

nung kommen vor allem Rindermastanlagen ab 15 000 Tierplätze in Frage. Neben der Errichtung dieser vollständigen Futtermittelaufbereitungsanlagen ist auch die Zuordnung der Futterpelletieranlage FPA 6, des Hauptgliedes bei der Verarbeitung von Stroh und Ganzpflanzen zu Futterzwecken, zu Zuckerfabriken und zu bereits bestehenden Trockenwerken anderer Typen möglich.

#### 4. Zusammenfassung

Ausgehend von der volkswirtschaftlichen Notwendigkeit, Stroh und Ganzpflanzen verstärkt für die Rinderfütterung einzusetzen, wurde aufgezeigt, mit welchen technischen Einrichtungen die Aufbereitung mit anderen Futterkomponenten zu Teilfertigfuttermitteln erfolgen kann.

Entsprechend den verschiedenen Standortbedingungen ergeben sich drei Möglichkeiten:

- Rationalisierung vorhandener Trocknungsanlagen zur zeitlich begrenzten Aufbereitung von Teilfertigfuttermitteln mit einem Durchsatz von 1,6 t/h bei 70 Prozent Strohanteil
- Erweiterung vorhandener Trocknungsanlagen durch die Lager für die Futterkomponenten und die Futtermittelpelletieranlage FPA 6 für eine ganzjährige Aufbereitung
- Errichtung neuer Futtermittelaufbereitungsanlagen mit einer jährlichen Produktionskapazität von 30 kt Teilfertigfuttermittel bei rd. 50 Prozent Strohanteil. A 9907

## Erhöhung der Effektivität von Heißlufttrocknungsanlagen durch Verbesserungen der Automatisierungseinrichtungen<sup>1</sup>

Dr. sc. techn. W. Maltry, KDT, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

Die Effektivität der Heißlufttrocknungsanlagen in der DDR hat sich von Jahr zu Jahr erhöht. Das beruht sowohl auf einer beträchtlichen Erweiterung der jährlichen Einsatzzeit bis zum ganzjährigen dreischichtigen Betrieb als auch auf einer beachtlichen Steigerung des stündlichen Durchsatzes durch zahlreiche, in den Trockenwerken selbst realisierte technische Verbesserungen. In den meisten Trockenwerken der Typen S 63, UT 66 und UT 67 liegen die tatsächlich erreichten Durchsätze oberhalb der vom Hersteller genannten Garantiewerte.

Mit Hilfe der Automatisierungstechnik ist es möglich, weitere Reserven zu mobilisieren und bei sachgemäßer Anwendung die stündliche Trockengutproduktion um 10 und mehr Prozent zu erhöhen.

#### Gegenwärtiger Stand

In den mit industriellen Automatisierungseinrichtungen ausgerüsteten Trocknungsanlagen der Typen UT 66-2 und UT 67-2 wirkt die wichtigste Regelung über den Brennstoffdurchsatz auf die Ablufttemperatur (Bild 1). Die einflussreichste Störgröße ist dabei der durch wechselnde Schüttdichte und ungleichmäßige Befüllung des Annahmedosierers (Stapelbandes) verursachte unregelmäßige Gutdurchsatz. Mit den Untersuchungsergebnissen von Dräger /1/ über die Leistungsgrenzen des Trommeltrockners ist nachweisbar, daß mit diesem Regelkreis Trocknungskapazität verschenkt wird. Das Durchsatzdiagramm (Bild 2), aufgestellt mit den Zahlenwerten von Dräger, enthält als objektive Schranken für eine bestimmte Gutart den gutartabhängigen maximalen Trockengutdurchsatz — Begrenzung nach oben — und den von der Feuerungsleistung abhängigen maximalen Frischgutdurchsatz — rechte Grenzlinie. Bei leichten Gutarten, z. B. Gras, existiert außerdem eine Schranke aufgrund der Temperaturempfindlichkeit. Bei richtiger Trocknung auf etwa 10 Prozent Trockengutfeuchte liegt der augenblickliche Betriebspunkt des Trockners auf der zur Eintrittsfeuchte  $f_e$  gehörenden Geraden innerhalb des von den jeweiligen Schranken begrenzten Bereichs. Bei störungsfreiem Betrieb kann oder darf der Betriebspunkt auch nicht kurzzeitig über die jeweilige Schranke hinausgeraten. Bild 3 zeigt im praktischen Betrieb gewonnene Temperaturkurven eines über den

