

Bernd Oberbarnscheidt und Bernd Herold, Potsdam-Bornim

## Mechanische Belastung beim Größensortieren von Speisezwiebeln

**Speisezwiebeln werden nach Größe sortiert. Die Sortierverfahren haben wesentlichen Anteil an den bei der Aufbereitung und Vermarktung verursachten mechanischen Belastungen. Dadurch sind Qualitätsminderungen der Speisezwiebeln bedingt. Um unnötige Qualitätsverluste zu vermeiden, sind das Sortierprinzip sowie die Einsatz- und Betriebsbedingungen sorgfältig auszuwählen oder zu gestalten und ständig zu kontrollieren.**

An die Erzeuger von Speisezwiebeln werden erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Größensortierung des Produkts gestellt. Die in der Praxis – häufig auch in der Kartoffelaufbereitung – verwendeten mechanischen Sortieranlagen verursachen jedoch sehr viele und auch hohe mechanische Belastungen, welche zu Beschädigungen an den Zwiebeln und in der Folge zu beträchtlichen wirtschaftlichen Verlusten führen können [1, 2, 3]. Neben dem Wirkprinzip und den technischen Parametern des Sortierers beeinflussen seine Einsatz- und Betriebsbedingungen einschließlich der verfahrenstechnischen Einordnung maßgeblich die mechanische Belastung des Produkts [4]. Mit Hilfe der Meßkugel PMS-60 [5] wurden die mechanischen Belastungen bei vier unterschiedlichen Sortierverfahren im praktischen Betrieb analysiert.

### Mechanische Verfahren zur Größensortierung

Die mechanische Sortierung von Speisezwiebeln erfolgt gewöhnlich nach Durchmesser oder Rundmaß. Häufig werden auch Sortierer mit Quadratmaßraster wie bei Kartoffeln eingesetzt.

Folgende Sortiervarianten wurden auf ihre Belastungswirkung untersucht:

- Riemenbandsortierer (A),
- Walzenbandsortierer (B),
- Siebbandsortierer (C),
- Flachsiesbsortierer (D).

Letztere unterscheiden sich von den ersten drei Typen grundsätzlich dadurch,

dass sie keine umlaufenden Sortierelemente aufweisen, sondern eine schwingende oder periodisch stoßende Bewegungsform besitzen. Flachsiesbsortierer weisen einen geringen Sortierfehler und darüber hinaus ein günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis auf. Daher sind sie sehr weit verbreitet.

Von den Sortierern mit umlaufendem Sortierelement kommen Riemenbandsortierer (A) wegen des hohen Sortierfehlers immer seltener zum Einsatz. Die Zwiebeln werden bei diesem Prinzip nur wenig bewegt.

Der untersuchte Walzenbandsortierer mit zunehmender Öffnungsweite (B) war aus zwei in einem Rahmen angeordneten Bändern aufgebaut. Die Profilwalzen beider Bänder geben quadratische Durchlaßöffnungen frei. Die Bänder liefen zueinander und entfernten sich in Abgaberichtung durch geneigte Anordnung des einen Bandes immer weiter voneinander, wobei die Öffnungen sich kontinuierlich vergrößerten.

Der Siebbandsortierer (C) mit Rundlochraster bestand aus einer Anordnung von hintereinander geschalteten Siebbändern mit abgestuftem Sieblochdurchmesser. Die Bänder wurden mit einer variabel einstellbaren Rüttelerregung betrieben, um eine Anpassung an die Produktpartie zu ermöglichen.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die mechanische Belastung auf Sortieranlagen nicht allein vom Sortierverfahren, sondern auch von der Einordnung in die Aufbereitungslinie und von der Anpassung der zu- und abführenden Fördereinrichtungen abhängt. Die Gestaltung der Übergabestellen kann die Gesamtbelastung in der Aufbereitung entscheidend beeinflussen [4].

### Analysemethoden

Die Belastungsmessungen mit der Messkugel erfolgten unter praxisüblichen Einsatzbedingungen. Die Messkugel durchlief mehrfach die untersuchten Sortieranlagen und erfasste alle auf ihre Gummihülle einwirkenden Belastungen. Die Messwerte sind in Kräfteinheiten kalibriert für entsprechende Pressung der Messkugel zwischen zwei Platten.

Im Ergebnis eines Messlaufs liegen die Belastungsereignisse in einem Kraft-Zeit-

Diagramm (*Bild 1*) und in einer Tabelle mit Zeitpunkt des Auftretens, Dauer, Spitzenwert und Integralwert (Fläche unter der Belastungs-Zeit-Kurve) vor. An Hand der Integralwerte können Stöße und quasistatische Belastungen (Quetschungen, Schürfungen) unterschieden werden. Bei Stößen lässt sich der Integralwert physikalisch als Impuls interpretieren.

Die Berechnung von Durchschnittswerten der Anzahl, der Spitzen- und der Integralwerte der gemessenen Belastungen aus mehrfachen Messläufen bildet die Grundlage für vergleichende Aussagen.

