

ein Austausch stattfinden. Das bedeutet jedoch nicht unbedingt, daß die Investitionssumme ansteigen kann, wenn lebendige Arbeit eingespart wird. Da nämlich eine Einsparung an lebendiger Arbeit vorwiegend durch einen höheren Grad der Mechanisierung und Automatisierung zu erreichen ist, beruht sie auf einem Ansteigen des Ausrüstungsanteils der Investition. Durch den höheren Ausrüstungsanteil der Investition entstehen höhere Kosten für die vergegenständlichte Arbeit, da die Kosten für Abschreibungen und Instandhaltung der Ausrüstung beträchtlich höher als die des Bauanteils sind. Die Einsparung an lebendiger Arbeit muß daher mindestens so groß sein, daß dadurch die durch die veränderte Zusammensetzung der Investition entstehenden Mehrkosten abgedeckt werden.

Sehr stark beeinflussen die tierische Leistung und der je Produkteinheit realisierbare Erlös die mögliche Investitionshöhe. Hohe tierische Leistungen erlauben also auch höhere Ausgaben für die Gestaltung des Tierplatzes und ermöglichen dabei trotzdem einen angemessenen Gewinn. Außer an einer Steigerung der tierischen Leistung muß der Betrieb an einer Erhöhung der Erlöse je Produkteinheit interessiert sein, die durch eine verbesserte Qualität des Produkts und für LPG auch durch eine Steigerung der Milchproduktion insgesamt erreichbar ist. Das Ziel einer Steigerung der Erlöse je Tierplatz und der Einsparungen an Kosten für die lebendige Arbeit und an allen übrigen Kosten ist ein hoher Gewinn. Dieser gewährleistet eine kurze Rückflußdauer der Investitionen.

Die dargestellte Methode soll dazu dienen, eine Aussage darüber zu treffen, wie hoch Investitionen sein dürfen, wenn bestimmte Bedingungen, wie Erlöse, Kosten der Produktion

und Forderung nach einem Mindestgewinn, vorgegeben sind. Weiter lassen sich durch diese Art der Betrachtung Aussagen darüber ableiten, in welchen Grenzen ein Austausch zwischen lebendiger und vergegenständlichter Arbeit erfolgen kann.

Zusammenfassung

1. Mit der Einführung industriemäßiger Produktionsmethoden in der tierischen Produktion ist die Errichtung von Großanlagen verbunden. In diesen Anlagen sinkt der Aufwand an lebendiger Arbeit, der für vergegenständlichte Arbeit dagegen zeigt eine steigende Tendenz. Die Struktur der Investitionen verändert sich. Es entsteht die Frage nach dem ökonomisch vertretbaren Aufwand an vergegenständlichter Arbeit.
2. Es wird eine Methode dargestellt, die eine Aussage über die mögliche Höhe von Investitionen bei Vorgabe eines bestimmten Niveaus der Produktion hinsichtlich Kosten, tierischer Leistung und Gewinn erlaubt.
3. Einzelne besonders wichtige Einflußgrößen, wie tierische Leistung, Aufwand an lebendiger Arbeit, Anteil von Bau und Ausrüstung und geforderter Gewinn, werden in ihrer Bedeutung für die mögliche Investitionshöhe erläutert.

Literatur

- [1] HÜBNER, D.: Untersuchungen über den möglichen Einsatz von vergegenständlichter Arbeit (Ausrüstung, Bau) in Abhängigkeit von der Entwicklung des Aufwandes für lebendige Arbeit und von der Produktivität der Viehbestände. Studie aus dem Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim (unveröffentlicht)
- [2] WERNER, K.: Hohe Leistungen je Tier aus ökonomischer Sicht. Tierzucht, Berlin 21 (1967) H. 5, S. 247 bis 253 A 7654

Aussetzender Betrieb von Trommeltrocknungsanlagen

Dipl.-Ing. CHR. FÜLL, KDT*

1. Problematik

Der aussetzende Betrieb ist im Gegensatz zum Dauerbetrieb durch einen gestörten Betriebsablauf gekennzeichnet. Die auftretenden Störungen können zufälliger Art sein, z. B. Unregelmäßigkeiten in der Kette Grünfütterernte — Transport des Grüngutes zum Trockenwerk oder Behebung von entstandenen Maschinenschäden; sie können aber auch systematisch auftreten. Zu den systematischen Betriebsunterbrechungen sind z. B. die Stillstandszeiten bei Schichtwechsel oder die Zeiten, in denen die Messer des Grünguthäckslers gewechselt werden müssen, zu rechnen. Durch das Stillsetzen und erneute Inbetriebnahme im aussetzenden Betrieb werden instationäre Energieverhältnisse hervorgerufen. Sie führen zu einem erhöhten Verbrauch von Heizmaterial und Elektroenergie und somit zusammen mit den Lohnkosten zu größeren Trocknungskosten.