Regelkreis Ablufttemperatur-Brennstoffdurchsatz geregelten Trockners. Während die Ablufttemperatur entsprechend dem Ziel der Regelung weitgehend konstant ist, schwankt die Heißlufttemperatur je nach den Unregelmäßigkeiten der Hauptstörgröße Frischgutdurchsatz. Die Fläche zwischen der tatsächlichen Heißlufttemperatur und der nur kurzzeitig erreichten maximal möglichen Temperatur ist ein Maß für die noch vorhandene beachtliche Reserve an Trocknungskapazität, die je nach erreichter Gleichmäßigkeit der Frischgutzufuhr zwischen 10 und 20 Prozent des Durchsatzes liegt.

In einigen Trocknungsanlagen, die mit festen Brennstoffen arbeiten, wurde eine einfache Automatik installiert /2/, die nicht den Brennstoffdurchsatz, sondern den Frischgutdurchsatz in Abhängigkeit von der Ablufttemperatur beeinflusst

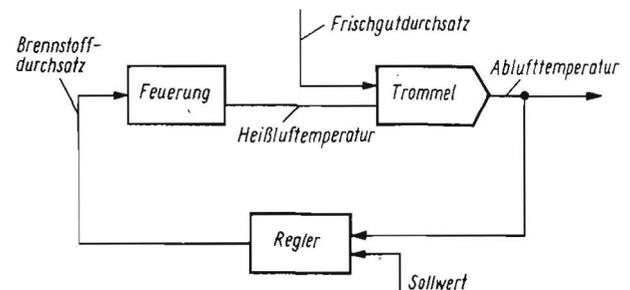


Bild 1. Signalflußplan des Regelkreises Brennstoffdurchsatz-Ablufttemperatur; Störgröße ist der Frischgutdurchsatz

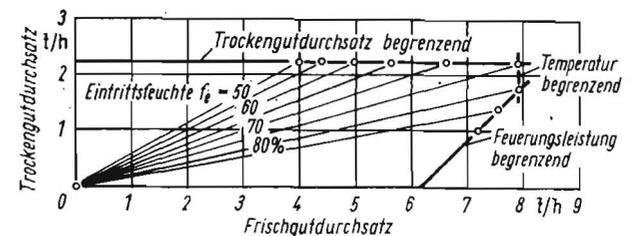


Bild 2. Durchsatzdiagramm der Trocknungstrommel UT 66 für Gras. Austrittsfeuchte  $f_a = 10\%$ , nach Versuchswerten von Dräger /1/ aufgestellt

<sup>1</sup> Überarbeitete Fassung eines Vortrags zur Wissenschaftlich-technischen Tagung „Trockenfuttermittelproduktion“ der KDT am 20. und 21. März 1975 in Neubrandenburg

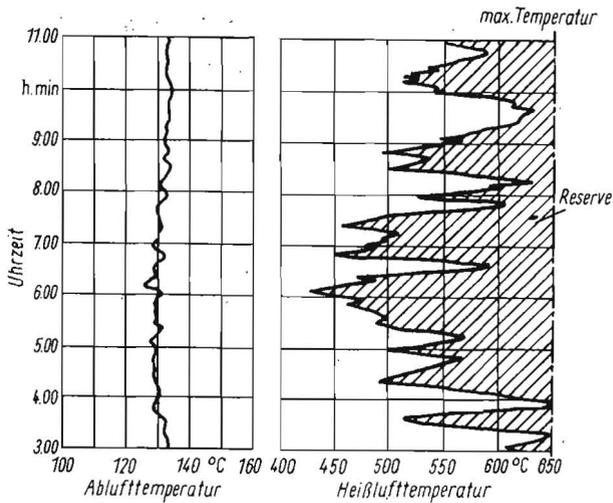


Bild 3. Gemessene Heißluft und Ablufttemperatur einer nach Bild 1 geregelten Trocknungsanlage; die Fläche zwischen der maximal möglichen und der tatsächlichen Heißlufttemperatur ist ein Maß für die noch vorhandene Leistungsreserve

