

Die Verfahrenskosten für die Anwendung von Natronlauge belaufen sich auf rd. 14,— M/t Stroh, wovon auf die Materialkosten für NaOH rd. 9,— M, auf den Transport und die Lagerung von NaOH rd. 4,— M und auf die Zusatzausrüstung und die Umrüstung der Pelletieranlage rd. 1,— M/t Stroh entfallen (s. Tafel 1). Die Anwendung von Natronlauge erhöht zwar die Verfahrenskosten je Produktionsstunde, die Produktionskosten je t Pellets steigen jedoch vor allem infolge des nachgewiesenen höheren Durchsatzes nicht an. Bezieht man die Verfahrenskosten auf die zusätzlich gewonnene Energiekonzentration von 45 EF<sub>1</sub>/kg TS (Stroh) [1], dann ergeben sich 0,40 M/kEF<sub>1</sub>. Die technologischen Vorteile sind aber so groß, daß die

zusätzlich gewonnene Futterenergie und die damit verbundene Konzentratfuttersparung umsonst der Tierproduktion zugute kommen. Die Richtigkeit dieser grundlegenden ökonomischen Aussage wird nicht zuletzt dadurch bewiesen, daß die Pelletierbetriebe unabhängig davon, ob sie mit oder ohne NaOH-Zusatz pelletieren, die Pellets zu gleichen Preisen verkaufen.

#### 4. Zusammenfassung

Die weitere Erhöhung des Stroeinsatzes in der Wiederkäuerfütterung ist aus volkswirtschaftlicher und futterwirtschaftlicher Sicht bedeutungsvoll. Zum Verfahren „Pelletieren“ werden die anteiligen Aufwendungen in den Ar-

beitsgängen bzw. Verfahrensabschnitten dargestellt und daraus Schwerpunkte für die weitere Rationalisierung abgeleitet sowie Hinweise gegeben. Die Anwendung von Natronlauge bei der Pelletierung ist technologisch gelöst. Die technologischen Vorteile und die Ökonomie der Anwendung von Natronlauge rechtfertigen den Aufbau von Zwischenlager- und Applikationseinrichtungen in nahezu allen Trocknungs- und Pelletieranlagen.

#### Literatur

[1] Autorenkollektiv: Empfehlungen zur Strohpelletierung mit Natronlauge. Markkleeberg: agrabuch 1978. A 3033

## Mechanisierungsvarianten für die konservierende Lagerung von Feuchtstroh

Dr.-Ing. C. Fühl, KDT/Dr. agr. A. Klug, KDT/Dipl.-Landw. G. Wartenberg  
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

### 1. Problemstellung

Der Einsatz von Getreidestroh in der Rinderfütterung hat nach wie vor große Bedeutung für eine stabile Versorgung der Tierbestände und für die Einsparung an Konzentraten. Bei der Strohaufbereitung liegen die Schwerpunkte nach den Erfahrungen der letzten Jahre vor allem in der Senkung der Verluste, in der Erhöhung der Strohqualität und im Reduzieren der Aufwandskennziffern.

Die Masseverluste während der Mietenlagerung auf dem Feld betragen nach Angaben von Bernhardt [1] gegenwärtig 20 bis 40%. Hinzu kommen Qualitätsverluste durch Pilzbefall, die einen Rückgang in der Verdaulichkeit und damit in der tierischen Leistung bewirken. Außerdem wird dadurch die Tiergesundheit negativ beeinflusst.

Die deutliche Reduzierung der Aufwandskennziffern, besonders des Energieverbrauchs und des Arbeitszeitbedarfs, ist eine Forderung, die dringend verwirklicht werden muß. Daraus leitet sich für die Agrarforschung die Aufgabe ab, in Ergänzung zur Strohkompaktierung ein Verfahren mit besseren Aufwandskennziffern und geringeren Verlusten zu entwickeln. Dies kann durch die konservierende Lagerung von feuchtem Stroh erreicht werden.

Über die naturwissenschaftlichen Grundlagen dieses Verfahrens wurde bereits berichtet [2, 3, 4]. Als Konservierungs- und Aufschlußmittel kommen Natronlauge und Harnstoff zur Anwendung. Eine vorläufige Anwendungsvorschrift zur Durchführung des Verfahrens wurde im Jahr 1980 erarbeitet [5].

Im folgenden sollen Mechanisierungsvarianten für die Feuchtstrolagerung erläutert und erste Ergebnisse über die Effektivität des Gesamtverfahrens von der Ernte bis zur Abgabe an die Tierproduktionsanlage dargestellt werden. Abschließend wird auf noch zu lösende Probleme hingewiesen.