2. Energiebedarf unter den Bedingungen des aussetzenden Betriebes

Die Höhe der Wärmeenergiezuführung, die bei Inbetriebnahme der Anlagen notwendig ist, hängt von der zum Zeitpunkt des Anheizens herrschenden Betriebstemperatur und von der Art des zeitlichen Erwärmungsverlaufes ab. Der zeitliche Erwärmungsverlauf wird für die Meßstelle Brennkammerausgang durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$t = t_{\max} \left(1 - e^{-\frac{\vartheta}{T}} \right) + t_{\text{Ant}} e^{\frac{\vartheta}{T}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (1)$$

Die Gleichung für den zeitlichen Temperaturverlauf bei der Abkühlung lautet:

$$t = e^{-\frac{\vartheta}{T}} \cdot t_0 \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2)$$

Hierbei sind:

- ϑ Zeit in s
- T Thermische Zeitkonstante in s
- t Temperatur in $^{\circ}\text{C}$
- t_{\max} Betriebstemperatur (Endtemperatur des Erwärmungsvorganges) in $^{\circ}\text{C}$
- t_{Ant} Temperatur, von der aus der Erwärmungsvorgang begann, in $^{\circ}\text{C}$
- t_0 Temperatur, von der aus die Abkühlung einsetzte, in $^{\circ}\text{C}$

Die thermische Zeitkonstante T ist eine Anlagenkonstante. Eine Abhängigkeit besteht lediglich zum Betriebsluftstrom M_L , wie die Gleichung (3) zeigt:

$$T = \frac{M_0 \cdot c \cdot k}{M_L \cdot c_p + K \cdot A} \quad [\text{s}] \quad (3)$$

Darin sind:

- M_0 wärmespeichernde Masse in kg
- c spezifische Wärme der wärmespeichernden Bauteile in kcal/kg $^{\circ}\text{C}$

* Universität Rostock, Sektion Landtechnik
(Leiter: Dr.-Ing. CH. EICHLER)