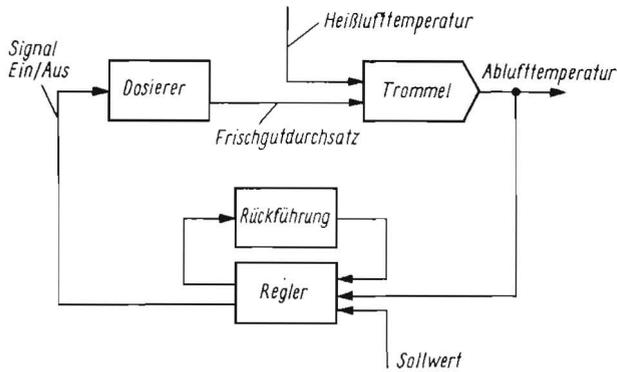


Bild 4. Signalflußplan des Regelkreises Frischgutdurchsatz-Ablufttemperatur; Störgröße ist die Heißlufttemperatur

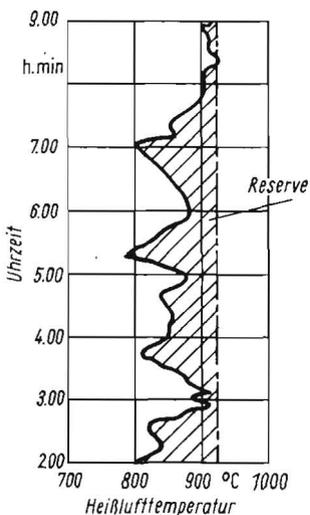


Bild 5. Gemessene Heißlufttemperatur einer nach Bild 4 geregelten Trocknungsanlage; die Fläche zwischen der maximal möglichen und der tatsächlichen Heißlufttemperatur ist kleiner als in Bild 3

(Bild 4). Die Hauptstörgrößen dieses Regelkreises sind die von der Feuerung herrührenden Schwankungen der Wärmeleistung und die kurzfristigen, weniger störenden Frischgut-Durchsatzschwankungen, die die Automatik wegen der mit dieser Regelstrecke verknüpften längeren Tot- und Ausgleichzeit nicht vollständig auszuregeln vermag. Im praktischen Betrieb hat die Ablufttemperatur einen etwas unruhigeren Verlauf (hier nicht dargestellt), die Schwankungen der Heißlufttemperatur (Bild 5) sind dagegen wesentlich geringer als beim Regelkreis über den Brennstoffdurchsatz. Das beruht darauf, daß der nicht automatisierte Brennstoffdurchsatz selbst bei Feuerungen für feste Brennstoffe gleichmäßiger ist als der nicht in die Automatisierung einbezogene Frischgutdurchsatz z. B. in den Anlagen UT 66-2 und UT 67-2.

Aus diesen Zusammenhängen heraus kann eingeschätzt werden:

Die über den Frischgutdurchsatz automatisierte Konstanthaltung der Ablufttemperatur bewirkt eine höhere Ausnutzung der vorhandenen Produktionskapazität als die über den Brennstoffdurchsatz automatisierte.

### Mögliche Verbesserungen

Ein erster Schritt zur Erhöhung der Effektivität der gesamten in der DDR vorhandenen Trocknungskapazität ist die zentral geleitete Rekonstruktion aller Trocknungsanlagen mit festen Brennstoffen durch Einbau der einfachen Automatisierungseinrichtung Ablufttemperatur-Frischgutdurchsatz /2/, die sich inzwischen über mehrere Jahre im praktischen Betrieb bewährt hat. Eine weitere Verbesserung ist dann möglich, wenn der Annahmedosierer (das Stapelband) einen rein elektrisch ein- und ausschaltbaren Rollbodenvorschub erhalten hat. Dann führt die gemeinsame Betätigung von Schrägdosierband und Rollbodenvorschub in den Anlagen UT 66-1 und in den nachträglich mit einem Schrägdosierband versehenen Anlagen S 63 zu einer Automatisierung, die nur noch die Kontrolle der Füllung des Annahmedosierers erfordert. Die maximal mögliche Trockengutproduktion wird in den so automatisierten Trocknungsanlagen dann erzielt, wenn die Heißlufttemperatur so gleichmäßig wie möglich auf der vom Frischgut her erlaubten maximal zulässigen Höhe gehalten wird.