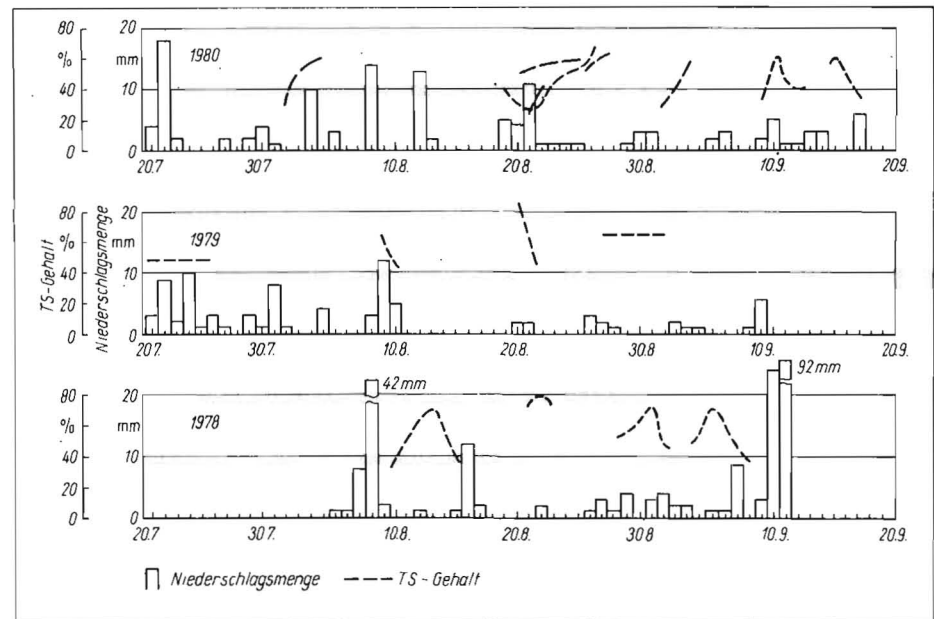


Bild 1. Niederschlagsmenge und TS-Gehalt des Strohs während der Ernte

### 2. Einflüsse auf die Strohbergung und Strohqualität

Nach der Ernte mit dem Mähdescher liegt das Stroh im Schwaden und ist den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Niederschläge wirken auf den Strohschwaden ein. Aufgrund der Arbeitsspitze in der Getreideernte kann oft keine Schwadbearbeitung erfolgen, um die Wasserverdunstung an niederschlagsfreien Tagen zu beschleunigen und das Stroh mit einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) > 80% zu bergen. Nach Untersuchungen von Otto und Klein [6] treten nach 3 Wochen Schwadlagerung etwa 20% Trockensubstanzverluste auf. Die Trockensubstanzverdaulichkeit verringert

sich im gleichen Zeitraum um relativ 15% gegenüber der Ernte am ersten Tag. Zusätzlich treten in der Folge bei der Mietenlagerung erhebliche Qualitätsverluste durch Pilzbefall auf, die erst ab TS-Gehalten  $\geq 84$  bis 85% ausgeschlossen werden können [6].

Nach Auswertung der Niederschläge und des gemessenen TS-Gehalts an den Versuchsorten zur Feuchtstrolagerung in den Jahren 1978 bis 1980 kann im betrachteten Zeitraum von 60 Kalendertagen im Mittel der 3 Jahre an mehr als 50% der Tage kein trockenes Stroh für eine qualitätsgerechte Lagerung geerntet werden (Bild 1). Deshalb ist es von großer Dringlichkeit, für diese Schlechtwettertage ein geeignete

tes Ernte- und Konservierungsverfahren zu konzipieren und in die Praxis zu überführen. Die Ernte von Feuchtstroh auch an Tagen mit Niederschlägen ermöglicht einen schnelleren Ablauf der gesamten Ernte und eine bessere Auslastung des Getreide-Stroh-Erntekomplexes.

Durch die dem Bedarf entsprechende Lagerung des Feuchtstrohs unmittelbar an der Tierproduktionsanlage ergeben sich gegenüber der Strohpelletierung wesentliche Transportersparungen.

