

Untersuchungen zum Guttransport in landwirtschaftlichen Trommelrocknern

Dipl.-Ing. J. Dräger, KDT, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

In Gleichstrom-Trommelrocknern bewirkt das Trocknungsmittel, der Heißgasstrom, den Transport des Gutes durch die Trommel. Der Weg, den die einzelnen Gutteilchen während des Abrieselns von den Einbauten unter der Einwirkung des Gasstroms zurücklegen, hängt von einer Vielzahl von Einflüssen ab /1/:

- kleine, leichte Gutteile werden je Trommelumdrehung weiter geschleppt als große, schwere
- das Gut ändert während des Trocknens Masse und Struktur
- während des Falls wirken auf das Gutteilchen häufig in ihrer Richtung wechselnde Kräfte.

Wie man erkennt, ist die Aufenthaltszeit der einzelnen Gutteile unterschiedlich.

In früheren Untersuchungen wurden Messungen der Verweilzeitspektren des Gutes über den gesamten Trommelweg durchgeführt /2/. Hierbei wurde nachgewiesen, daß die mittlere Verweilzeit in der Trommel für verschiedene Gutfraktionen unterschiedlich ist. Im Trommelrockner vom Typ UT 66 betrug die mittlere Verweilzeit in der gesamten Trommel für Lupinenblätter 12 min, für Lupinenstengel 24 min und für Zuckerrübenschnitzel 45 min.

In Fortführung dieser Untersuchungen waren Messungen zur Ermittlung der mittleren Verweilzeit des Gutes in einzelnen Abschnitten der Trocknungstrommel durchzuführen. Aus dem dabei zu ermittelnden Geschwindigkeitsverlauf des Gutes als Funktion des Trommelwegs kann der Verlauf des Trommelfüllungsgrads sowie die Verteilung der Gutmasse in der Trocknungstrommel errechnet werden. In Verbindung mit thermodynamischen Meß- und Berechnungsgrößen lassen sich dann aus dem Verweilzeitverlauf Angaben über die Wärmeübertragung und die Wasserverdampfung in einzelnen Abschnitten der Trommel gewinnen. Damit wird eine Bewertung der in den einzelnen Trommelzonen vorhandenen unterschiedlichen Einbautensysteme sowie die Ableitung von Bemessungskriterien für neue Trocknungsaggregate möglich.

2. Methodik

Wie bei der Messung der Verweilzeitspektren nach Durchgang durch die gesamte Trommel /2/ erfolgte auch hier die Messung nach Zugabe eines „Stoßes“ radioaktiv markierten Gutes am Trommeleingang zum Zeitpunkt $t = 0$.

Das Verweilzeitspektrum entspricht der Wahrscheinlichkeitsdichte der gemessenen Aufenthaltszeiten. Die Anwendung dieses bewährten Meßverfahrens auf die Ermittlung der Horizontalgeschwindigkeit des Gutes als Funktion des Trommelwegs macht eine Probenahme an mehreren Stellen entlang des gesamten Trommelwegs erforderlich. Zu diesem Zweck wurden spezielle Entnahmeverrichtungen entwickelt und in den Trommelmantel und die Rückwand des Ausfallgehäuses eingebaut. Funktionsprinzip und Anordnung der Entnahmestellen gehen aus Bild 1 hervor.

Die in den Trommelmantel eingebauten Entnahmeverrichtungen sind als Segment einer Zellschleuse ausgebildet. Ihre Konstruktion verhindert bei jeder Klappenstellung ein Eindringen von Falschluff. Bei der in der Prinzipskizze (Bild 1, unten links) dargestellten Klappenstellung wird der Raum zwischen den Winkelblechen der Vorrichtung von herabrieselndem Gut gefüllt.

Durch Schwenken der Kammer um ihren Drehpunkt fällt die zuvor gesammelte Gutprobe aus der Entnahmeverrichtung (Bild 1, unten rechts). Die in die Rückwand des Ausfallgehäuses eingebaute Entnahmeverrichtung besteht aus

einem eimerförmigen Behälter, der an einer viertelkreisförmig gebogenen Stange von einer im Ausfallgehäuse befindlichen Klappe zum Befüllen unter den Ausfallquerschnitt der Trommel geführt werden kann.