In den vorhandenen Anlagen UT 66-2, UT 67-2 und UT 71-2 ist eine praktisch vollständige Ausnutzung der vorhandenen Reserven möglich, wenn nachträglich durch Rekonstruktion der Frischgutdurchsatz in das Automatisierungssystem einbezogen wird. Hierzu werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Veränderung der Steuerschaltung in der Weise, daß der Rollbodenvorschub des Annahmedosierers (Stapelbands) und das schräge Dosierband durch einen gemeinsamen Schaltkontakt betätigt werden können, sobald ein entsprechender Hand-Automatik-Umschalter auf Stellung „Automatik“ steht.
- In Ergänzung zu dem vorhandenen und einwandfrei arbeitenden Regelkreis Ablufttemperatur-Brennstoffdurchsatz ist ein zweiter Regelkreis mit der Heißlufttemperatur als Stellgröße und dem Frischgutdurchsatz als Regelgröße (Bild 6) aufzubauen. Hierzu eignet sich der in der Anlage UT 66-2 bereits eingebaute Tastbügelregler, der in Abhängigkeit von der Heißlufttemperatur ursprünglich den Mischzuluftstrom betätigen sollte, hierbei aber nur den Trocknungsprozeß stört. Dieser Tastbügelregler ist durch eine elektronische Rückführung zu ergänzen und so zu schalten, daß er in bekannter Weise durch kurzfristiges, jeweils 15 s langes Ausschalten von Dosierband und Annahmedosierer die Frischgutzufuhr der gewünschten Heißlufttemperatur anpaßt. Die Mischluftklappe ist vom Regler zu trennen und nur noch von Hand zu bedienen.

Aufgrund der positiven Erfahrungen mit dem Impulsregler Ablufttemperatur-Frischgutdurchsatz in Anlagen mit festen Brennstoffen darf erwartet werden, daß auch die Automatisierung entsprechend diesem Vorschlag erfolgreich ist. Die beabsichtigten Auswirkungen sind:

- Die Ablufttemperatur wird durch den bereits vom Hersteller installierten Regelkreis Ablufttemperatur-Brennstoffdurchsatz weiterhin mit großer Genauigkeit konstant gehalten.
- Der neue Regelkreis bewirkt durch die Regulierung des Frischgutdurchsatzes auch die weitgehende Konstanzhaltung der Heißlufttemperatur auf einem Wert, der der Leistungsgrenze des Trockners so nahe wie möglich kommt.

Weitere Maßnahmen können aus der forschungsmäßigen Analyse einer entsprechend diesen Vorschlägen umgerüsteten Trocknungsanlage in der Praxis abgeleitet werden.

### Zusammenfassung

- Die Trockner haben noch Leistungsreserven, die durch zweckmäßige Automatisierung genutzt werden können.
- Die Konstanzhaltung der Ablufttemperatur über die Frischgutzufuhr ergibt höhere Durchsätze als über den Brennstoffdurchsatz.
- Die erprobte Automatik für Anlagen mit festen Brennstoffen sollte unter zentraler Anleitung umfassend realisiert werden.

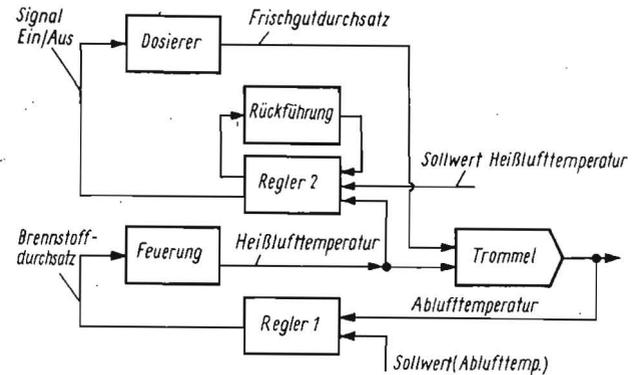


Bild 6. Signalflußplan der gekoppelten Regelkreise Brennstoffdurchsatz-Ablufttemperatur und Frischgutdurchsatz-Heißlufttemperatur

- Die in Anlagen mit Ölfeuerungen vorhandene Automatik sollte durch Einbeziehung des Frischgutdurchsatzes verbessert werden, wodurch eine beachtliche Leistungssteigerung möglich wird.