### 3. Mechanisierung der Feuchtstrohaufbereitung und -lagerung

#### 3.1. Verfahrensgestaltung

Feuchtstroh kann in gehäckselter Form in Horizontalsilos und in Hochsilos gelagert werden. Nach der Ernte mit dem Feldhäcksler E 280 wird das Gut durch Transporteinheiten ZT 300 mit zwei HW 80 und Schwerhäckselaufbauten antransportiert. Bei der stationären Mechanisierungsvariante erfolgt die Gutannahme durch einen Annahmedosierer. Nach dem Dosiervorgang und der Aufschlußmittelzugabe gelangt das aufgelöste Gut über Bandförderer in die Lagerstätten. Sind keine Dosierer an den Silos vorhanden, erfolgt ein chargenweises Dosieren des Harnstoffs auf jeden einzelnen Anhänger. Im Horizontalsilo wird das Gut durch zwei Traktoren ZT 303 verteilt und verdichtet. Um Harnstoffverluste zu vermeiden, ist der Futterstapel schnell und sorgfältig mit Folie zuzudecken.

#### 3.2. Dosieren der Aufschlußmittel

3.2.1. Dosieren von Natronlauge und Wasser  
Für die Verteilung der Lauge sind Spritzrohre am Grobfutterdosierer angebracht (Bild 2). Zur Lagerung und Dosierung der Natronlauge sind Zwischenlager zu errichten, die eine Bevorratung der Lauge von etwa 10 Tagen ermöglichen. Zweckmäßig ist die Aufstellung von ausgesonderten Tankwagenkesseln der Eisenbahn in Betonauffangwannen (Bild 3). Die Annahme der Lauge erfolgt über eine Kreiselpumpe KRZQ bzw. im freien Fall durch Anordnung des Lagers in Rampennähe des Dosierers. Mit einer hubverstellbaren Kolbenpumpe wird die Lauge gefördert, dosiert und auf die für die Düsen notwendige geodätische Förderhöhe gebracht (Pumpen der Baureihe 2 PAE 64/70/100). Unter Einbeziehung notwendiger Arma-

turen (Saugfilter, Druckmanometer, Sicherheitsventil, saugseitiger Sperrschieber) ist die Verbindung der Förderpumpen mit den Düsenrohren über ortsfeste Stahlrohrleitungen zu realisieren.

Durch das Aufstellen einer Zweizylinderpumpe kann unabhängig vom Förderstrom des Laugepumpenzylinders zusätzlich Wasser zum Verdünnen der Lauge auf eine anwendungstechnisch notwendige Konzentration bzw. darüber hinaus zur Einhaltung eines verfahrenstechnisch notwendigen Feuchtegehalts im Stroh dosiert werden.

Detaillierte Angaben zu den erforderlichen technischen Ausrüstungen wurden bereits in dieser Zeitschrift veröffentlicht [7, 8].

#### 3.2.2. Dosieren von Harnstoff und Wasser

Beim stationären Dosieren des Harnstoffs ist der Dosierer H 82 — Harnstoffvariante — des VEB LIA Havelberg verwendbar. Die Zugabe des Harnstoffs auf das Feuchtstroh erfolgt am Ausgang des Grobfutterdosierers auf das Förderband FB-80.

Die Befüllung des H 82 ist mit verschiedenen betrieblichen Mechanisierungsmitteln möglich. Wichtig ist jedoch, daß nur klumpenfreier, rieselfähiger Harnstoff zur Anwendung gelangt. Mit geringem Arbeitsaufwand verbunden ist die Befüllung aus Originalverpackungen (Plastesäcke) von einem Transportfahrzeug über einen Rohrschneckenförderer C 100 mit Einschütttrichter. Ist die Zugabe von Wasser erforderlich, d. h. soll Stroh mit einem TS-Gehalt > 70% in Übergangszeiten zu Schön-

wetterperioden eingelagert werden, muß man auf die o. g. Dosierpumpe zurückgreifen.

Eine weitere Variante der Harnstoffausbringung ist die chargenweise Zugabe des Harnstoffs mit Dosiereinrichtungen (Förderschnecke C 100) auf den einzelnen Anhänger unter Berücksichtigung der Lademasse oder über Handdosierung (Eimer, Schaufel) während des Wägevorgangs des Fahrzeugs oder nach dem Abkippen im Horizontalsilo. Diese Variante ist besonders bedeutungsvoll für Anwender, die unter Verzicht auf Mechanisierungsmittel Feuchtstroh aufbereiten wollen.

### 4. Ergebnisse

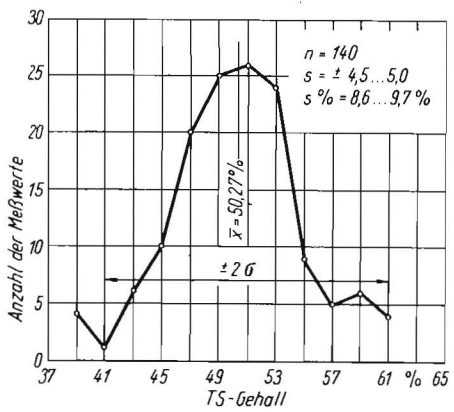
#### 4.1. Dosieren der Aufschlußmittel

Zur Beurteilung der Verteilgenauigkeit der Natronlauge auf der Strohoberfläche wurden Proben gezogen und deren TS-Gehalte ermittelt. Das Ausgangstroh hatte konstant einen TS-Gehalt  $\approx 85\%$ . Durch die Dosierung der Natronlauge wurde ein TS-Gehalt von 50% angestrebt. Im Ergebnis streuten die Einzelproben um  $\pm 5\%$  zum Mittelwert (Bild 4).