Das bei den Untersuchungen angewendete Meßverfahren mit Hilfe radioaktiver Nuklide /2/ führt zur Bestimmung der mittleren Verweilzeit und damit zur mittleren Horizontalgeschwindigkeit im jeweiligen Trommelabschnitt. Werden die Meßpunkte an den Entnahmestellen E 3 und E 4 in ein Diagramm mit dem Trommelweg als Abszisse eingetragen und miteinander verbunden, ergibt sich mit hinreichender Genauigkeit der Verlauf der Gutgeschwindigkeit in der Trommelzone mit Kreuzeinbauten (Bild 2). Unter der Annahme, daß die Geschwindigkeitskurve in der Schleierzone den

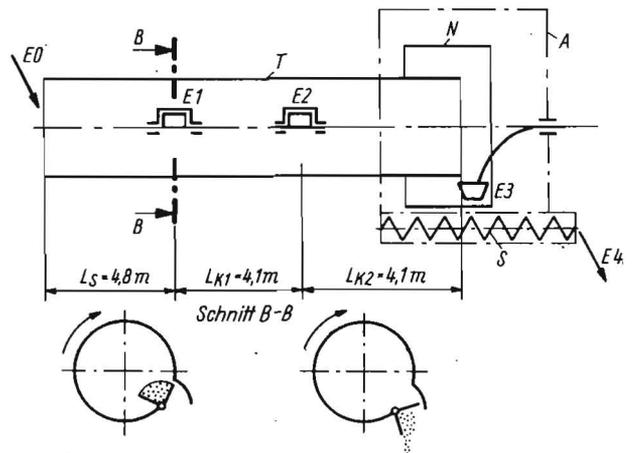


Bild 1. Schematische Darstellung der Trocknungstrommel mit Anordnung und Funktionsprinzip der Entnahmestellen; E Entnahmestelle, T Trommel, L_S Länge der Schleierzone; L_{K1} , L_{K2} Längenabschnitte in der Zone mit Kreuzeinbauten (K), N Nachtrockenzone, A Ausfallgehäuse, S Austragschnecke; Schnitt B-B links: Klappenstellung geschlossen, rechts: Klappenstellung bei Gutentnahme

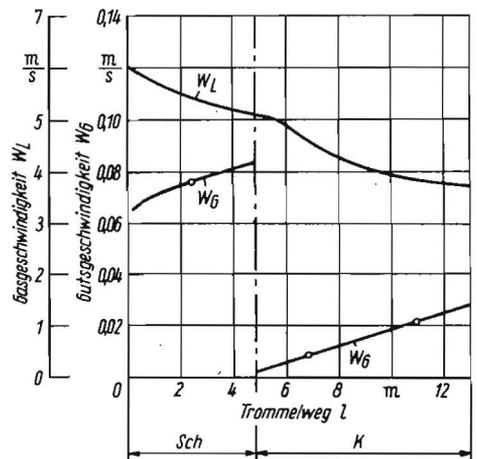


Bild 2. Gas- und Gutgeschwindigkeit in der Trocknungstrommel Typ UT 66

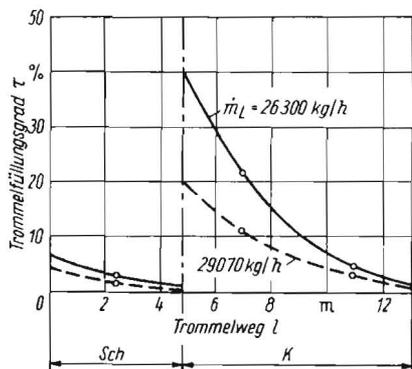


Bild 3. Füllungsgrad in der Trocknungstrommel Typ UT 66 bei unterschiedlichen Werten des Gasstroms

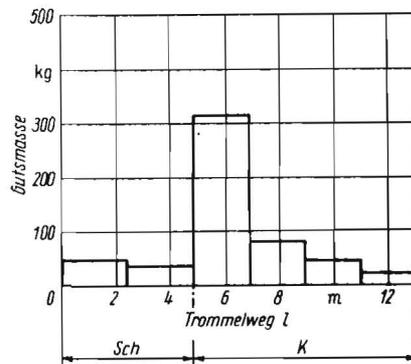


Bild 4. Verteilung der Gutmasse in der Trocknungstrommel Typ UT 66

gleichen Anstieg besitzt wie in der Kreuzzone, kann auch für diesen Trommelabschnitt in erster Näherung die Geschwindigkeitskurve ermittelt werden (Bild 2).

Aus der Wassergehaltsbestimmung für das in die Trommel eintretende Gut und die an den Entnahmestellen gezogenen Proben wird in Verbindung mit dem Frischgutdurchsatz die mittlere Wasserverdampfung im jeweiligen Trommelabschnitt errechnet. Die Gutmasse im Trommelabschnitt erhält man als Produkt aus dem mittleren Massenstrom und der mittleren Verweilzeit des Gutes im betreffenden Trommelabschnitt. Wird die Gutmasse durch die Schüttdichte des Gutes und das Volumen des Trommelabschnitts dividiert, ergibt sich der mittlere Füllungsgrad des Trommelabschnitts.

