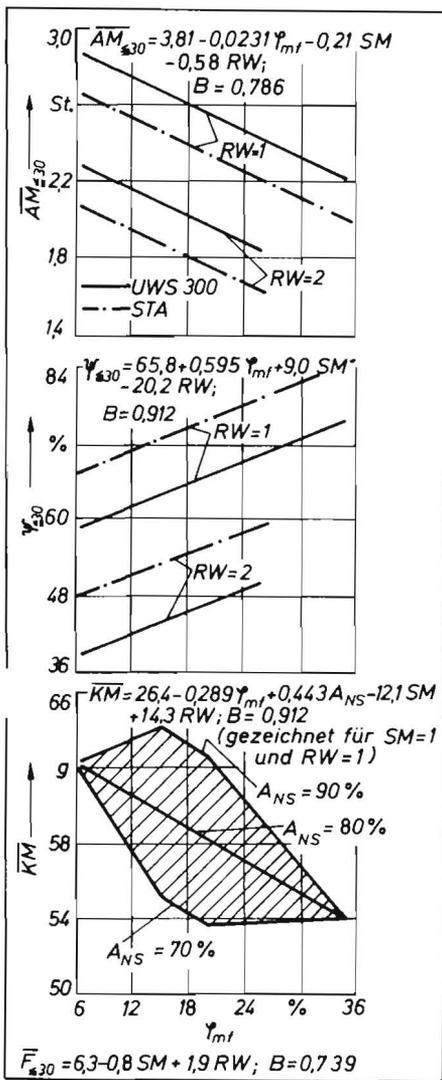


Bild 1. Stückanteil, durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle und durchschnittliche Mangelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln der Mangelflächengruppe $\leq 30 \text{ mm}^2$ sowie durchschnittliche Knollenmasse des Verlesestroms beim Schälvorgang C in Abhängigkeit vom Schälgemüse und von der Rohware (SM: 1 $\hat{=}$ UWS 300, 2 $\hat{=}$ STA; RW: 1 $\hat{=}$ 'Salut' 2 und 5/86, 2 $\hat{=}$ 'Sola' 4/87)

Kartoffel ab der Mangelflächengruppe $> 40 \text{ mm}^2$. Die gemäß Tafel 2 weiter zusammengefaßten Kennwerte des Mangelbildes

- Stückanteil
- durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle
- durchschnittliche Mangelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln gesamt

bzw. der Mangelflächengruppen $\leq 5 \text{ mm}^2$, $\leq 30 \text{ mm}^2$, $\leq 150 \text{ mm}^2$ sowie die durchschnittliche Knollenmasse im Verlesestrom wurden als Zielgrößen und die Parameter des Schälgemüses sowie die Rohware als Einflußgrößen einer Regressionsanalyse zugrunde gelegt.

Im Ergebnis sind 12 Regressionsgleichungen des linearen Typs

$$y = f(\varphi_{mf}, A_{NS}, SM, RW)$$

ermittelt worden, deren Regressionskoeffizienten der Einflußgrößen in Tafel 3 zusammengestellt sind. Die Bestimmtheitsmaße liegen überwiegend im Wertebereich $> 0,8$ und sind damit als relativ hoch einzuschätzen. Während der Anteil mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen, die Schälmachine und die Rohware in mehr als 80% der Fälle einen signifikanten Einfluß auf die Zielgrößen haben, trifft das beim Parameter Ausbeute beim Nachschälen nur in 3 von 12 Fällen zu.

Zur Veranschaulichung der berechneten Zusammenhänge sind in Bild 1 die Regressionskurven auszugsweise für die mangelbehafteten Kartoffeln der Mangelflächengruppe $\leq 30 \text{ mm}^2$ dargestellt. Die Erhöhung des Anteils mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen z. B. um 10% (Masseanteil) bewirkt eine Erhöhung des Stückanteils der mangelbehafteten Kartoffeln der o. g. Mangelflächengruppe $\leq 30 \text{ mm}^2$ um 6% (Stückanteil). Dieser Stückanteil ist beim Einsatz der UWS 300 um 9% (Stückanteil) geringer als bei Schälung mit dem STA. Darüber hinaus wird der Stückanteil durch die Unterschiede der Rohware hier um 20% (Stückanteil) verändert.