Natronlauge wirkt nur dort, wo ein Kontakt mit der Strohoberfläche hergestellt wird. Solange NaOH in wäßriger Lösung vorliegt, ist mit einer Penetration in das Strohmaterial zu rechnen. Ein Maß für die technische Wirksamkeit einer Applikationseinrichtung ist der Bedeckungsgrad der Strohoberfläche mit Aufschlußmitteln. Messungen des Bedeckungsgrades ergaben, daß in Abhängigkeit von der Teilchengröße des Strohmaterials nur 80% der Proben Bedeckungsgrade über 40% aufwiesen (Bild 5).

Berechnungen der theoretischen Oberfläche der Tropfenkalotten unter Einbeziehung ihres Ausbreitungskoeffizienten auf Stroh im Verhältnis zur Strohoberfläche ergeben Koeffizienten von 0,8:1 bis 2:1. Rechnet man mit einem Drittel Doppel- bzw. Mehrfachbelegungen und Abtropfverlusten, so erscheint eine Bedeckung von 40% der Strohoberfläche bei der Sprühapplikation als maximal möglich.

Die Verteilgenauigkeit von Harnstoff reicht nach Praxisbeobachtungen beim Dosieren mit dem Dosierer H 82 und beim chargenweisen Dosieren auf die Anhänger aus, um eine qualitätsgerechte Konservierung mit Aufschlußeffekt zu gewährleisten. Quantitative Aussagen zur chargenweisen Dosierung werden nach



▲ Bild 4 Häufigkeitsverteilung des TS-Gehalts von Aufschlußstroh verschiedener Meßreihen

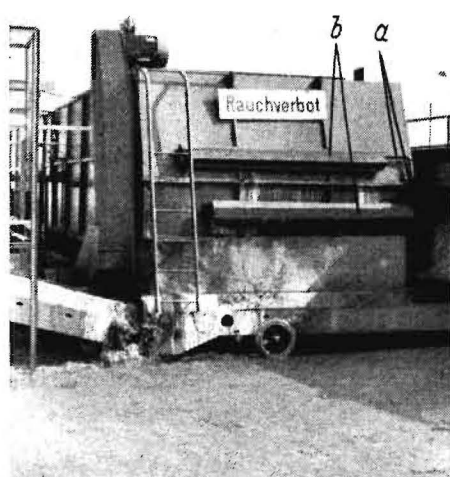


Bild 2 Spritzrohre a mit Schutzverkleidung b am Grobfutterdosierer DS 300 zum Verteilen der flüssigen Aufschlußmittel im Dosierer

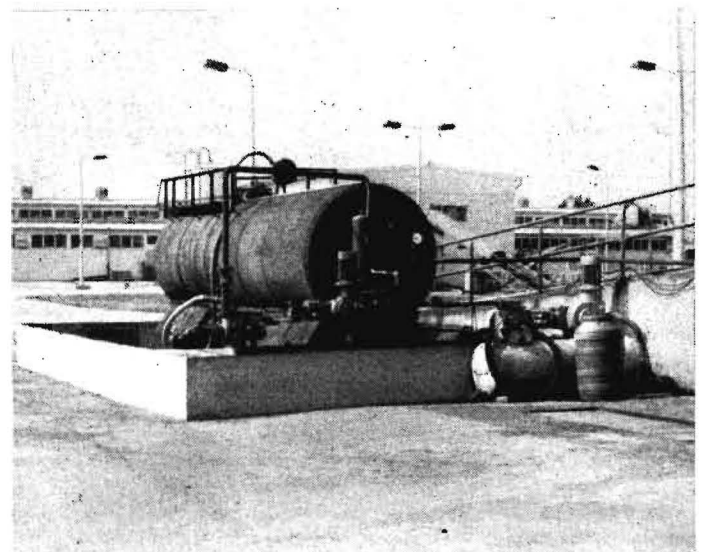


Bild 3 Zwischenlagerbehälter mit Dosierpumpe für flüssige Aufschlußmittel ▶

Auswertung noch laufender Untersuchungen mitgeteilt.