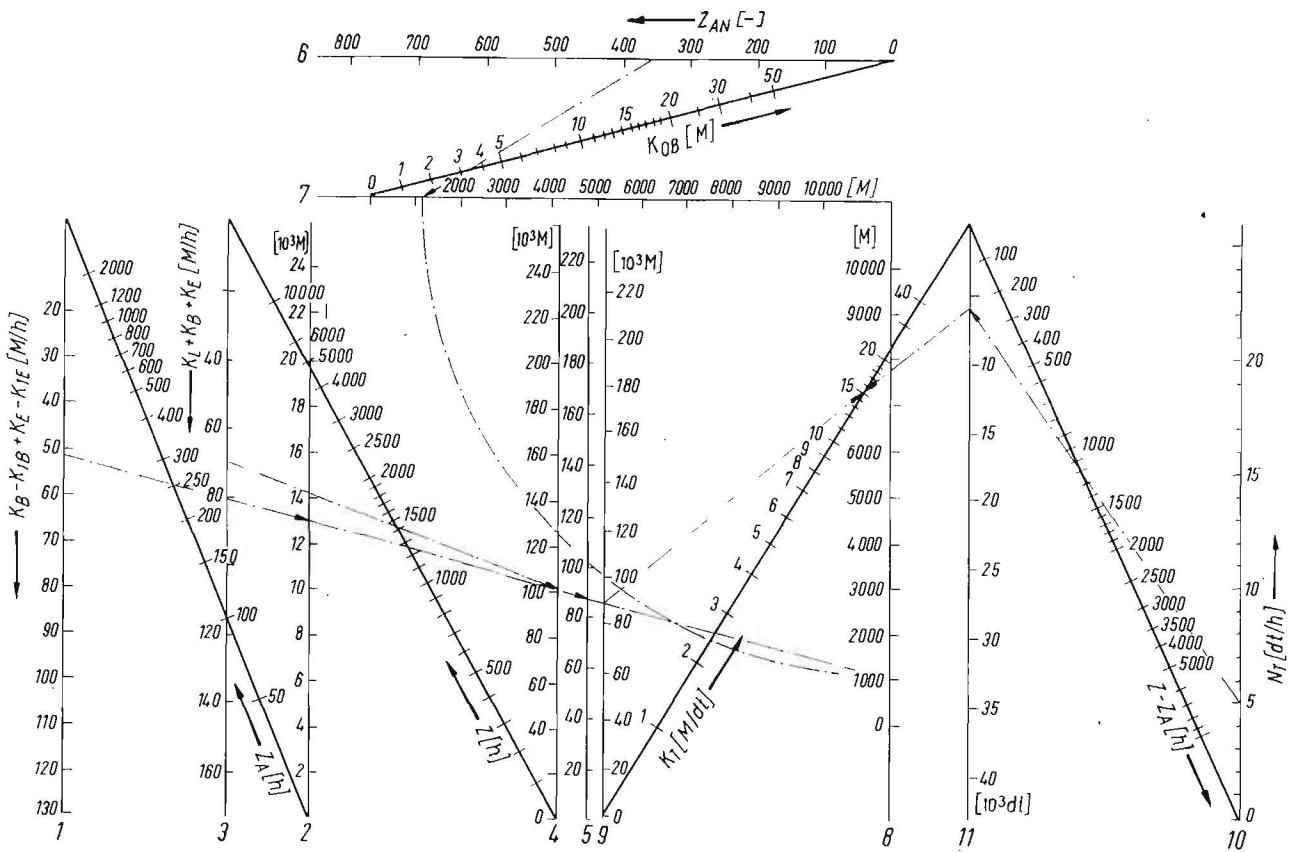


Bild 1. Nomogramm zur Ermittlung der direkten Trocknungskosten. Hinweise zur Benutzung:

1. Zwischen dem Funktionswert $(K_B - K_{IB} + K_E - K_{IE})$ auf der Leiter 1 und dem Wert der Unterbrechungsdauer z_A [h] wird eine Verbindungsgerade bis zur Leiter 2 gezogen.
2. Zwischen dem Summenwert auf Leiter 3 und dem Wert der Betriebsstundenanzahl z_A [h] wird eine Verbindungsgerade bis zur Leiter 4 gezogen.
3. Die auf den Leitern 2 und 4 gewonnenen Punkte werden miteinander verbunden und liefern einen Wert auf der Leiter 5.

4. Die Verbindungsgerade zwischen dem ermittelten Punkt auf Leiter 5 und dem Wert auf der Leiter 8, der mit Hilfe der Funktionsleitern 6 und 7 gewonnen wurde, schneidet die Leiter 9.
5. Der Schnittpunkt auf Leiter 9 wird mit dem ermittelten Wert auf der Leiter 11 verbunden. Die Verbindungsgerade liefert mit der diagonal liegenden Trocknungskostenfunktionsgeraden einen Schnittpunkt, der den Betrag der direkten Trocknungskosten darstellt.

Im eingezeichneten Beispiel sind:

$$K_B - K_{IB} + K_E - K_{IE} = 52 \text{ M/h}; K_L + K_B + K_E = 69 \text{ M/h}; z_A = 250 \text{ h}; z_{An} = 350; K_{OB} = 3 \text{ M}; N_T = 4,95 \text{ dt/h}; K_T = 15 \text{ M/dt}$$

k Faktor, der berücksichtigt, daß die wärmespeichernden Bauteile eine gegenüber den Rauchgasen verminderte Temperatur annehmen

M_L Luftstrom, der die Brennkammer passiert, in kg/s

c_p spezifische Wärme der Luft in kcal/kg °C

K Wärmedurchgangszahl in kcal/s °C m²

A wärmeabführende Fläche in m²

Die Temperatur t_{\max} wird nach einer Zeit von $3T$ erreicht. Das gleiche gilt für die Abkühlung der Anlage. Daraus könnte abgeleitet werden, daß für die Inbetriebnahme ein möglichst kleiner Wert der thermischen Zeitkonstanten am wirtschaftlichsten wäre. Aus Gleichung (3) ist ersichtlich daß die Wärmeverluste (hier ausgedrückt durch $K \cdot A$) die Größe der thermischen Zeitkonstanten beeinflussen. Aus den Werten $T = 623$ min für eine Ölf Feuerungsanlage (Büttner Trockner Groß Lüsewitz) und $T = 160$ min für eine Wanderrostkohlefeuerungsanlage, die bei einem Betriebsluftstrom $M_L = 0$ ermittelt wurden, kann geschlossen werden, daß die Wärmeverluste bei der Kohlefeuerungsanlage gegenüber der Ölf Feuerungsanlage ein Verhältnis von $\approx 5:1$ haben. Für den Vorgang der Inbetriebnahme ist das gleichbedeutend mit einem um 30% höheren Heizenergiebedarf bei Kohlefeuerungsanlagen als bei Ölf Feuerungsanlagen.

