

Martina Jakob, Martin Geyer und Sybille Tischer, Potsdam-Bornim

Aufbereitung von Spargel

Optimaler Einsatz menschlicher Ressourcen

Nach Herstellerangaben [1] sind mit halbautomatischen Sortiermaschinen für Bleichspargel bis zu 36 000 Stangen/h zu sortieren. Diese Leistungen werden in der Praxis nicht erreicht.

Große Leistungsschwankungen zwischen den Arbeitskräften und konstruktiv bedingte Engpässe bei der manuellen Eingabe der Stangen auf die Maschine sind zwei der Gründe dafür. Um die mögliche Sortierkapazität optischer Systeme vollständig auszunutzen, besteht dringender Forschungsbedarf, die Eingabe der Stangen zu optimieren.

Dipl.-Ing. agr. Martina Jakob und Sybille Tischer sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Abteilung Technik im Gartenbau (Leitung: Dr. Martin Geyer) am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim; e-mail: mjakob@atb-potsdam.de

Schlüsselwörter

Handarbeit, Spargelsortierung, Arbeitswirtschaft, Bewegungsanalyse

Keywords

Manual work, sorting white asparagus, work design, motion analysis

Literatur

- [1] Ziegler, J.: Bleichspargelanbau. Neustadter Hefte (2002), Heft 101, 4. Auflage
 [2] Jakob, M. und M. Geyer: Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen im gartenbaulichen Nachernteprozess auf der Basis bewegungsanalytischer Untersuchungen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (2004), H. 1, S. 53-60

Die Aufbereitung von Spargel ist, wie auch die Ernte, sehr zeit- und personalaufwändig. Sie umfasst die Wäsche, den Schnitt und die Sortierung der Spargelstangen. Allen Systemen ähnlich ist die manuelle Zuführung des Spargels auf ein längs laufendes Band zur Wasch- und Schneideeinheit. Das anschließende Sortieren erfolgt je nach Betriebsgröße von Hand oder automatisch mit Hilfe von optischen Verfahren.

Ein steigendes Angebot an halbautomatischen Sortiermaschinen sowie ihre enorme Leistungszunahme sorgen dafür, dass die Handsortierung mittlerweile rückläufig ist.

Bei den halbautomatischen Sortiermaschinen unterscheidet man zwischen Geräten, welche die Stangen lediglich nach Durchmesser sortieren und Geräten mit optischer Sortierung über Farbkameras und digitaler Bildverarbeitung.

Vergleicht man die von den Herstellern angegebenen möglichen Sortierleistungen mit den in Praxisbetrieben erzielten Leistungen, so ist zu erkennen, dass noch deutliche Entwicklungspotenziale vorhanden sind.

Bewegungsanalyse der Produkteingabe

Im Rahmen von Betriebsbesichtigungen wurden Videoanalysen durchgeführt, Leistungsdaten erhoben, kritische Bereiche im Arbeitsprozess aufgedeckt und anschließend im Labor bewegungsanalytisch [2] untersucht.

Der Laborarbeitsplatz besteht aus einem stufenlos regelbaren Förderband mit definierten Ablagemulden. Die Förderleistung

wurde in drei Stufen variiert, 7300 Stangen/h, 8700 Stangen/h und 10300 Stangen/h. Die Produktbereitstellung befand sich in unmittelbarer Nähe zum Förderband auf der linken Seite der Versuchsperson. Als Versuchsstangen wurden Holzabschnitte mit einer durchschnittlichen Länge von 42,5 cm und Durchmessern von 20 bis 30 mm eingesetzt.

Zur bewegungsanalytischen Untersuchung der Produkteingabe [2] werden an der Arbeitsperson Infrarotleuchtdioden angebracht, deren Lageveränderungen von zwei Messkameras registriert werden. Aus den Bilddaten werden die räumlichen Spuren berechnet und in Form von einzelnen Raumkoordinaten gespeichert. Diese ermöglichen die Berechnung von Vergleichsparametern zur Bewertung verschiedener Bewegungsabläufe. Die Gesamtaufzeichnungsfrequenz liegt bei 50 Bildern pro Sekunde.