#### 4.2. Lagerverhalten

In Horizontalsilos wird das gehäckselte Feuchtstroh mit Traktoren ZT 303 bei einem Aufwand von 5 bis 6 min je 1 t Originalsubstanz (OS) verdichtet. Damit wird bei einem TS-Gehalt von 50 bis 60% eine mittlere Trokensubstanzlagerungsdichte  $\rho_{LTS} = 180 \text{ kg/m}^3$  erreicht. Bei der Lagerung in Hochsilos erfolgt das Verdichten durch den Druck der Gutmasse auf die darunter gelegenen Schichten. Es ist ratsam, auf das Feuchtstroh eine mindestens 2 m hohe Schicht Grünfutter einzulagern. Auf diese Weise beträgt bei einer Füllhöhe des Feuchtstrohs von 12 m die mittlere Trokensubstanzlagerungsdichte  $\rho_{LTS} = 240 \text{ kg/m}^3$ . Höhere Werte stellen sich ein, wenn Mais nachgefüllt wird. Beispielsweise kann auf Feuchtstroh mit 18 m Füllhöhe nach dem Einlagern noch eine Maisschicht von etwa 5 m aufgebracht werden.

Nach dem Einlagern des Feuchtstrohs entwickeln sich schon nach kurzer Zeit hohe Temperaturen im Futterstapel. Sie sind auf chemische Umsetzungsprozesse zurückzuführen und überschreiten die Grenze von 60°C nicht.

Bei der Lagerung des Feuchtstrohs mit 2 bis 4% Harnstoff auf Rohstroh mit einem TS-Gehalt von 50% oder 30 bis 40 g NaOH/kg TS erfolgt eine Futterwertverbesserung durch Aufschluß. Sie beträgt nach Untersuchungen von Schmidt [2] 40 bis 80 EF<sub>r</sub>/kg TS. Ein weiterer positiver Effekt entsteht durch die fungizide Wirkung der Aufschlußmittel. Der Befall durch schädliche Pilze ist dadurch kaum nennenswert bzw. nicht nachweisbar. Buttersäurebildung wird verhindert, wenn der TS-Gehalt des Feuchtstrohs über 50% liegt.

#### 4.3. Bisherige technologisch-ökonomische Ergebnisse

Den technologisch-ökonomischen Ergebnissen liegen Produktionsexperimente in der LPG (T) Neustadt (Dosse), in der ZGE Milchproduktion Kremen und in der LPG Sieversdorf, Bezirk Potsdam, zugrunde. In diesen 3 Betrieben wurde die Feuchtstrohlagerung in Horizontalsilos und Hochsilos HS 25 M untersucht. Die Lagerstätten befinden sich an bzw. in unmittelbarer Nähe der Tierproduktionsanlage. Die Entfernung für den Strohtransport betrug 5 bis 7 km.

Die Masseströme beim Einlagern in Horizontalsilos betragen 30 t OS/h (T<sub>1</sub>) bzw. 25,0 t OS/h (T<sub>06</sub>), wenn ein ZT 303 zum Befüllen und ein ZT 303 zum Verdichten zur Verfügung stehen. Etwa gleiche Werte gelten für das Einlagern in Hochsilos HS 25 M.

Vor dem Verfüttern ist es zweckmäßig, das konservierte Feuchtstroh mit Silage zu vermischen. In der LPG (T) Neustadt (Dosse) erfolgt das beispielsweise durch schichtweises Befüllen eines Dosierers DS 300-14, der am Horizontalsilokomplex aufgestellt ist. Beim Beladen des Futterverteilsfahrzeugs werden beide Komponenten durch das Abfräsen ausreichend vermischt. Diese Mechanisierungsvariante ist zweckmäßiger als die Verwendung eines Mischplatzes, auf dem die Komponenten nach der Entnahme getrennt zwischengelagert und beim Beladen des Futterverteilsfahrzeugs durch abwechselndes Aufnehmen mit dem Mobilkran gemischt werden.