Während einer kurzzeitigen Unterbrechung wird bei Ölf Feuerungsanlagen kein Brennstoff verbraucht. Bei Kohlefeuerungsanlagen dagegen wird in dieser Zeit auch weiterhin Brennstoff zugeführt, um die aufwendigen Arbeiten, die beim Zünden der Kohle notwendig sind, zu umgehen.

Der Elektroenergieverbrauch wird ebenso wie der Brennstoffverbrauch durch die aussetzende Betriebsweise erhöht. Bei kurzzeitigen Unterbrechungen können bestimmte Aggregate nicht abgeschaltet werden, bei Inbetriebnahme der Anlagen nach Unterbrechungen wird während des stufenweisen Inbetriebsetzens zusätzlich Elektroenergie verbraucht und beim völligen Stillsetzen der Anlagen entsteht durch das notwendige Leerfahren der Trommel ein zusätzlicher Aufwand.

3. Trocknungskosten bei aussetzender Betriebsweise

Zieht man nur die direkten Kostenkomponenten (Löhne, Brennstoff- und Elektroenergiekosten) in Betracht, errechnen sich die Trocknungskosten je dt Trockengut bei aussetzender Betriebsweise nach der Gleichung:

$$K_T = \frac{(z - z_A) \cdot (K_B + K_E) + z K_L + z_A (K_{IB} + K_{IE}) + z_{An} (K_{OB} + K_{OE})}{(z - z_A) N_T - z_{An} \cdot N_M} \text{ [M/dt]} \quad (4)$$

Hierbei bedeuten:

z	Betriebszeit in h
z_A	Betriebsunterbrechungen in h
z_{An}	Anzahl der Betriebsunterbrechungen
K_T	direkte Trocknungskosten je dt Trockengut in M/dt
K_L	Lohnkosten in M/h
K_B	Brennstoffkosten je Trocknungsstunde in M/h
K_E	Elektroenergiekosten je Trocknungsstunde in M/h
K_{1B}	Brennstoffkosten je Stunde bei Betriebsunterbrechung in M/h
K_{1E}	Elektroenergiekosten je Stunde bei Betriebsunterbrechung in M/h
K_{0B}	Brennstoffkosten bei Inbetriebnahme der Anlage in M
K_{0E}	Elektroenergiekosten bei Inbetriebnahme der Anlage in M
N_T	Trockengutausstoß in dt/h
N_M	gegenüber dem Dauerbetrieb geminderter Trockengutausstoß bei Inbetriebnahme der Anlage in dt

Die Dauer z_A [h] einer Betriebsunterbrechung wird vom Zeitpunkt der letzten Grüngutzufuhr bis zu dem Zeitpunkt des Beginns der ersten Grüngutzufuhr nach der Unterbrechung gerechnet.

Eine schnelle Bestimmung der direkten Trocknungskosten ist mit Hilfe des Nomogramms, dargestellt in Bild 1, möglich. Die Elektroenergiekosten K_{0E} und der gegenüber dem Dauerbetrieb geminderte Trockengutausstoß N_M , der bei Inbetriebnahme nach Unterbrechungen entsteht, wurden zur Vereinfachung bei der Aufstellung des Nomogramms nicht berücksichtigt. Ihr Einfluß auf die Höhe der direkten Trocknungskosten K_T ist gering.

Der Einfluß der aussetzenden Betriebsweise auf die direkten Trocknungskosten K_T ist bei Anlagen mit Kohlefeuerung höher als bei Anlagen mit Ölfeuerung.

So entstehen beispielsweise bei Wanderrostfeuerungsanlagen während der Stillstandszeit zusätzlich Brennstoffkosten, die bei Unterbrechungen an Ölfeuerungsanlagen nicht vorhanden sind. In Tafel 1 ist das Ergebnis eines Variantenvergleichs ausgewiesen.