Die durchschnittliche Anzahl der Mängel je Knolle der mangelbehafteten Kartoffeln der o. g. Mangelflächengruppe wird durch Erhöhung des Anteils mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen um 0,2 Stück je 10% (Masseanteil) reduziert. Beim Schälen mit der UWS 300 ist dieser Kennwert im Vergleich zum Schälen mit dem STA um 0,2 Stück höher. Durch den Einfluß der Rohware verändert sich der Kennwert hier um 0,6 Stück. Die durchschnittliche Mangelfläche der mangelbehafteten Kartoffeln der o. g. Mangelflächengruppe ist nur von den Parametern Schälmachine und Rohware abhängig, deren Einfluß auf den Kennwert hier 0,8 mm^2 bzw. 1,9 mm^2 beträgt.

Durch Erhöhung des Anteils mangelfreier Kartoffeln beim Vorschälen bzw. Reduzierung der Ausbeute beim Nachschälen um jeweils 10% (Masseanteil) wird die durchschnittliche Knollenmasse im Verlesestrom um 3 g bzw. 4 g reduziert. Mit der UWS 300 geschälte Kartoffeln weisen im Vergleich zu

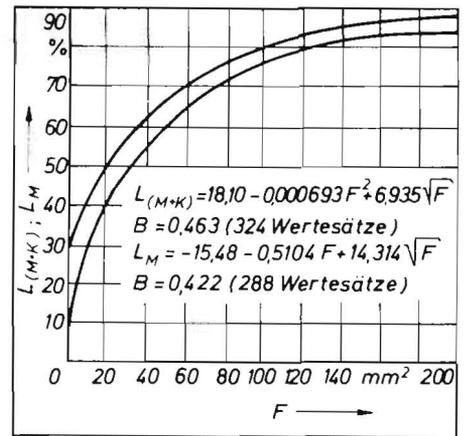


Bild 2. Leitgüte für geschälte Kartoffeln mit einem Mangel in Abhängigkeit von der Mangelfläche;

Meßbedingungen

$L_{M, K}$: Meßwerte der Einwellenlängen-Varianz des Forschungszentrums für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben mit einer Objektivbrennweite von 10 mm (EWW 10), Versuch Nr. 15 vom Januar 1988

L_M : errechneter Wert nach

$$L_M = \frac{L_{M \cdot K} \cdot x - L_{mf} \cdot 100}{0,01 L_{mf}}$$

den mit dem STA geschälten Kartoffeln eine um 12 g höhere durchschnittliche Knollenmasse im Verlesestrom auf. Dieser Sachverhalt resultiert daraus, daß bei der UWS 300 stärker ausgeprägt als beim STA kleine Kartoffeln zuerst fertiggeschält sind und deshalb in geringerem Anteil im Verlesestrom verbleiben. Der Einfluß der Rohware auf die durchschnittliche Knollenmasse im Verlesestrom beträgt hier 14 g.

3.2. Zusammenhang zwischen dem Mangelbild geschälter Kartoffeln und der Leitgüte L_{mb} des Verleseautomaten

Die Regressionskurven der experimentell ermittelten Leitgüte $L_{(M \cdot K)}$ und der daraus abgeleiteten Leitgüte L_M weisen nach Bild 2 einen nahezu parallelen Verlauf auf. Charakteristisch ist jeweils der dominierende Einfluß der Wurzel aus der Mangelfläche. Im relativ niedrigen Bestimmtheitsmaß kommt zum Ausdruck, daß über die Hälfte der Gesamtvarianz nicht durch die Regression erklärt werden kann. Das hat vorwiegend versuchsbedingte Ursachen. In das Ergebnis der Leitgüteremittlung gehen u. a. die zufällige Lage des Mangelflecks in bezug auf die Kamera und die Form der Mangelfläche mit ein. Die Wirkung dieser Streuungsursachen im Versuch gering zu halten, ist nur eingeschränkt möglich. Zum einen kann bei der Auswahl

Fortsetzung auf Seite 358

Tafel 4. Leitgüten für die in Mangelflächengruppen unterteilten mangelbehafteten Kartoffeln des Verlesestroms beim Verfahren C der Varianten S 2/86 - UWS 35/80 und SO 4/87 - UWS 6/80 (s. Tafel 1), berechnet auf der Basis der experimentell ermittelten Leitgüten geschälter Kartoffeln mit einem Mangel