Ergebnisse aus der Praxis

Die in den Betrieben A bis H erfassten Leistungsdaten unterlagen einer großen Streuung. Dabei wurden zwischen 800 und 6000 Stangen pro Arbeitskraft eingelegt (Tab. 1). Bei verschiedenen Maschinen wird die Eingabe durch Hilfsmittel, beispielsweise Aufgabeln nach dem Schwingförderprinzip unterstützt. Die Auslastung der in den Betrieben D bis H eingesetzten optischen Sortiermaschinen variierte zwischen 58 und 97% der eingestellten Sortierleistung. Bezieht man diese Messwerte auf die Gesamtheit der an den Sortiermaschinen beschäftigten

Tab. 1: In Praxisbetrieben erhobene Leistungsdaten bei verschiedenen Sortierverfahren und unterschiedlichem Arbeitskräftebesatz

Betrieb	Sortierverfahren	Σ AK	Anzahl AK an der Eingabe	Leistung		
				St/h	St/Akh	eingel. St/h
A	manuell	7	2	5740	820	2870
A	manuell	7	2	7980	1140	3990
B	manuell	6	1	1600	533	800
C	Durchmesser	17	6	17000	1000	2833
D	optisch	9	4	11000	1222	2750
E	optisch	9	4	17400	2175	4350
E	optisch	9	4	24000	2667	6000
F	optisch	11	5	12934	1176	2587
F	optisch	11	5	15330	1394	3066
G	optisch	13	4	17120	1317	4280
H	optisch	7	3	11640	1663	3880

Table 1: Performance data taken in various enterprises for different sorting methods and number of workers

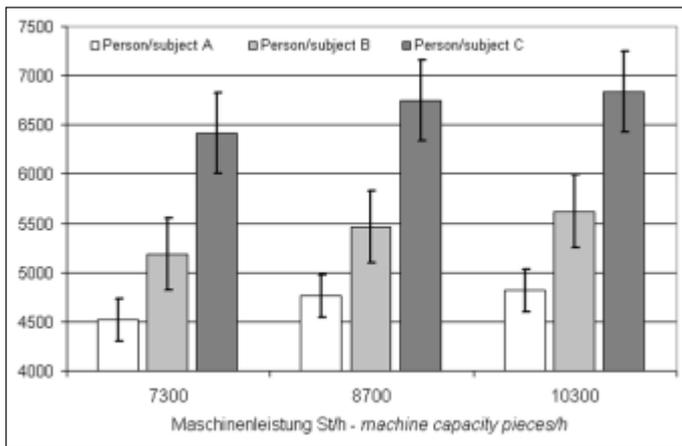


Bild 1: Die von drei Probanden pro Stunde erzielten Leistungen aufgelegter Stangen bei unterschiedlich eingestellten Maschinenleistungen

Fig. 1: Attained hourly capacities of three subjects for placing pieces on a conveyor belt at different machine speeds

ten Personen, dann zeigt sich, dass die Leistungsvorteile der teilautomatischen Sortiermaschinen begrenzt sind. Im besten Fall wurden 2 667 Spargelstangen je Akh sortiert.

Die theoretisch möglichen Sortierleistungen, errechnet aus Herstellerangaben, liegen bei bis zu 5142 St/Akh. Sie liegen somit weit über den in der Praxis erhobenen Leistungsdaten.

Grundvoraussetzung für eine hohe Auslastung teilautomatisierter Sortiermaschinen ist eine möglichst vollständige Bestückung aller Messkammern. Mit steigender Sortierleistung wird dies immer schwieriger, da alle Stangen auf dem selben Band abgelegt werden müssen. Nur die erste auf das Band auflegende Person findet optimale Bedingungen vor. Eine zweite, dritte oder weitere Person kann nur noch vorhandene Lücken füllen und niemals dieselbe Leistung erzielen, weil sie entweder Wartezeiten in Kauf nehmen oder weitere Wege zurücklegen muss. Abhängig von der Anzahl an Personen, die Stangen auflegen, schwanken daher die Leistungen in den Praxisbetrieben erheblich (Tab. 1).

Messungen im Labor

Die im Labor durchgeführten Versuche zur Produktauflage bestätigen das Auftreten großer Leistungsunterschiede zwischen den Arbeitskräften. Dabei übt die Bandgeschwindigkeit einen motivierenden Einfluss aus, was an den steigenden durchschnittli-

chen Leistungen der drei Probanden deutlich wird (Bild 1). Neben den Unterschieden in der Leistung waren auch Unterschiede im Bewegungsaufwand zu verzeichnen.

Die Probanden B und C benötigten deutlich höhere individuelle Gesamtbewegungssummen als A. Sie sind auf einen stärkeren Körpereinsatz im Bewegungsablauf zurückzuführen. Bei Beobachtung der Hände zeigt sich, dass die linke Hand aller drei Probanden ähnliche Bewegungssummen benötigt. Die rechten Hände von B und C, insbesondere von B, legen jedoch deutlich längere Wege zurück als A. Die Durchführgeschwindigkeit der Aufgabe zeigt nur bei A einen Einfluss auf die Bewegungssummen. Der Bewegungsaufwand pro Stange ist bei A am niedrigsten und bei B am höchsten.

