

Zuordnung eines Fütterungssystems zu jedem Melkkreislauf.

Der Grenzwert für den Anteil nachzufütternder Tiere liegt bei 46%; das entspricht etwa 138 Laktationstagen. Höhere Anforderungen, z. B. 3 Teilgaben je Mahlzeit, führen zur deutlichen Reduzierung der jeweils zu versorgenden Tierbestände.

Das Betreiben der Fütterungsanlagen im Grenzleistungsbereich erfordert zur Erzielung eines stabilen Betriebsablaufs die Berücksichtigung der Zuverlässigkeit und die Sicherung einer hohen Verfügbarkeit.

Die untersuchten Verteileinrichtungen werden für den Einsatz in Milchproduktionsanlagen mit 2 000 und mehr Tierplätzen wie folgt beurteilt:

- Durch die hohe technologische Eignung, einfache Betriebsform und ökonomische Wertigkeit muß der längsverfahrbare Gurtbandförderer bevorzugt werden. Die gegenwärtig realisierbare maximale Länge der Verteileinrichtung von rd. 60 m und die erforderliche Gutzuführung in Stallmittelachse können jedoch den Einsatzbereich einschränken.
- Der Einsatz des obenliegenden Gurtbandförderers mit Abstreicher ist berechtigt, wenn die Krippen mehr als 60 m lang sein müssen oder die Gutzuführung in Stallmittelachse nicht möglich ist.
- Trotz der ausgewiesenen ökonomischen Vorteile muß der längsverfahrbare Behälterförderer abgelehnt werden.
- Der Einsatz des querverfahrbaren Behälterförderers ist an bestimmte, gegenwärtig nicht allgemein angewendete Lie-

geboxenanordnungen gebunden. Wegen seiner deutlichen ökonomischen Vorteile ist der Einsatz berechtigt, wenn Anlagenkonzeptionen auf der Grundlage geeigneter Liegeboxenanordnungen in ihrer Gesamtheit ökonomische Vorteile aufweisen.

Wegen der erforderlichen Verringerung der Nebenarbeitszeiten müssen zwischen Zentralförderer und Verteileinrichtungen Übergabe-einrichtungen, die den Wechsel von Krippe zu Krippe in einer minimalen Zeit ermöglichen, eingesetzt werden. Am geeignetsten erscheinen stationäre Abstreicher.

Der Vergleich von Synchron- und Asynchronfütterung zeigt, daß mit wachsender Auslastung des Fütterungssystems, d. h. Annäherung an die Maximalkapazität, keine Zeiteinsparungen durch Anwendung der Asynchronfütterung eintreten.

Die weitere Erhöhung der durch die Verteileinrichtungen zu versorgenden Tierbestände bedingt die Kompaktierung der Futtermittel sowie die konstruktive Weiterentwicklung der Elemente.

Die vorgestellten Betrachtungen und Ergebnisse zeigen die Bedingungen vor allem zur Durchsetzung der Synchronfütterung und der einmaligen Nachfütterung je Mahlzeit als eine wesentliche Möglichkeit zur Verbesserung des Fütterungsablaufs in Milchproduktionsanlagen.

Literatur

- [1] Thurm, R.: Anforderungen an die Verfahrgestaltung bei der Rinderfütterung. *agrartechnik* 28 (1978) H. 9, S. 409—410.

- [2] Jacobi, U.: Untersuchungen zur Gestaltung von Fütterungseinrichtungen für Milchproduktionsanlagen mit mehr als 2 000 Tierplätzen. TU Dresden, Dissertation 1977.
- [3] Kaiser, R.; Lippitz, O.: Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen im Boxenlaufstall bei unterschiedlichem Tier-Freßplatz-Verhältnis und ständig freiem Zugang zur reduzierten Krippe. *Tierzucht* 28 (1974) H. 4, S. 187—189.
- [4] Autorenkollektiv: Studie „Milchviehanlagen mit hohen Tierkonzentrationen...“. IfM Potsdam-Bornim, Abschlußbericht 1974 (unveröffentlicht).
- [5] Stojan, D.; Stojan, H.: Mathematische Methoden in der Operationsforschung — Fördertechnik. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1971.
- [6] Rechenprogramm „BERI“. IfM Potsdam-Bornim 1976. A 2229