Variante	$100 L_{mf}^{1)}$	Leitgüte L_M für Kartoffeln mit einem Mangel ²⁾ der Mangelflächengruppe in mm^2								
		$> 1 \dots 5$	$> 5 \dots 10$	$> 10 \dots 20$	$> 20 \dots 30$	$> 30 \dots 40$	$> 40 \dots 75$	$> 75 \dots 150$	> 150	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
	18,1	7,8	20,9	32,3	43,3	51,3	63,9	79,0	84,8	
Variante	L_{mf}	Leitgüte für mangelbehaftete Kartoffeln der Mangelflächengruppe in mm^2								L_{mb}
		$> 1 \dots 5$	$> 5 \dots 10$	$> 10 \dots 20$	$> 20 \dots 30$	$> 30 \dots 40$	$> 40 \dots 75$	$> 75 \dots 150$	> 150	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
S 2/86-UWS 35/80	81,9	29,6	41,5	54,4	65,7	78,2	80,7	90,8	91,8	52,9
SO 4/87-UWS 6/80	81,9	30,0	41,1	54,8	70,4	80,2	92,3	96,7	99,2	79,8

1) Ordinatenwert der Regressionsgleichung $L_{(M \cdot K)} = f(F)$ an der Stelle $F = 0$ (s. Bild 2)

2) Ordinatenwerte der Regressionsgleichung $L_M = f(F)$ über den Klassenmitten, wobei für die Klasse $> 150 \text{ mm}^2$ als Klassenmitte 200 mm^2 gewählt wurde (s. Bild 2)

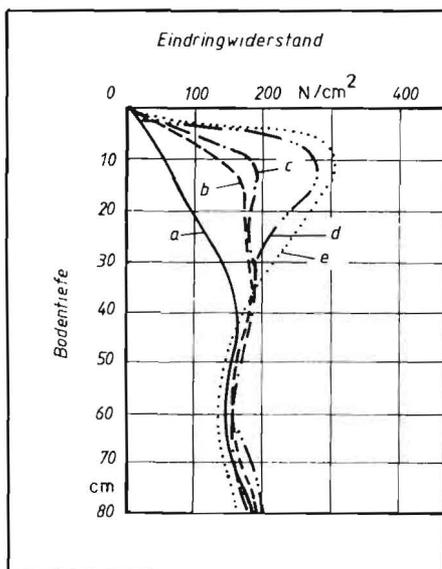


Bild 5. Eindringwiderstand von leichtem Boden (Sand 67,2%, Schluff 18,1%, Ton 14,7%, Humus 2,6%) in Abhängigkeit von der Anzahl der Überfahrten von verschiedenen Fahrzeugen (Porenvolumen: unbefahren 42%, Bunkerköpfröder der Fa. Holmer 40%, Kippanhänger 39%); a unbefahren, b Bunkerköpfröder der Fa. Holmer, 1mal überfahren, c Bunkerköpfröder der Fa. Holmer, 2mal überfahren, d Kippanhänger, 1mal überfahren, e Kippanhänger, 2mal überfahren

bauliche und hydraulische Aufwand führt zu einer hohen Eigenmasse von über 20 t, die Nutzmasse beträgt 12 t.

Der direkte Vergleich beruht zunächst auf den Fahrzeugen mit der hohen Radlast (Tafel 3). An der Oberfläche weichen Roder und Anhänger gering voneinander ab. In der Krume und unterhalb der Pflugsohle tritt der Unterschied deutlich hervor.

Die Bereifung am Bunkerköpfröder läßt einen geringeren Luftdruck von 1,7 bar zu, wobei jedoch Schwierigkeiten in der Fahrstabilität auftreten. Die Reifen sind sehr weich. Sie geben in den Seiten nach, wenn die hydraulische Steuerung des Rodeköpfers einsetzt. Diese Auswirkungen sucht das neue Konzept der Fa. Holmer zu umgehen, indem vier gelenkte Gummibänder unter dem Roder angebracht sind [9, 10, 11].