Praktische Erfahrungen zeigen, daß konserviertes Feuchtstroh von den Rindern auch gefressen wird, wenn die Grobfutterkomponen-

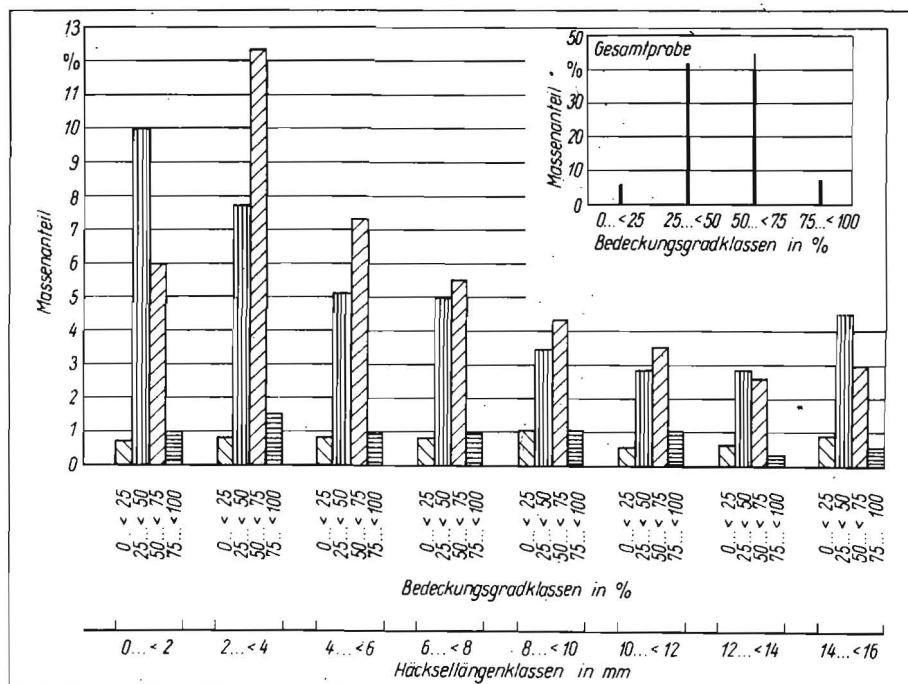


Bild 5. Massenanteile in % der Bedeckungsgradklassen unterschiedlicher Häcksellängerklassen.

Tafel 1. Spezifische Aufwandskennzahlen für das Gesamtverfahren der Feuchtstrohlagerung und -aufbereitung im Vergleich zur Strohpelletierung

	Produktions- selbstkosten M/kEF <sub>r</sub>	Investitionen für die Aufbereitung <sup>1)</sup> M/t TS Stroh	Gesamtenergie- bedarf MJ/t TS Stroh	Gesamtarbeits- zeitbedarf AKh/t TS Stroh
Feuchtstrohlagerung und -aufbereitung				
Horizontalsilos	0,34 ... 0,45	630 ... 650	450	2,5
Hochsilos HS 25 M	0,36 ... 0,48	1550 ... 1570	320	1,7
Strohpelletierung (Strohpellets mit 50 bis 70% Strohanteil)	0,65 ... 0,75	350 ... 450	1000 ... 1300	6,0 ... 8,0

1) die angegebenen Investitionen enthalten nicht die Anteile für Ernte und Transport

ten unvermischt nacheinander in die Krippe gegeben werden. Die Angaben zu spezifischen Aufwandskennzahlen in Tafel 1 sind als erste Ergebnisse zu werten, die durch weitere Untersuchungen bestätigt bzw. präzisiert werden müssen.

Angaben für die Strohpelletierung wurden im wesentlichen den Untersuchungen von Schulze [9] entnommen.

Die Produktions selbstkosten umfassen die Verfahrenskosten, die Kosten für alle eingesetzten Futterkomponenten und die Betriebsgemeinkosten. Sie betragen je nach Verwendung von Natronlauge oder Harnstoff als Aufschlußmittel bzw. Steigerung der Energiekonzentration um 40 bis 80 EF<sub>r</sub>/kg TS Stroh beim Konservieren in Horizontalsilos und Hochsilos HS 25 M 0,34 bis 0,48 M/kEF<sub>r</sub>. Daraus wird als Empfehlung für die Praxis die Schlußfolgerung getroffen, daß Horizontalsilos für die Feuchtstrohlagerung nur dann genutzt werden sollten, wenn diese für die Silierung von Grünfutter nicht benötigt werden.

Der Gesamtenergiebedarf ist bei allen Verfahrensvarianten der Feuchtstrohernte, -lagerung und -aufbereitung wesentlich niedriger als bei der Strohpelletierung. Die gleiche Aussage trifft für den Arbeitszeitaufwand zu. Dies ist durch die geringen Aufwendungen beim Trans-

port und bei der Aufbereitung sowie durch das Fehlen der Strohzwischenlagerung nach der Ernte bis zum Verbrauch begründet.