### Ergebnisse der Belastungsanalyse

Die verschiedenen Sortieranlagen weisen typische mechanische Belastungen auf (*Tab. 1*).

Flachsiesbsortierer verursachten erwartungsgemäß die höchste Anzahl von Belastungen. Besonders viele Belastungen wurden beim Sortieren mit Sieben mit Quadratmaßen > 50 mm (D1 bis D3) gemessen, wo die Messkugel (Durchmesser 62 mm) relativ tief in die Sieblöcher eintauchte und wegen der dadurch längeren Verweilzeit auf dem Sieb mehr Kollisionen hatte. Elastische Gummiüberzüge auf den Siebstäben (D1, D2, D4) haben zwar eine produktschonende Polsterwirkung, bedingen jedoch wegen des hohen Stoßfaktors des Gummis ein stärkeres Umherspringen auf der Siebfläche und folglich eine erhöhte Belastungsanzahl. Außerdem benötigen die Produkte mehr Zeit zum Passieren der Sieblöcher, wenn die „Dicke“ der Siebfläche durch Überzüge vergrößert wird. Auf Sieben mit kleinerem Quadratmaß (35 bis 40 mm) (D4 bis D6) tauchte die Messkugel wenig ein und die gemessene Anzahl Belastungen war daher deutlich geringer, aber immer noch relativ hoch. Die Mehrzahl der durch das Siebelement direkt bedingten Belastungen wies Spitzenkräfte unter 60 N auf. Höhere Spitzenkräfte, insbesondere solche über 100 N werden meist durch die Übergabestellen verursacht.

Beim Siebbandsortierer (C) durchlief die Messkugel die Bänder mit 40, 50, 60 mm Rundloch und wurde beim 70 mm-Band aussortiert. Gegenüber vergleichbaren Flachsiesbsortierern wurde eine prinzipbedingt geringere Anzahl von meist leichten Belastungen unter 60 N festgestellt. Die Belastungsanzahl ließ

*Dr. Bernd Oberbarnscheidt und Dr. Bernd Herold sind wissenschaftliche Mitarbeiter in der Abteilung Technik im Gartenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, e-mail: boberbarnscheidt@atb-potsdam.de (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zanke)*

Sortieranlage Sizing equipment		Mittlere Anzahl von Belastungen pro Durchlauf Average number of mechanical loads per run							
		Stöße Impacts			Quetschungen Compression loads			Summe Sum	
Belastungsintegral, Ns Load integral, Ns		< 0,9			>= 0,9				
Kraft, N Force, N		>=20 <60	>=60 <100	>=100	>=20 <60	>=60 <100	>=100	>=20 >=60	
Typ	Abk.								
Flachsieb, gummiert, schwingend, 60 mm	D1	326	2,89	0	0,67	0,11	0	329,7	3,0
Flachsieb, gummiert, schwingend, 55 mm	D2	48	0,67	0	0	0	0	48,67	0,67
Flachsieb, schwingend, 52 mm	D3	137,4	1	0	0	0	0	138,4	1
Flachsieb, gummiert, schwingend, 35 mm	D4	39,76	0,48	0,48	0,19	0	0	40,9	0,95
Flachsieb, schwingend, 35 mm	D5	9,96	0,6	0,52	0,16	0	0	11,24	1,12
Flachsieb, stoßend	D6	53,81	0,05	0	0,24	0	0	54,1	0,05
Siebband, Rundloch, rüttelnd, 60-70 mm	C	27,24	2,18	0,61	0,03	0	0	30,06	2,79
Profilwalzenband, kont. wachsender Spalt	B	13	1,22	0,22	0,94	0	0	15,38	1,44
Riemenband, kontinuierlich wachsender Spalt	A	4,15	0,6	0,5	0	0	0	5,25	1,10

Tab. 1: Häufigkeit der mechanischen Belastung von Speisezwiebeln auf unterschiedlichen Sortieranlagen (Messung mit der Messkugel PMS-60)

Table 1: Number of mechanical load of bulb onions on different sizers (Measurement by means of measuring sphere PMS-60)

sich durch Verringerung der Rüttelerregung reduzieren, wobei ein Minimum notwendig ist, um einen geringen Sortierfehler zu sichern. Ein beträchtlicher Anteil an Belastungen, darunter die mit den höchsten Spitzenkräften von zum Teil über 100 N, war auf die vorhandenen Übergabestellen zurückzuführen.

Der Walzenbandsortierer (B) verursacht bei jedem Messlauf kurz vor Erreichen der Durchlassöffnungsgröße eine Quetschbelastung unter 60 N. Diese Belastung ist nicht schwerwiegend, würde aber jedes Produkt betreffen und könnte wegen der Kombination von Rollbewegung und Quetschung insbesondere bei Speisezwiebeln zur unerwünschten Lockerung und Ablösung der Deckhaut führen. Stoßartige Belastungen leichten bis schweren Grades sind praktisch allein auf die Übergabestellen zurückzuführen.