1) Das vorliegende Thema wurde vom Autor an der TU Dresden, Sektion Krafifahrzeug-, Land- und Fördertechnik, bearbeitet

Verfahren der Trockengrobfutterproduktion

Prof. Dr. sc. F. Berg, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

Die Entwicklung und Vervollkommnung von modernen, effektiven Produktionsverfahren zur Bereitstellung von Futter in hoher Qualität ist von weittragender Bedeutung, da etwa 70% aller pflanzlichen Produkte als Futter in der Tierproduktion eingesetzt werden.

Soweit es die Futterversorgung der Wiederkäuer betrifft, wird bei den Verfahren der Grobfutterproduktion zwischen denen der Frischfutterproduktion, der Silageproduktion und der Produktion von Trockengrobfutter unterschieden.

Ausgehend davon, das Leistungsvermögen der Tiere möglichst voll auszuschöpfen, Rohmilch in hoher Qualität zu gewinnen und die Futterkosten dennoch ökonomisch vertretbar zu gestalten, halten Tierernährer und Technologen die in Tafel 1 dargestellte Grobfutterstruktur für erforderlich.

Danach nehmen die Verfahren der Trockengrobfutterproduktion im Vergleich zu Frischfutter und Silagen einen geringeren Umfang ein. Gerade auf diesem Gebiet der Verfahrensentwicklung hat sich in den letzten Jahren eine revolutionäre Änderung vollzogen.

Noch vor 2 bis 3 Jahrzehnten wurden über 90% des Trockengrobfutterbedarfs der Wiederkäuer aus Heu abgedeckt. Die Heuproduktion hat

heute jedoch eine weniger markante Bedeutung; an ihre Stelle sind die Verfahren der Heißlufttrocknung von Futterpflanzen und die Verfahren der Aufbereitung von Stroh zu Futter getreten.

Die Umgestaltung der Produktion wird, soweit es die Heißlufttrocknung betrifft, vor allem mit den Vorzügen der industriemäßigen Futtermittelkonservierung begründet: kein Witterungsrisiko, geringe Konservierungsverluste, Bereitstellung großer, in der Qualität einheitlich guter Futterpartien, kontinuierliche Produktion, Variabilität in der Trocknungsstruktur, dadurch gute Substitutionsmöglichkeiten in der Fütterung der Tiere u. v. a. m.

Die Verfahren der Aufbereitung von Stroh zu Futter wurden vor allem deshalb entwickelt und werden zügig vervollkommen, weil man mit ihnen eine große latente Futterreserve nutzbringend erschließen kann, weil die naturwissenschaftlichen Forschungsergebnisse zur Futterwertverbesserung von Stroh verfahrenstechnisch lösbar sind und weil die Ver-

fahren der Aufbereitung von Stroh zu Futter einen bedeutend geringeren Brennstoff- und Elektroenergieaufwand benötigen als die Heißlufttrocknung.

Beide Futtermittel, Trockengrünung und Stroh, werden jedoch benötigt. Sie lassen sich aus mehreren Gründen nicht gegenseitig ersetzen. Deshalb sind auch weiterhin Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für beide Verfahren erforderlich.

Verfahren der Heißlufttrocknung

Das Prinzip der Heißlufttrocknung besteht darin, den Pflanzen mit Hilfe von vorgewärmter Luft schonend das Vegetationswasser bis auf eine Restfeuchte von etwa 10% zu entziehen. Damit werden die biologischen Prozesse in den Pflanzenzellen unterbrochen, und die Verdaulichkeit der Nährstoffe bleibt auch bei längerer Lagerung des Futters weitgehend erhalten.

Die Gesamtökonomik des Verfahrens wird vor allem vom spezifischen Brennstoffenergieaufwand für die Wasserverdampfung, von der Auslastung der Anlage innerhalb eines Jahres und von der Trocknungswürdigkeit des angelieferten Futters bestimmt.