#### 5. Schlußfolgerungen

Auf der Grundlage des bisherigen Erkenntnisstands können folgende Schlußfolgerungen formuliert werden:

- Die meteorologischen Bedingungen und das Einhalten wichtiger agrotechnischer Termine führten dazu, neben dem Verfahren der Trockenstrohernte mit anschließender Mietenlagerung ein weiteres Verfahren zur Ernte und Konservierung von Feuchtstroh zu entwickeln.
- Durch die Zugabe von Harnstoff oder Natronlauge kann Feuchtstroh qualitätsgerecht bei Erzielung eines Aufschlußeffekts von 40 bis 80 EF<sub>r</sub>/kg TS gelagert werden. Das Verfahren ist mit vorhandenen Mechanisierungsmitteln zu realisieren.
- Nach den bisher vorliegenden technologisch-ökonomischen Ergebnissen aus dreijährigen Versuchen sind vor allem die Aufwandskennziffern für Energiebedarf und Arbeitszeitbedarf deutlich niedriger als bei anderen vergleichbaren Verfahren der Stroh Lagerung und -aufbereitung.

Einige Probleme müssen jedoch in der näch-

sten Zeit weiter untersucht werden, um die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse aus der Sicht der Mechanisierungsforschung weiter zu erhöhen. Dazu gehören:

- Bestimmung der notwendigen Verteilgenauigkeit der Aufschluß- und Konservierungsmittel bei kontinuierlicher und diskontinuierlicher Zugabe
- Untersuchungen zum Lagerverhalten von Feuchtstroh, vor allem Ermittlung der Lagerungsdichten bei der Lagerung sowie Bestimmung der Temperaturentwicklung im Strohstapel
- Untersuchungen zur Prozeßgestaltung der Futtermittelverteilung
- weitere Untersuchungen zur Ermittlung bzw. Präzisierung der bisher vorliegenden Aufwandskennziffern.

## 6. Zusammenfassung

Das beschriebene Verfahren der Feuchtstrohlagerung ermöglicht die qualitätsgerechte Lagerung und Konservierung von Feuchtstroh mit Aufschlußeffekt auch unter meteorologisch ungünstigen Bedingungen. Die Anwendung des Verfahrens ist mit vorhandenen Mechanisierungsmitteln möglich. Nach den bisher vorlie-

genden Ergebnissen wird gegenüber anderen Verfahren der Strohlagerung und -aufbereitung vor allem eine Einsparung im Energie- und Arbeitszeitaufwand erzielt. Auf weiter zu untersuchende Probleme wird hingewiesen.

## Literatur

- [1] Bernhardt, H.: Bevorratung von Stroh. *agrartechnik* 29 (1979) H. 8, S. 361—363.
- [2] Schmidt, L.; Weißbach, F.: Lagerung von feuchtem Stroh mit Harnstoffzusatz. *Feldwirtschaft* 20 (1975) H. 2, S. 92—94.
- [3] Schmidt, W., u. a.: Silageähnliche Lagerung von Aufschlußstroh ohne Neutralisierung durch Sickersaft. *Tierzucht* 30 (1976) H. 12, S. 529—531.
- [4] Henning, A., u. a.: Feuchtkonservierung von Getreidestroh mit Harnstoff unter Produktionsbedingungen und Prüfung des Strohs im Tierversuch. *Tierzucht* 33 (1979) H. 10, S. 474—476.
- [5] Vorläufige Anwendungsvorschrift für die chemische Konservierung von feuchtem Futterstroh durch Harnstoffzusatz. Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft Berlin, August 1980.
- [6] Otto, R.; Klein, W.: Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Strohqualitätsforschung im Rahmen der Produktion und Lagerung von Futterstroh. *Feldwirtschaft* 21 (1980) H. 6, S. 264—267.

- [7] Wartenberg, G.: Umgang mit Ätzlaugen in der Trockenfutterproduktion. *agrartechnik* 27 (1977) H. 3, S. 131—133.
- [8] Hörnig, G.; Wartenberg, G.: Umschlag, Lagerung, Dosierung und Applikation der Natronlauge und Vorschlag für die optimale Technologie. *agrartechnik* 27 (1977) H. 8, S. 369—373.
- [9] Schulze, A.: Untersuchungen zur Bewirtschaftung und Ökonomik von Strohpelletieranlagen, dargestellt am Beispiel der GFA in Selbelang. Paulinenaue, Thesen zur Dissertation A 1979.

A 3148

# Gestaltung der Verfahren der Rinderproduktion bei optimalem Einsatz von Energie, Material und Arbeitskräften

Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

Zwischen dem Einsatz vergegenständlichter Arbeit (Energie und Material) und lebendiger Arbeit (Arbeitskräfte, Arbeitszeit) bestehen Wechselbeziehungen.

