

Ein Verfahren zur Bestimmung der Halmlänge mit Hilfe eines Schwingsiebes

Von Hans Wilhelm Orth und Heinrich Peters, Braunschweig-Völkenrode*)

Mitteilung aus dem Institut für Landmaschinenforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode

DK 633.004.12:621.928.23

Die Halmlänge und ihre Verteilung sind ein wesentliches Merkmal zur Charakterisierung der Haufwerksstruktur von Rauhfutter. Ihre Bestimmung wird entweder arbeitsaufwendig von Hand oder näherungsweise mit Prüfsiebmaschinen vorgenommen. Zur Verbesserung der Klassiergenauigkeit wird ein Verfahren zur Halmlängenbestimmung beschrieben, welches mit Hilfe eines Schwingantriebes bei kleiner Fördergeschwindigkeit und dünnem Materialstrom die Klassierung vornimmt. Eine Weiterentwicklungsmöglichkeit wird aufgezeigt.

1. Einleitung

Viele technologische wie auch ernährungsphysiologische Eigenschaften, z.B. Verdichtbarkeit, Fließverhalten und Verdaulichkeit werden von der Struktur des Rauhfutters bestimmt, für deren Beschreibung die Halmlängenverteilung als wichtigste Größe anzusehen ist. Die zur Bestimmung der Halmlängenverteilung notwendige Klassierung geschieht entweder von Hand oder mit Prüfsiebmaschinen unter Verwendung standardisierter Siebsätze, wie sie zur Ermittlung der Korngrößenverteilung körniger Haufwerke üblich sind (siehe z.B. [1]).

Während die Handklassierung zwar genau sein kann, aber nur in Einzelfällen den großen Aufwand rechtfertigt, ergibt die Untersuchung der abgesiebten Fraktionen bei Verwendung von Siebmaschinen, daß die Partikellängen nur näherungsweise eine Beziehung zum jeweiligen Sieblochdurchmesser haben.

Dies ist durch eine unterschiedliche Orientierung der Halmachsen zur Siebebene oder auch zur Schwingrichtung zu erklären.

Für vergleichende Untersuchungen, z.B. von Gut aus verschiedenen Maschinenvarianten, ist bei konstanten Randbedingungen, wie Probengröße und Siebzeit, eine qualitative Aussage über die Längenverteilung möglich; wird jedoch ein annähernd absolutes Maß gefordert, um z.B. Angaben über die Mindestlängen für eine ausreichende Verdauung beim Wiederkäuer zu finden, so ist diese Art der Bestimmung nicht ausreichend.

Im folgenden wird daher ein Verfahren beschrieben, mit Hilfe eines Schwingsiebes die Längenverteilung genauer zu ermitteln.

2. Beschreibung des Verfahrens

Ausgangspunkt für die Überlegungen, die zu dieser Konstruktion führten, waren die nach *Batel* [1] für die Abtrennung eines Einzelteilchens notwendigen Bedingungen:

- Das Teilchen befindet sich über einer freien Masche,
- das Teilchen ist so orientiert, daß der Querschnitt in der Bewegungsrichtung beim Trennvorgang (d.h. senkrecht zum Siebboden) kleiner ist als die Sieböffnung und
- die Siebkraft reicht aus, um das Teilchen durch die Maschen zu fördern.

Um diese Bedingungen zu erfüllen, muß eine geeignete Relativbewegung zwischen Siebgut und Siebboden erfolgen.

Da bei Halmgut in Abweichung von vielen anderen Siebvorgängen nicht der geringste Querschnitt des Materials, sondern seine längste Ausdehnung, die Halmlänge, von Interesse ist, muß zusätzlich gefordert werden:

Die Halme sind so zu orientieren, daß ihre größte Erstreckung in der Schwingrichtung des Siebes liegt.

Bei einer derartigen Orientierung ist eine Absiebung nach der Länge gewährleistet, wobei jedoch bei der vorliegenden länglichen Teilchenform ($l \gg d$) nach **Bild 1** zu berücksichtigen ist, daß die durch eine vorgegebene Lochung absiebbare Länge $l < 2 l_B$ ist. Wird zur Beurteilung einer Probe vereinfachend als Mittelwert nur der zu einem 50 % Rückstand gehörende Sieblochdurchmesser angegeben, so ist daraus die Angabe einer mittleren Halmlänge nur bei Beachtung der obigen Bedingung möglich. Bei konstanter Maschenbelegung der Halmtteile und somit in Längsrichtung mittlerer Schwerpunktlage und unter der Voraussetzung gleichmäßiger Längenverteilung in den einzelnen Fraktionen ist daher zur Bestimmung der mittleren Halmlänge der oben genannte mittlere Durchmesser mit dem Faktor 2 zu multiplizieren [2].