Tafel 1. Energieanteile aus Grobfutter

Frischfutter	38%
Silagen	42%
Trockengrobfutter	20%

— Brennstoffenergieaufwand

Da die Brennstoffkosten mit etwa 40% das Gesamtverfahren belasten, gebührt allen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Senkung des spezifischen Energiebedarfs der Vorrang. Grundsätzlich ist jeder Trockner so auszulegen, daß man dem physikalischen Grundwert von 2688 kJ/kg Wasserverdampfung möglichst nahekommt. Optimierte Feuerleistung, Nutzung der Abwärme, sachgerechte Trommleinbauten, Verhinderung von Falschluftritt usw. sind hierfür gleichrangige Kriterien, wie sorgfältige Frischgutaufbereitung und sachgerechte Trocknerführung. Die in Tafel 2 zusammengestellten Zahlen zeigen den erreichten Stand.

— Auslastungsgrad

Der Auslastungsgrad der einsetzbaren Trocknungskapazität wird weitgehend von der Erzeugnisstruktur bestimmt. Mehrzwecktrockner bilden unter den Produktionsbedingungen der DDR die beste Gewähr für eine hohe Auslastung. Grünfütterpflanzen, Ganzpflanzen, vorwiegend aus Körnermais, Hackfrüchte und in regenreichen Sommermonaten auch Getreidekörner bilden die Haupttrocknungskulturen. Eine ganzjährige Auslastung der Anlagen, die jährlich 7000 und mehr effektive Betriebsstunden (EBh) zum Ziel hat, wird erreicht, wenn man in der trocknungsfreien Zeit die Hauptmechanisierungsmittel der Trockenwerke, wie Annahme-, Förder- und Dosieraggregate sowie Hammermühlen und Pelletierpressen, zur Strohaufbereitung nutzt (Tafel 3).

— Trocknungswürdigkeit

Stärker als bisher ist von seiten der Pflanzenproduktion auf die Bereitstellung von Futtermitteln hoher Trocknungswürdigkeit zu orientieren. Die in Tafel 4 dargestellten Zahlen zeigen, daß unter Verwendung von gleichem Pflanzenmaterial unterschiedlicher Qualität die Leistung eines Trockners — gemessen an der konservierten Futterenergie und Futtermittelmenge — je Zeiteinheit beträchtlich differieren kann.

Gelingt es, vorwiegend angewelktes, energie- und eiweißreiches Grünfütter zu trocknen und die Anlage jährlich mit etwa 7000 EBh auszulasten, dann sind der Investitionsaufwand und die Produktions-

Tafel 2. Spezifischer Wärmebedarf in landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen (Trocknertyp UT 66; Kohle)

Gutart	TS-Gehalt %	spezif. Wärmebedarf kJ/kg H ₂ O
Grünfütter	22	3870
Getreideganzpflanzen	39	4810
Hackfrüchte	18	3980
Körner	77	5020

Tafel 3. Anzustrebende Erzeugnisstruktur in Trockenwerken

	effektive jährliche Betriebsdauer EBh/a
Grünfütter	2400
Ganzpflanzen	700
Hackfrüchte	1300
Körnertrocknung	200
Strohaufbereitung	2400
insgesamt	7000

Tafel 4. Trocknerleistung in Abhängigkeit von der Trocknungswürdigkeit

	getrocknet im Blatt-schoß-stadium	getrocknet in der Blüte
Weidelgras		
kEFr/kg TS	580	410
g vRP/kg TS	160	60
Trockengutproduktion UT 67		
Trockengrün		
t/h	2,4 ± 100	2,4 ± 100
kEFr/h	1253 ± 100	929 ± 73
kg vRP/h	346 ± 100	130 ± 37

kosten für Trockengrün nicht höher als bei der Heuproduktion (Tafel 5).

Trotz dieses günstigen Ergebnisses wird die Heißlufttrocknung die Heuproduktion nicht völlig verdrängen. Der Umfang der Heißlufttrocknung wird von den volkswirtschaftlichen Möglichkeiten der Bereitstellung von Brennstoffenergie begrenzt.