### Literatur

- /1/ Dräger, J.: Rationalisierung der Heißlufttrocknung von Grünfütter, Hackfrüchten und Ganzpflanzen. Abschn. 4.3.; 5.6.; 5.7.; 6. IfM Potsdam-Bornim 1974 (unveröffentlicht).
- /2/ Maltry, W.: Teilautomatisierung der Heißlufttrocknungsanlage UT 66-1 mit einfachen Mitteln. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 2. S. 95—96. A 9894

## Zur Zerkleinerung halmartiger landwirtschaftlicher Produkte in Schlagmühlen<sup>1</sup>

Prof. Dr.-Ing. H. Krug, KDT / Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h. E. Rammler, KDT / Dr.-Ing. W. Naundorf, KDT  
Bergakademie Freiberg, Sektion Verfahrenstechnik und Silikattechnik

### 1. Aufgabenstellung

Durch den systematischen Übergang zu industriellen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft erlangt auch die Zerkleinerung verschiedener Agrarprodukte erhöhte Bedeutung. Als Voraussetzung zur Intensivierung von Trocknungsprozessen oder zur Verbesserung der Verpressungseigenschaften von Futtermittelgemischen mit hohem Strohanteil wird u. a. der Bedarf an leistungsfähigen Zerkleinerungsmaschinen immer größer. Dabei beschränken sich die erhöhten Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Mühlen nicht nur auf größere stündliche Durchsätze, sondern es wachsen gleichermaßen die Ansprüche an die Feinheit und den Strukturaufbau des zerkleinerten Gutes. So soll z. B. bei der Zerkleinerung von Halmprodukten (auf etwa 10 bis 15 mm) das Zerkleinerungsprodukt nur wenig Feinstgut enthalten, weil sonst bei Wiederkäuern Verdauungsstörungen auftreten können. Außerdem wird von den Zerkleinerungsmaschinen auch eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene landwirtschaftliche Produkte, wie Stroh, Ganzpflanzen oder getrocknetes Grünfütter, verlangt, die sich in ihrem Zerkleinerungsverhalten teilweise beachtlich unterscheiden.

In der vorliegenden Arbeit soll über Erfahrungen berichtet werden, die bei der Zerkleinerung von Stroh, Getreideganzpflanzen, getrocknetem Grünfütter und einigen anderen

Produkten mit Schlagmühlen gesammelt wurden. Der größte Teil der Versuche erfolgte mit einer Labor-Schlagmaschinenmühle. Außerdem ermöglichte das WZ Gatersleben einige Messungen mit einer sowjetischen Hammernmühle vom Typ DDM. Beide Mühlentypen waren mit Austragssieben ausgerüstet.

### 2. Kennzeichnung der Feinheit des Mahlgutes

Bevor über den Zerkleinerungserfolg der untersuchten Mühlen berichtet wird, sollen zunächst einige Erläuterungen zur Kennzeichnung der Feinheit des Mühlenaustragsgutes gegeben werden. Bei der Zerkleinerung von Kohlen, Salzen usw. auf Schlagmühlen ist die Ermittlung der Mahlfeinheit durch Siebanalysen kein Problem. Von Ausnahmen abgesehen (wie etwa stark xylitische Kohlen) ist die Veränderung der Kornform in Abhängigkeit von der Korngröße nur gering, so daß man nach einem Ausdruck von Andreasen von einer „Konstanz des Bruchbildes“ sprechen kann. Durch die praktische Konstanz des Bruchbildes über den ganzen Korngrößenbereich bleibt bei diesen Produkten auch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Siebanalysen gewährleistet. Bei der Zerkleinerung von halmartigen landwirtschaftlichen Produkten, wie z. B. Stroh oder Getreidepflanzen, spielt hingegen die durch Schneiden und Zerreißen bewirkte Schnittfeinheit im allgemeinen eine größere Rolle als die durch Schlag bedingte Mahlfeinheit. Die fotografischen Aufnahmen von

<sup>1</sup> Ein Teil der praktischen Versuche wurde von cand. Ing. Erhard Bowski im Rahmen seiner Studienarbeit gewissenhaft durchgeführt