3. Ergebnisse

Die Geschwindigkeit des Gutes wächst in der jeweiligen Trommelzone mit zunehmendem Trommelweg, obwohl die Geschwindigkeit des den Guttransport bewirkenden Gasstroms abnimmt (Bild 2). Die Ursache für diesen Sachverhalt ist in der starken Masseabnahme des Gutes infolge Wasserdampfabgabe zu suchen. Die Verringerung des Gasvolumens infolge Abkühlung ist größer als der Volumenzuwachs durch Wasserdampfaufnahme, so daß die Gasgeschwindigkeit insgesamt abnimmt. Die Ungleichmäßigkeit im Verlauf der Gasgeschwindigkeit am Anfang der Kreuzzone (Bild 2) ist auf den sprunghaften Anstieg der Wasserverdampfung in dieser Zone (Tafel 1) zurückzuführen. Aufgrund der größeren Fallhöhe beim Abrieseln von den Einbauten ist die mittlere Geschwindigkeit des Gutes in der Schleierzone höher als in der Kreuzzone.

Der Füllungsgrad erreicht am Anfang der Kreuzzone Maximalwerte und sinkt in jeder Trommelzone mit wachsender Gutgeschwindigkeit (Bild 3). In gleicher Weise verhält sich die Verteilung der Gutmasse in der Trocknungstrommel (Bild 4). Aus den Bildern 3 und 4 wird deutlich, daß die Gefahrenzone gegen Trommelverstopfungen auf ein sehr schmales Gebiet unmittelbar am Anfang der Kreuzzone konzentriert ist. In der Praxis häufig zu beobachtende Trommelverstopfungen sind nach diesen Meßergebnissen in der erwähnten Zone am Anfang der Kreuzeinbauten zu erwarten.

Mit zunehmendem Gasstrom wächst die Gutgeschwindigkeit, der Trommelfüllungsgrad muß deshalb sinken (Bild 3).

Aus den Verläufen der Gutgeschwindigkeit und des Trommelfüllungsgrades lassen sich bereits die Wärmeübertragungsverhältnisse und die Wasserverdampfung in der Trommel und damit die Ausnutzung des Trommelvolumens deuten.

Aufgrund der hohen Gutgeschwindigkeit und damit der geringen Trommelfüllung in der Schleierzone ist hier der je 1 m^3 Trommelvolumen und 1 grd Temperaturdifferenz an das Gut übertragene Wärmestrom relativ gering (Tafel 1). Dieser Sachverhalt findet seinen Ausdruck in der niedrigen Wasserverdampfung in diesem Abschnitt, obwohl hier das höchste Temperaturgefälle herrscht. Im ersten Abschnitt der Kreuzzone besitzt die Trommel eine hohe Füllung, die Oberfläche des Gutes für die Wärmeaufnahme ist deshalb hier

Tafel 1. Wärmeübergangskoeffizient je 1 m^3 Trommelvolumen und Wasserverdampfung in verschiedenen Zonen der Trocknungstrommel Typ UT 66 (Mittelwerte)

Trommelzone	Trommelweg m	Wärmeübergangskoeff. kcal/m ² h grd	Wasserverdampfung kg/h
Schleier	4,8	153	1410
Kreuzzone I	8,9	380	2450
Kreuzzone II	13	178	750
Ausfallgehäuse		5	10

groß. Der Wärmeübergangskoeffizient je 1 m^3 Trommelvolumen erreicht in diesem Abschnitt seinen Höchstwert (Tafel 1). Das Gebiet maximaler Wasserverdampfung liegt daher trotz des geringeren Temperaturgefälles am Anfang der Kreuzzone und nicht am Trommelanfang.

4. Schlußfolgerungen

Aus den Ergebnissen der Messungen wird deutlich, daß die Verteilung des Gutes und die Wasserverdampfung in der Trommel sehr ungleichmäßig sind. Das Volumen der Trocknungstrommel wird deshalb nur unzureichend ausgenutzt. Als verschwindend gering erwies sich der Trocknungseffekt im Ausfallgehäuse. Aus diesem Grund sollten bei künftigen Trocknungsanlagen das Volumen der Schleierzone und des Ausfallgehäuses auf das absolut notwendige Minimum reduziert werden.

Der Nachweis der ungleichmäßigen Gutverteilung in Trommeltrocknern fordert zur beschleunigten Prüfung der Frage auf, ob durch gezielte Veränderung der Einbauten eine weitgehende Vergleichmäßigung der Gutverteilung längs der Trommel und damit eine bessere Trocknerwirkung möglich ist.

Literatur

- 1/ Dräger, J.: Untersuchungen zur Verweilzeit des Gutes in landwirtschaftlichen Trommeltrocknern. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 10, S. 487.
- 2/ Rettig, H. / J. Dräger: Verweilzeitmessung an Trommeltrocknern der Landwirtschaft mit radioaktiven Nukliden. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 3, S. 149. A 9474

Neue Telefonnummer

Der Telefonanschluß unseres Verlages wird in Kürze auf Durchwahl umgestellt.

Sie erreichen dann die Auskunft des Verlages unter **4 27 00**

und unsere Redaktion direkt unter den Nummern

4 27 02 69 und 4 27 02 75

Redaktion agrartechnik