Tafel 5. Vergleich wichtiger Kennziffern der Trockengrün- mit der Heuproduktion

		Trockengrün	Heu
Investitionsaufwand	M/t TS	380	453
	M/kEFr	0,75	0,96
Produktions-selbstkosten	M/t TS	319	340
	M/kEFr	0,63	0,72
Arbeitsproduktivität	AKh/t TS	8,30	6,20
	AKh/kEFr	0,016	0,013

Verfahren der Aufbereitung von Stroh zu Futter

Die Verfahren der Aufbereitung von Stroh zu Futter sollen erstens eine höhere Futteraufnahme und zweitens eine Futterwertverbesserung gegenüber Rohstroh gewährleisten. Die Verfahrensentwicklung verfolgt dabei das Ziel, möglichst beide Vorteile in einer Verfahrenslinie zu realisieren.

Ausgehend von den biowissenschaftlichen Vorgaben der Tierernährung, der volkswirtschaftlichen Forderung, Stroh umfassend als Futter zu nutzen, und der Notwendigkeit, Stroh kostengünstig in der Fütterung einzusetzen, wurden bisher drei Verfahrenslinien der Strohaufbereitung entwickelt und erprobt:

- Kompaktieren von Strohfuttermischungen
 - Pelletieren (in Kombination mit dem Aufschluß von Stroh mit Hilfe von NaOH bzw. NH₃)
 - Brikettieren
- Herstellung nicht kompakter Strohfuttermischungen
 - lose Stroh-Konzentrat-Gemische
 - lose Stroh-Silage-Gemische
 - gemeinsame Silierung von Stroh mit Zuckerrübenblatt
- Feuchtaufschluß von Stroh mit Hilfe von NaOH.

Obwohl noch keines der entwickelten Verfahren so ausgereift ist, daß es allen agrotechnischen Forderungen voll entspricht, und es demzufolge noch eine Reihe technischer und technologischer Defekte gibt, wird die Trockengrobfutterbereitstellung zu etwa 40 bis 50% mit diesen Verfahren derzeit abgesichert.

Für die Pelletierung von Strohfuttermischungen hat der VEB Kombinat Fortschritt die Anlage GFA 600 entwickelt. Sie wird gegenwärtig von Instituten der AdL erprobt (Bilder 1 und 2).

Bild 1. Gekühlte Pellets werden über das Austragband an Transportfahrzeuge übergeben

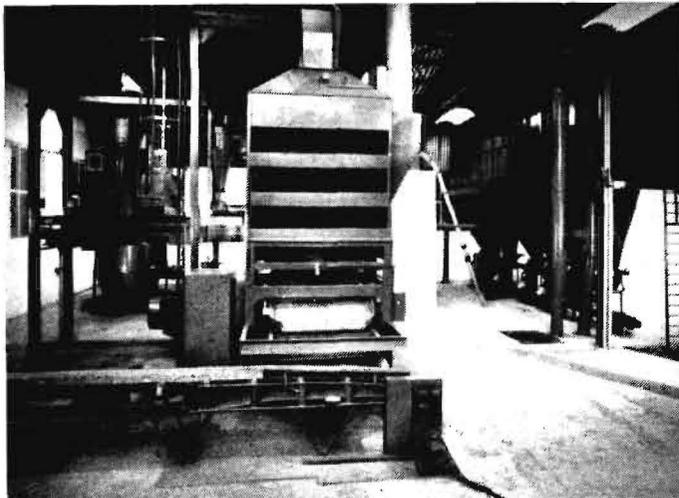
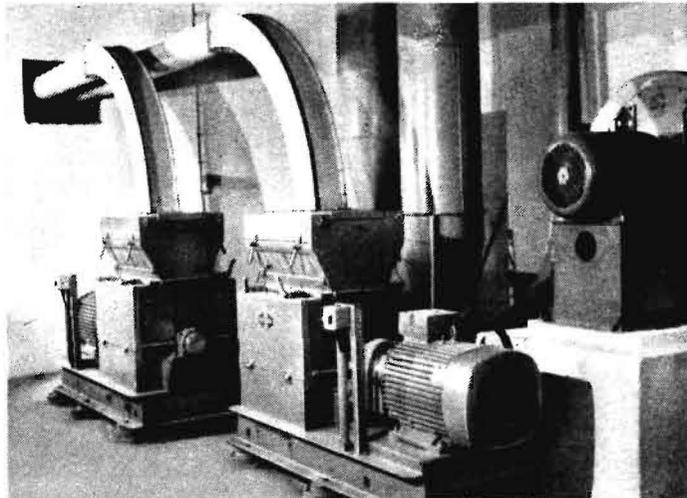