Als wesentlicher Unterschied zwischen dem Verfahren Bunkerköpfröder und dem getrennten Verfahren sei auf das mehrmalige Befahren hingewiesen. Vornehmlich auf

Tafel 3. Vergleich der Bodendrücke von Bunkerköpfröder (A) und Heckkipper (B) auf Rübenacker

Bodentiefe cm	Spitzendruck		Restdruck	
	A ¹⁾ bar	B ²⁾ bar	A ¹⁾ bar	B ²⁾ bar
15	1,8	1,8	0,18	0,14
25	1,7	1,2	0,16	0,10
45	0,7	0,3	0,11	0,10
60	0,35	0,12	0,10	0,06
75	0,30	–	0,10	–
90	0,20	–	0,10	–

- 1) 6reihiger Bunkerköpfröder: Gesamtmasse 32 t, Bereifung 30.5 LR32, Reifeninnendruck 2,1 bar
- 2) Doppelackkipper: Gesamtmasse 16 t, Bereifung 700/50-26,5

schweren, druckempfindlichen Standorten der Marsch spielt die Feuchtigkeit eine Rolle. Jede Wiederholung der Belastung reduziert die Bodenstabilität, was über den Penetrometerwiderstand angegeben wird (Bilder 5 und 6). Es ist somit richtiger, den Boden nur einmal zu befahren als mehrmals, wie es beim getrennten Verfahren der Fall ist. Das getrennte Verfahren macht unter feuchten Bodenverhältnissen eher Schwierigkeiten. Die Zugkraft des Traktors wirkt eher begrenzend als die Fahrtüchtigkeit des Selbstfahrers. Daraus resultiert aber die Gefahr, daß er auf zu feuchten Flächen eingesetzt wird.

Zusammenfassung

Der Beitrag gibt zunächst einen allgemeinen Einblick zum Status etwa vorhandener Bodenverdichtung sowie zu untersuchten Einflußgrößen. Sodann werden bodenschonende Reifen und alternative Rübenertverfahren in ihrer Wirkung auf den Boden beurteilt.

Literatur

- [1] Sonderhoff, W.: Messungen zum Status der Bodenverdichtung und Bedeutung von Mechanisierungsverfahren. Christian-Albrechts-Universität Kiel, Dissertation 1988.
- [2] Bolling, I.: Bodenverdichtung und Triebkraftverhalten bei Reifen – Neue Meß- und Rechenmethoden. Technische Universität München, Dissertation 1987.
- [3] Gruber, W.: Befahrbarkeit von Ackerböden bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren. Landtechnik, Lehrte 44(1989)1, S. 25–27.
- [4] Isensee, E.; Sonderhoff, W.: Messungen an Niederdruckreifen. RKL-Mitteilungen Nr. 2.1.2.1, Kiel (1985) S. 125–134.

Fortsetzung von Seite 353

von geschälten Kartoffeln mit nur einem Mangel einer bestimmten Mangelflächengruppe aus Gründen des Versuchsaufwands keine beliebig große Stichprobe gewonnen werden. Zum anderen kann ein und dieselbe Stichprobe der ausgewählten Kartoffeln aus Gründen der Veränderung von Oberflächeneigenschaften nicht beliebig oft im Versuch verwendet werden.

Die sich aus Tafel 4 ergebende Leitgüte L_{mb} für 2 bezüglich ihres Mangelbilds nach Tafel 1 unterschiedliche reale Gemische geschälter Kartoffeln – bezogen auf gleiche Leitgüte L_{mf} von 81,9% (Stückanteil) – beträgt 53 bzw. 80% (Stückanteil). Die Differenz von 27% (Stückanteil) resultiert aus der sich aus der unterschiedlichen durchschnittlichen Anzahl der Mängel je Knolle innerhalb der Mangelflächengruppen ergebenden unter-

schiedlichen Leitgüten und aus den in den Mangelflächengruppen enthaltenen mangelbehafteten Kartoffeln, die in den verglichenen realen Gemischen unterschiedliche Stückanteile aufweisen.