Diskussion

Anhand der Ergebnisse aus den Praxisbetrieben wird deutlich, dass die meisten Sortiermaschinen nicht optimal eingesetzt werden und dadurch viel Arbeitszeit verschwendet wird. Die theoretischen Sortierleistungen laut Herstellerangaben liegen meist weit über den wirklich erzielten Ergebnissen. Es stellt sich die Frage, ob diese im Rahmen der aktuellen konstruktiven Gegebenheiten überhaupt erzielt werden können.

Bewegungsanalysen an einem Laborarbeitsplatz ergaben, dass trotz standardisierter Bedingungen starke interpersonelle Schwankungen auftreten. Proband A erle-

digte die Aufgabe zwar mit minimalem Aufwand, zeigte jedoch insgesamt die niedrigsten Leistungen aufgrund seiner niedrigen Bewegungsgeschwindigkeit. Die Arbeitsweise von Proband A unterschied sich ebenfalls von B und C. Er ergriff die Stangen mit einer Hand und legte sie mit der anderen auf. B und C wiederum ergriffen mit beiden Händen ein Bund Stangen und legten sie dann auch mit beiden Händen ab. Hieraus resultiert der höhere gemessene Bewegungsaufwand der rechten Hände bei B und C. Trotz gleicher Arbeitsweise erzielte Proband C immer noch ein deutlich besseres Ergebnis mit höheren Leistungen und weniger Aufwand. Da alle Probanden den selben Umfang an Einarbeitungszeit zur Verfügung hatten, sind die Unterschiede auf die Fertigkeiten der Personen zurückzuführen. Die starken Schwankungen in den individuellen Leistungen bei einer scheinbar simplen Aufgabe verdeutlichen die Notwendigkeit, dass Arbeitskräfte entsprechend ihrer Fertigkeiten eingesetzt, während der Ausführung immer wieder überprüft, aber auch konkrete Arbeitunterweisungen erhalten müssen.

An der Laboranlage wurden zwischen 4 500 und 6 800 Stangen/h von einer Person ohne weitere Hilfsmittel eingelegt. Vergleicht man diese Werte mit Tabelle 1, so zeigt sich, dass vergleichbare Personenleistungen nur in Betrieb E erzielt wurden. Aus den Videoanalysen wurde deutlich, dass der Arbeitsaufwand bei der Auflage bei steigender Personenzahl immer ungleichmäßiger verteilt wird, so dass die personenbezogenen Leistungsvorteile bei ungünstigem Personaleinsatz sehr klein ausfallen können. Im Unterschied zur Handsortierung entfällt lediglich der eigentliche Sortierprozess in Form der Zuordnung der Stange durch die Arbeitskraft. Die Arbeitsbelastung ist bei der Handsortierung jedoch erheblich höher, die Sortierqualität in der Regel weniger sicher und ein kurzfristiger Wechsel der Sortierkriterien als kritisch zu betrachten.

Die interindividuellen Leistungsschwankungen zeigen, dass ein häufiger Personalwechsel problematisch werden kann. Die Ermittlung einer optimalen Arbeitsausführung und die anschließende Mitarbeiterunterweisung bleiben trotz scheinbar einfacher Arbeit unumgänglich für den Erfolg.

Die Weiterentwicklung der optischen Sortiereinheiten ermöglicht immer größere Leistungen. Diese zu bedienen scheint bei gleichbleibender Anlagenkonzeption nicht möglich. Je mehr Arbeitskräfte auf das selbe Band auflegen, desto geringer wird der Wirkungsgrad. Somit besteht an dieser Stelle dringender Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Tab. 2: Bewegungsaufwand (Mittelwert von zehn Durchgängen) bei drei unterschiedlichen Maschinenkapazitäten bezogen auf die Auflage von 91 Stangen pro Durchgang

Table 2: Amount of motion (average of ten trials) at different machine capacities based on 91 sticks per trial

Proband	Bewegungssumme gesamt (m)			Bewegungssumme Hände (m)						Bewegungssumme pro Stange (m)		
	7300	8700	10300	Links			Rechts			7300	8700	10300
				7300	8700	10300	7300	8700	10300			
A	64,22	63,48	65,94	19,59	19,86	20,53	15,26	16,02	16,94	0,71	0,70	0,72
B	96,62	92,73	87,92	21,48	20,95	19,78	23,97	23,07	21,65	1,06	1,02	0,97
C	80,37	81,83	82,22	18,57	18,26	18,02	20,33	20,82	20,55	0,88	0,90	0,90