Bild 2. Hammermühlen (mit 8- bis 12-mm-Rundlochsieben) zur Zerkleinerung des Stroh



Die Kapazität der Anlage ist so ausgelegt, daß unabhängig von den Anteilen der Zuschlagstoffe jährlich mindestens 12 000 t Stroh zu verarbeiten sind (Tafel 6). Durch die Verarbeitung von Getreide wird gleichzeitig die Mischfutterindustrie bei der Herstellung von Rindermischfutter entlastet. Das bedeutet für die Mischfutterindustrie eine höhere Produktion von Mischfutter für Schweine und Geflügel.

Das Verfahren zur Herstellung nicht kompakter Strohfuttermischungen kann unter besonderen territorialen und betrieblichen Gegebenheiten Bedeutung erlangen. Voraussetzung ist allerdings, daß dieses Verfahren den chemischen Strohaufschluß gewährleistet. Forschungsseitig wird an diesem Verfahren vor allem deshalb gearbeitet, um Stroh mit einem geringeren Aufwand an Elektroenergie, mit weniger Mechanisierungsmitteln und somit mit geringeren Kosten aufbereiten zu können. Bis vor kurzem konnte die Frage nach der Futteraufnahme beim Einsatz nicht kompakter Strohfuttermischungen kaum zufriedenstellend beantwortet werden. Erste Futteraufnahmeversuche haben bestätigt, daß man 10 bis 15% der Futterenergie in der Ration, wahrscheinlich auch mehr, über nicht verpreßtes Stroh bei Einhaltung der Futterbedarfsnormen auch an Tiere mit hoher Leistung verfüttern kann. Ohne das Verfahren im Detail darstellen zu wollen, sei darauf hingewiesen, daß noch umfassende Untersuchungen notwendig sind, ehe es in die Praxis eingeführt werden kann. Die Schwachstellen liegen jedoch weniger im technischen als vielmehr im betriebswirtschaftlichen Bereich. Die dritte Verfahrenslinie ist der Strohaufschluß mit Hilfe von Natronlauge (NaOH).

Tafel 6. Kapazität der Pelletieranlage GFA 600

Strohanteil %	Strohmenge kt/a	Pelletproduktion kt/a
40	12	30
50	12	24
60	12	20
70	12	17
80	12	15

Tafel 7. Aufwendungen der Alkalisierung und Neutralisation von Stroh mit Hilfe von NaOH

Investitionen/Anlage	100 000 M
Verfahrenskosten	75,00...95,00 M/t Stroh
Arbeitsproduktivität	1,0...1,2 AKh/t Stroh

Dieser Feuchtaufschluß wird gegliedert in die Prozeßabschnitte Alkalisierung und Neutralisation.

Der Aufschluß, d. h. das Lockern bzw. Lösen der Ligninverbände, wird erreicht, indem 50 kg 10%ige NaOH auf 100 kg Rohstoff intensiv einwirken. Je homogener die Natronlauge auf das Stroh appliziert wird, je geringer die Tropfverluste dabei sind und je gleichmäßiger sich das Stroh erwärmt, desto höher ist der Aufschlußeffekt.

Für die Alkalisierung werden herkömmliche Mechanisierungsmittel eingesetzt. Für die Neutralisation kommen mehrere Varianten in Betracht. Die gemeinsame Einlagerung mit Silomais hat sich bewährt. An der alleinigen silierartigen Einlagerung wird derzeit gearbeitet.

tet. Auch kann alkalisierendes Stroh durch Silagen in Futtermisch- und -dosierwagen neutralisiert werden.

Das Verfahren des Feuchtaufschlusses von Stroh mit NaOH zeichnet sich deshalb durch geringen Investitionsaufwand, vertretbare Kosten und hohe Arbeitsproduktivität aus (Tafel 7).

Der Anwendungsbereich sind aus der Sicht der Tierernährung bestimmte Grenzen gesetzt.