4. Zusammenfassung

Es wurden 22 Varianten (Schälregime \times Rohware) des Verfahrens C bezüglich der die Mangelausprägung der geschälten Kartoffeln des Verlesestroms kennzeichnenden Parameter analysiert. Auf der Basis von experimentell ermittelten Ergebnissen zur Leitgüte für Kartoffeln mit einem Mangel wurde für 2 reale Gemische geschälter Kartoffeln die Leitgüte L_{mb} berechnet. Der Einfluß von Parametern des Mangelbilds auf die Leitgüte L_{mb} ist wesentlich. Es ist notwendig, diese Abhängigkeit der Leitgüte L_{mb} vom Mangelbild für die objektive Beurteilung der Arbeitsqua-

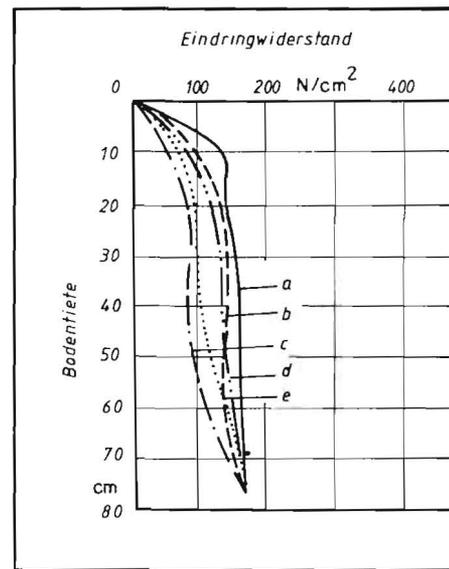


Bild 6. Eindringwiderstand von schwerem Boden (Sand 39,9%, Schluff 51,5%, Ton 8,6%, Humus 3,2%) in Abhängigkeit von der Anzahl der Überfahrten von verschiedenen Fahrzeugen (Porenvolumen: unbefahren 45%, Bunkerköpfröder der Fa. Holmer 44,5%, Kippanhänger 42%); a unbefahren, b Bunkerköpfröder der Fa. Holmer, 1mal überfahren, c Bunkerköpfröder der Fa. Holmer, 2mal überfahren, d Kippanhänger, 1mal überfahren, e Kippanhänger, 2mal überfahren

- [5] Isensee, E.: Bodenbelastung durch Maschinen- druck. Vorträge zur Hochschultagung 1985. Schriftenreihe der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel Nr. 67 (1989).
- [6] Isensee, E.; Schick, V.: Transportfahrzeuge und Bodendruck. Landtechnik, Lehrte 44(1989)10, S. 434–437.
- [7] Sonderhoff, W.: Wirkung schwerer Fahrzeuge auf den Boden. Landtechnik, Lehrte 42(1987)10, S. 405–407.
- [8] Sonderhoff, W.: Beeinflussung der Bodenstruktur durch verschiedene Rübenertverfahren. Die Zuckerrübe, Gelsenkirchen-Buer 41(1988)5, S. 250–253.
- [9] Evans, W. C.; Gove, D. S.: Rubber belt track in agriculture (Gummibandlaufwerk in der Landwirtschaft). ASAE Summer Meeting 1986.
- [10] Heine, A.: Bodenschonende Fahrwerke landwirtschaftlicher Transportanhänger. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 36(1986)2, S. 42–49.
- [11] Rüdiger, A.; Köhler, U.: Abschätzung des mittleren Bodendrucks unter Gleisbandfahrwerken. agrartechnik, Berlin 37(1987)2, S. 76–78.

A 5983

lität von Verleseautomaten für geschälte Kartoffeln zu berücksichtigen. Es wird eingeschätzt, daß die vom Mangelbild unabhängige Leitgüte für geschälte Kartoffeln mit einem Mangel ein geeigneter, unter Laborbedingungen meßbarer Parameter für die objektive Wertung der Arbeitsqualität von Mangelerkennungseinrichtungen ist. Bei der Prüfung von Qualitätsverleseautomaten unter Produktionsbedingungen sollte die Leitgüte L_{mb} unter Berücksichtigung der Streubreite des Schälregimes und der eingesetzten Rohware ermittelt werden.

Literatur

- [1] Dreesen, W.; Vetter, S.: Stand und Entwicklung des industriellen Schälens von Speisekartoffeln in der DDR. agrartechnik, Berlin 37(1987)11, S. 512–514.
- [2] Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik. Jena: Gustav-Fischer Verlag 1967. A 5811