Tafel 1. Vergleich der direkten Trocknungskosten bei Öl- bzw. BB-Einsatz im Dauerbetrieb und im aussetzenden Betrieb

		Trommel-trockner mit Kohlefeuerung	Trommel-trockner mit Ölfeuerung
Betriebsstunden z	h	2000	2000
Betriebsunterbrechungen z_A	h	300	300
Anzahl der Betriebsunterbrechungen z_{An}		300	300
Elektroenergiekosten K_E	M/h	6,75	6,75
Lohnkosten K_L	M/h	19,00	16,00
Brennstoffkosten bei 5000 kg/h Wasserverdampfung K_B	M/h	71,50	87,50
Brennstoffkosten bei Betriebsunterbrechung K_{1B}	M/h	16,40	—
Brennstoffkosten bei Inbetriebnahme der Anlage K_{0B}	M	2,50	2,60
Elektroenergiekosten während der Betriebsunterbrechung K_{1E}	M/h	1,00	1,00
Trockengutausstoß N_T	dt/h	10	10
Trocknungskosten K_T im Dauerbetrieb	M/dt	9,50	10,60
im aussetzenden Betrieb	M/dt	10,20	11,00

Die Mehrkosten, die durch den aussetzenden Betrieb gegenüber dem Dauerbetrieb entstehen, betragen bei diesem Variantenvergleich und dem angegebenen Zeitraum bei einer Anlage mit Kohlefeuerung 11900 M und bei einer Anlage mit Ölfeuerung 6800 M. Der Variantenvergleich verdeutlicht darüber hinaus, daß die Trocknungskosten bei Einsatz von Öl als Heizenergieträger unter den Bedingungen des aussetzenden Betriebes gegenüber den Trocknungskosten beim BB-Einsatz wesentlich geringer ansteigen.

4. Schlußfolgerungen

Durch den aussetzenden Betrieb werden die direkten Trocknungskosten je dt Trockengut bei Anlagen mit Kohlefeuerung um 8 % bis 9 % erhöht, bei Trocknungsanlagen mit Ölfeuerung beträgt der Mehraufwand dagegen nur 3 % bis 4 %. Ziel eines jeden Trocknungsbetriebs sollte es sein, die Betriebsunterbrechungen auf ein Minimum zu beschränken. So kann beispielsweise durch die Anschaffung eines zweiten Scheibenradhäckslers die Stillstandszeit zum Wechseln der Messer vermieden werden. Die Rückflußdauer der Investition eines zweiten Häckslers liegt noch innerhalb eines Jahres.

A 7536

Welksilagebereitung in Horizontalsilos

1. Aufgabenstellung

Die Silierung von Welkgut mit 30 bis 50 % Trockenmassegehalt ist eine wichtige Voraussetzung, um aus eiweißreichen Futterpflanzen hochwertige Silage zu bereiten, die Nährstoffkonzentration der Silage sowie die Verzehraleistung der Tiere zu erhöhen und die Konservierungsverluste zu senken. In den kommenden Jahren ist eine kontinuierliche Zunahme der Welksilagebereitung auf Kosten der Frischsilage- und der Heubereitung anzustreben. Im Interesse einer umfassenden Verbesserung der Verfahren zur Grundfuttergewinnung darf die Ausdehnung dieses Konservierungsverfahrens nicht auf die Betriebe beschränkt werden, die Hochsilos bewirtschaften und Exakthäcksler einsetzen können. Es kommt darauf an, insbesondere den Betrieben auf grünlandreichen Standorten die Möglichkeiten zu schaffen, ohne umfangreiche Investitionen und mit der vorhandenen Technik Welksilage zu bereiten.

* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim (Direktor: Obering. O. BOSTELMANN)

Dr. M. MÜLLER* / Dipl.-Landw. G. WÜNSCHE* / E. GOLZ*

2. Welksilagebereitung und Häcksellängen

Für die mechanisierte Futterernte und Fütterung gewinnt gleichmäßig kurzes Häckselgut ständig an Bedeutung, weil es günstige Voraussetzungen für eine gute Silierung schafft und z. Z. für die mechanisierte Entnahme aus Hoch- oder Horizontalsilos mit Silofräsen unbedingt erforderlich ist. Kurzer Exakthäcksler kann nur mit beträchtlichem Maschinen- und Energieaufwand und mit höheren Kosten hergestellt werden. Exakthäcksler ist deshalb nur dann vertretbar, wenn die verbesserten Schüttguteigenschaften des Materials durch vollmechanisierte Einlagerungs-, Entnahme- und Fütterungsverfahren genutzt werden können. Das ist in modernen Großanlagen mit Hoch- oder Horizontalsilos der Fall.

Gegenwärtig wird in vielen Betrieben die Silage noch in herkömmlichen Horizontal- oder in Behelfsilos bereitet, aus denen sie mit diskontinuierlich arbeitenden Maschinen, wie Frontladern und Kranen entnommen und durch Arbeitskräfte vom Anhänger oder durch Futterverteilungswagen