Sinkender Aufwand an lebendiger Arbeit wird durch steigenden Aufwand an Energie und Material erreicht. Aufgabe der Mechanisierung ist es, durch den Einsatz von Maschinen, von Energie und Material den Ertrag zu erhöhen, den Aufwand an lebendiger Arbeit zu senken, immer mit dem Ziel, daß der Aufwand für vergegenständlichte Arbeit langsamer steigt als der für lebendige sinkt, also insgesamt die Verfahrenskosten günstig beeinflußt werden. Diese Zielvorgabe zu erfüllen, wird um so schwieriger, je höher die Produktionsverfahren entwickelt sind und je höher der Aufwand für die Gewinnung der sinkenden Vorräte an fossilen Brenn- und Rohstoffen wird. Die steigenden Kosten für Energie und Material beeinflussen zunehmend volkswirtschaftliche Entscheidungen und die Kosten der Produktion. Die Energie- und Materialsituation in der Welt verlangt:

- Senkung des spezifischen Energie- und Materialverbrauchs im Produktionsprozeß
  - Energierückgewinnung aus dem Produktionsprozeß
  - Rückgewinnung von bereits im Produktionsprozeß eingesetztem Material
  - Erhöhung der Ausnutzung der Globalstrahlung
  - Nutzung unkonventioneller Energieträger.
- In der genannten Reihenfolge ist zugleich eine Rangfolge der zu lösenden Aufgaben bei der

Gestaltung der Verfahren der Tierproduktion zu sehen. Zunächst geht es darum, alle Möglichkeiten zum sparsamen Umgang mit Energie und Material zu erschließen, ohne dadurch die Leistungen der Menschen und Tiere und die Arbeitsbedingungen negativ zu beeinflussen.

Die Rückgewinnung von Material und Energie aus dem Produktionsprozeß ist mit zusätzlichem Aufwand verbunden, dieser ist aber meist geringer als der für die Rohstoffgewinnung, -aufbereitung und Transport. Energie, Material und lebendige Arbeit sind in Grenzen gegeneinander austauschbar. Einsparungen an lebendiger Arbeit werden durch Maschinen- und Energieeinsatz erreicht. Zwischen dem Aufwand für die Stallklimatisierung, der Leistung der Tiere und dem spezifischen Futterenergieaufwand bestehen Wechselwirkungen. Diese machen es erforderlich, Energie, Material und Arbeitskräfte mit einer gemeinsamen Meßgröße zu erfassen, um sie optimal einzusetzen. Diese gemeinsame Meßgröße sind die Kosten, die den großen Vorteil haben, daß sie dem Produktionsergebnis gegenübergestellt werden können und so über die Wirtschaftlichkeit der eingeleiteten Maßnahmen entscheiden.

Im Rahmen der genannten Problematik beschäftigt sich der Beitrag mit den spezifischen Fragen der Rinderproduktion.

## Energetische Faktoren

In Tafel 1 sind die Faktoren aufgeführt, die Einfluß auf den Energieaufwand bei der Rinderproduktion haben. Die Mehrzahl von ihnen

stehen in direkter Beziehung zur Leistung der Tiere und sind so zu gestalten, daß sie positiv auf die Leistungen der Tiere wirken. Ein Teil der Faktoren (Gebäude, Ausrüstung, Klimatisierung, Beleuchtung) beeinflußt den Aufwand an lebendiger Arbeit und die Arbeits- und Lebensbedingungen. Sie müssen so projektiert werden, daß eine hohe Arbeitsproduktivität und günstige Arbeitsbedingungen erreicht werden.

Der Materialaufwand für Gebäude und damit der Energieaufwand zu ihrer Herstellung wird i. a. über die spezifische Gebäudegrundfläche erfaßt. Sie steht in Beziehung zur Mechanisierung und zum Aufstallungssystem. Diese Beziehungen sind in Tafel 2 dargestellt. Daraus kann man folgendes ableiten:

- strohlose Aufstallungsformen erfordern eine geringere spezifische Stallgrundfläche als solche mit Einstreu und Entmistung mit Stallarbeitsmaschine
- stationäre Verfahren der Fütterung bedingen eine geringere spezifische Stallgrundfläche als mobile, sie verursachen aber einen höheren Materialaufwand für die Ausrüstung
- durch Vergrößerung des Tier-Freßplatz-Verhältnisses bis auf 3:1 wird die spezifische Stallgrundfläche reduziert, Vergrößerung über 2:1 ist nicht zulässig, wenn ad-libitum-Fütterung betrieben werden soll, Vergrößerung über 3:1 bringt keinen Nutzen und verringert die Zeiten für die Futtermittelaufnahme unzulässig.

Mit dem spezifischen Stallgrundflächenbedarf