Zusammenfassung

Etwa 20% des Grobfutterenergiebedarfs der Wiederkäuer sind mit Verfahren der Trockengrobfutterproduktion bereitzustellen. Etwa ein Viertel dieser Grobfuttermenge sollte über die Verfahren der Heißlufttrocknung, zu etwa 50% über die Verfahren der Strohaufbereitung erfolgen. Der Rest wird Heu sein. Es werden hierfür die Verfahren technologisch charakterisiert und ökonomisch bewertet. Zur Lösung technischer und technologischer Defekte sind für jedes Verfahren noch umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich. A 2239

Neue Zusatzgeräte für Hoch- und Horizontalsiloanlagen

Ing. H. Scherer, VEB Landtechnische Industrieanlagen Nauen

Der VEB Landtechnische Industrieanlagen Nauen stellt den Betreibern von Hoch- und Horizontalsiloanlagen folgende neue Zusatzgeräte zur Verfügung:

- Schnelltrockner H 410
- Transportgerät in den Varianten H 710/0, H 710/1 und H 710/2 für Kettenförderer H 541 und FK 42
- Schiebegabel für den Traktor ZT 303.

In diesem Beitrag sollen die Einsatzcharakteristiken dieser Geräte kurz vorgestellt werden.

1. Schnelltrockner H 410

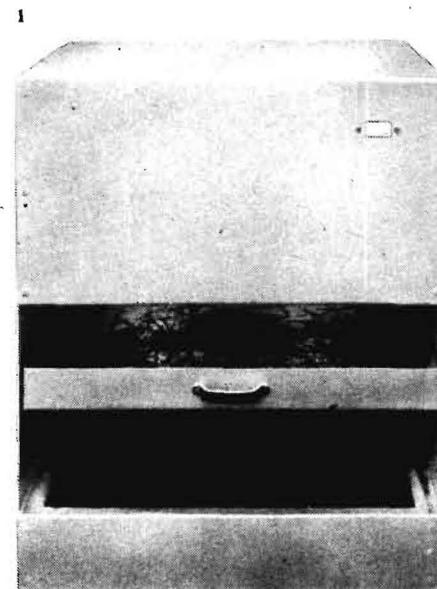
Der Schnelltrockner H 410 (Bild 1) dient zur Trocknung von Futterproben in der Landwirtschaft, wie z. B. für die

- Kontrolle des TS-Gehalts bei der Silobeschickung
- tägliche Erfassung des TS-Gehalts bei der Fütterung
- Bestimmung des TS-Gehalts zur Verrechnung des Futters
- Vorbereitungstrocknung von Futterproben für Futteranalysen.

In Verbindung mit einer Wägeeinrichtung (bis 1 kg belastbar) können kurzfristig Bestimmungen des TS-Gehalts vorgenommen werden. Die Beheizung des Geräts erfolgt über Infrarotstrahler mit einer Leistungsaufnahme von 680/2 000 W. Tafel 1 enthält die Trockendauer für verschiedene Futterarten.

Vorteil:

Der Hochsilobetreiber kann aufgrund der exakten Bestimmung des TS-Gehalts die Qualität und die Einhaltung der geforderten Parameter des angewelkten Häckselgutes kontrollieren.



2. Transportgerät für Kettenförderer

Das Transportgerät für Kettenförderer (Bild 2) ist in 3 Varianten für das Umsetzen der Kettenförderer-Schrägteile einsetzbar, und zwar

- H 710/0 für H 541
- H 710/1 für FK 42
- H 710/2 für H 541 und FK 42.

Diese Kettenförderer finden Anwendung in den Hochsilosanlagen HS 09 R und HS 091.

Das mitgelieferte Gehänge wird am Schrägteil angeschlagen. Das Ausheben erfolgt mit Hilfe einer Handwinde. Mit diesem Gerät ist ein

Tafel 1. Trockendauer verschiedener Futterarten im Schnelltrockner H 410

Futterart	Trockendauer Schnell-trocknung min	Vorbereitungstrocknung min
Gras, Roggen, Luzerne, Klee	30	120
Silagen aus den genannten Futterarten	30	120
Rübenblatt, Mais zerkleinert, Silagen daraus	≈ 45	180