Diese Längenbestimmung gilt exakt nur für gestreckte Materialteilchen. Auch für gewundene und – zum Beispiel nach Recutteraufbereitung – wollige Struktur bietet sie eine genauere Längenangabe als die des mittleren Lochdurchmessers.

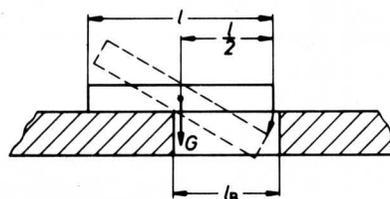


Bild 1. Mechanik der Längenklassierung.

l Halmlänge, l_B Größe der Sieböffnung

Beim Absieben in dünnem, einlagigem Materialstrom ist zu erwarten, daß die Abtrennung am besten der Mechanik nach **Bild 1** gehorcht, weil eine für die Einzelteilchen ungünstige Orientierung infolge von Relativbewegungen im Haufwerk entfällt. Eine solche "Fehl"-Orientierung kann außerdem durch Anordnung der Siebe übereinander bei Durchqueren der Siebböden verursacht werden.

Aus den genannten Gründen wurde die Siebung mit Hilfe eines Schwingsiebes vorgenommen, **Bild 2**.

Aus einem Probenbehälter a wird das Material kontinuierlich dem Siebboden e so dosiert zugeführt, daß sich nur eine Halmlänge auf

*) Dr.-Ing. H.W. Orth ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Ing. grad. H. Peters Mitarbeiter am Institut für Landmaschinenforschung (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. Baader) der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode.

dem Sieb befindet. Durch Rillen in Schwingrichtung (siehe Bild 2, Ausschnitt A) werden die anfangs zufällig orientierten Materialteilchen so geordnet, daß ihre Längsachsen in die Schwingrichtung fallen. Die Absiebung erfolgt zunächst über runde Öffnungen, deren Durchmesser in Transportrichtung zunehmen. Von einem Durchmesser von 4 mm ab werden Länglöcher mit konstanter Breite (4 mm) verwendet, damit die Flanken der eingearbeiteten Rillen nur wenig durch die Bohrungen unterbrochen werden und so das Gleiten der längeren Teilchen möglichst wenig behindern. Durch die Anordnung der Öffnungen in der Rille wird sichergestellt, daß jedes Teilchen über die Öffnungen geführt wird.

Die einzelnen Fraktionen werden in Behältern d aufgefangen. Die Schwingamplitude ist über den elektromagnetischen Erreger b einstellbar.

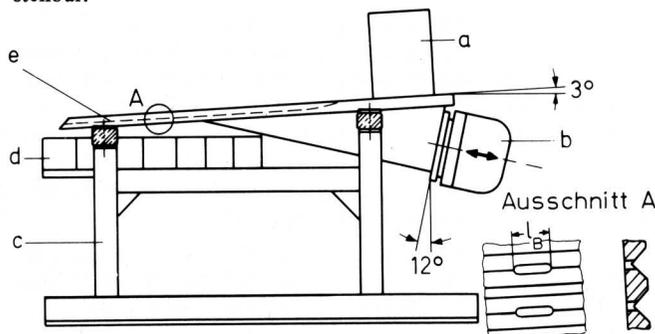


Bild 2. Schwingsieb zur Klassierung von Halmgut (Schema).

a Probenbehälter, b Schwingantrieb, c Gestell, d Behälter für Fraktionen, e Siebboden, gerillt mit Bohrungen von 0,5; 1,0; 2,0 und 4,0 mm ϕ bzw. Langlöchern 8,0 x 4,0 und 16 x 4,0 mm.

3. Versuchsergebnis

Einige Ergebnisse des genannten Klassierverfahrens zeigt Bild 3 in Form von Rückstandssummenkurven bei verschiedenen Schwingamplituden, ausgedrückt durch die Wurfkennziffer Γ , (Γ ist das Verhältnis der maximalen lotrechten Siebeschleunigung zur Fallbeschleunigung) im Vergleich mit einer handklassierten Probe. Für die beschriebene Anordnung wurde $\Gamma = 0,13$ als günstigste Wurfkennziffer festgestellt; es ist für diesen Wert eine gute Übereinstimmung zur Vergleichsprobe zu erkennen. Bei kleineren Wurf-

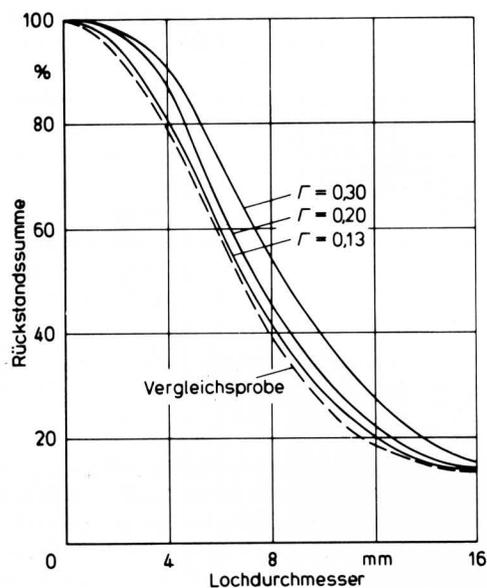


Bild 3. Rückstandssummenkurven des Schwingsiebes bei unterschiedlichen Wurfkennziffern Γ .