Durch Riemenbandsortierer (A) wurden prinzipbedingt die geringsten Bela-

stungen hervorgerufen. Die gemessenen Stoßbelastungen waren ausschließlich durch die Übergabestellen bedingt.

### Fazit

Um einen geringen Sortierfehler zu erreichen, sind durch Schwingung, Stoß, Rütteln und Drehen hervorgerufene Relativbewegungen gegenüber der Sortierfläche und den Sortierelementen notwendig. Sie bewirken, dass jedes einzelne Produkt bei möglichst vielen unterschiedlichen Positionen an der Sortieröffnung „gemessen“ wird. Die dadurch bedingte mechanische Belastung des Produkts ist jedoch problematisch.

Anzahl und Intensität der Belastungen sind sowohl von der Bewegungscharakteristik der Sortieranlage als auch von Geometrie und Elastizität der mit den Zwiebeln in Kontakt kommenden Teile abhängig. Obwohl beispielsweise durch Veränderung der Bewegungscharakteri-

stik beim Flachsörtierer bereits Ansätze zur schonenderen Sortierung erfolgten, scheint es, dass mechanische Sortierverfahren nur in engen Grenzen zu optimieren sind. Elektronisch gesteuerte Verfahren sind prinzipiell schonender zu gestalten, konnten sich in diesem Produktbereich aus Kostengründen bisher jedoch nicht durchsetzen. Für die Praxis ist es daher wichtig,

- in Abhängigkeit von den gegebenen Bedingungen das Sortierprinzip sorgfältig auszuwählen,
- die Übergabestellen zu optimieren (niedrige Übergabehöhe, Abbremsen von Fallstufen und Rollstrecken, Polstern harter Prallstellen),
- die Betriebsweise an die Empfindlichkeit der Produktpartie anzupassen (geringe Schwing- und Rüttelintensität),
- die Wirksamkeit der produktschonenden Maßnahmen ständig zu kontrollieren.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98607 erhältlich.

## Schlüsselwörter

Sortierverfahren, Speisezwiebel, mechanische Belastung, Messmethode

## Keywords

Sizing technique, bulb onion, mechanical load, measuring method

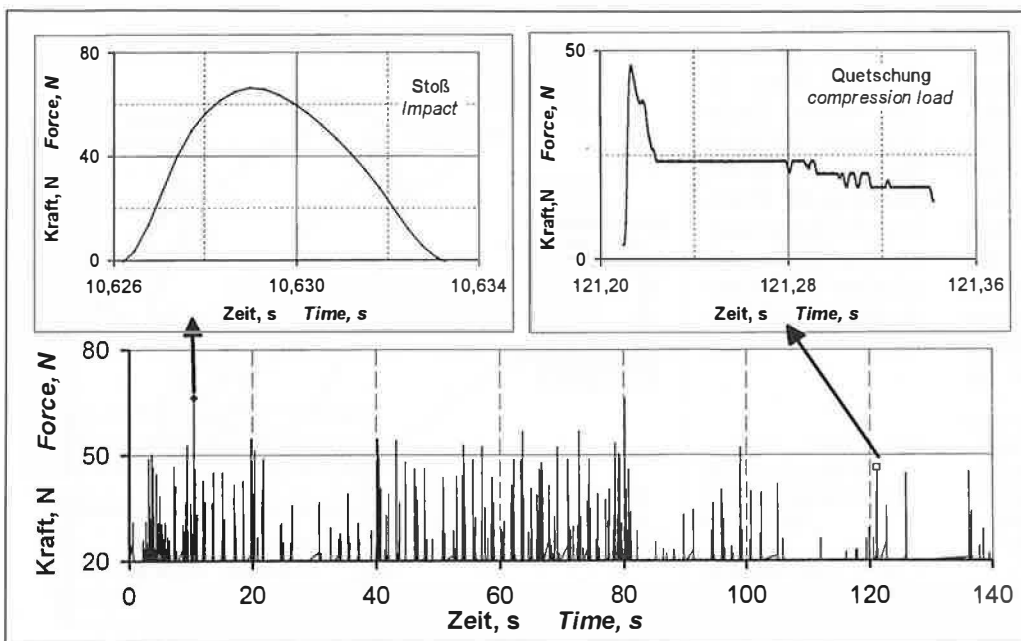


Bild 1: Kraft-Zeit-Diagramm eines Messlaufs der Messkugel PMS-60 über den Flachsiebsortierer mit 60 mm Quadratmaß (D1); in vergrößerter Darstellung: oben links der Verlauf eines Stoßvorgangs, und oben rechts der Verlauf einer Quetschung in einer Siebmasche

Fig. 1: Force-time-diagram of a measuring run of the measuring sphere PMS-60 through flat-sieve sizer with 60 mm mesh width (D1); zoomed: on the top left a single impact event, and on the top right a single compression load event within a sieving mesh