Trockengrün aus Welschem Weidelgras, 1. Schnitt, $U = 0,12$, theor. Häcksellänge $l_{th} = 10$ mm, Probenmenge 25 g

kennziffern ist ein gleichmäßiger Fördervorgang auf dem Siebboden nicht mehr gewährleistet. Durch Erhöhen der Schwingamplitude (entsprechend einer größeren Wurfkennziffer Γ) wird die Fördergeschwindigkeit des Gutes auf dem Sieb erhöht. Da bei größerer Fördergeschwindigkeit ein Durchfallen durch die Sieboffnungen nicht immer zufriedenstellend möglich ist, verschlechtert sich das Klassierergebnis, was sich in einer Verschiebung der Kennlinie zu größeren Sieboffnungen äußert.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit einer Klassierung über im Institut vorhandene Wurf ($\Gamma = 4,1$) und Plansiebmaschinen ($\Gamma = 0,1$) [3] zeigt, daß sich mit diesen Maschinen zu kleine Werte der Halm-länge ergeben; für die Schwingsieb-anordnung werden bei zu großen Fördergeschwindigkeiten zu große Werte erreicht.

Als nachteilig in der bisherigen Anordnung hat sich die geringe Anzahl von Bohrungen erwiesen; sie ergibt eine lange Versuchszeit und die Gefahr der Verstopfung. Durch Vermehren der Bohrungen kann die Versuchszeit und der Einfluß durch Verstopfen einzelner Bohrungen herabgesetzt werden.

Ersetzt man somit die Einzelbohrungen des vorhandenen Schwingsiebes durch parallel zur Förderrichtung gewellte Siebe mit gleichen Bohrungen, so ergibt sich eine verbesserte Ausführung des bisher beschriebenen Gerätes, Bild 4.

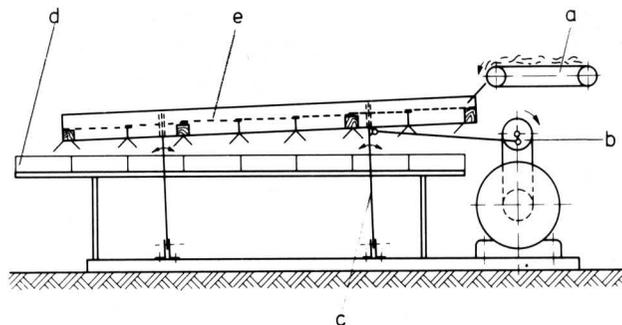


Bild 4. Schwingsieb zur Klassierung von Halmgut (Schema).

a Probenaufgabe, b Schwingantrieb, c Blattfedern, d Behälter für Fraktionen, e Siebboden mit gewellten Siebeinsätzen, Siebfläche je Fraktion ca. 500 x 500 mm²

4. Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren der Halmlängenbestimmung beschrieben, bei dem mit Hilfe eines Schwingantriebes bei kleiner Fördergeschwindigkeit und dünnem Materialstrom die Klassierung vorgenommen wird. Hierzu werden die Einzelteilchen durch Rillen des Siebbodens orientiert und über Bohrungen mit in Transportrichtung zunehmendem Durchmesser geführt. Das Klassierergebnis zeigt eine Verbesserung der Genauigkeit gegenüber bisher verwendeten Siebanordnungen, die Übereinstimmung mit einer handklassierten Vergleichsprobe ist gut. Wegen der noch sehr langen Versuchszeit und der Verstopfungsgefahr wird eine Möglichkeit zur Weiterentwicklung des beschriebenen Verfahrens aufgezeigt.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] •Batel, W.: Einführung in die Korngrößenmeßtechnik. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag 1971.
- [2] Baader, W., H.-J. Ahlgrimm, W. Dervedde u. H.W. Orth: Untersuchungen des mechanischen Verhaltens von Pflanzen bei Einwirkung äußerer Kräfte. DFG-Bericht Ba 292/7 (unveröffentlicht).
- [3] Dervedde, W. u. H. Peters: Versuche zur Beurteilung der Arbeitsqualität eines Schlegelhäckslersystems. Landtechn. Forschung Bd. 19 (1971) Nr. 5/6, S. 174/79.