

Untersuchungen an Werkzeugen für die Dosierung von Saffutter in Anbinde- und Laufställen für Rinder

Für die notwendige Erweiterung unserer Rinderbestände wird die Anwendung technischer Hilfsmittel zur Erleichterung der Arbeiten im Stall und zur Steigerung der Arbeitsproduktivität von der Praxis im steigenden Maße gefordert.

Technische Einrichtungen zur Verabreichung von Grün-, Saft- und Rauhfutter sind noch wenig entwickelt und erfordern daher eine gründliche Untersuchung.

Die im Interesse einer Leistungsfütterung erforderliche Rationierung der Futtermittel verlangt einen relativ hohen Handarbeitsaufwand. Eine Möglichkeit zur Verringerung dieses Arbeitsaufwandes ist die Mechanisierung des Dosiervorgangs. Unter Dosieren versteht man das Zuteilen von abgemessenen Stoffmengen entweder zeitlich konstant oder in Abhängigkeit von einer anderen Größe, z. B. der Menge oder Durchflußstärke eines anderen Stoffes, einer Dichte, eines P_H -Wertes usw. [4].

1 Anforderungen an Saftfutterdosieranlagen

Außer der Gewähr einer wirtschaftlichen Futterausnutzung sollen Dosiervorrichtungen in Rinderställen auch die schwere körperliche Arbeit des Fütterns verringern. Dadurch darf sich aber der Preis des landwirtschaftlichen Endproduktes nicht erhöhen. Grundsätzlich ergeben sich daraus folgende Forderungen an die Futterdosierer [3]:

- a) Abgabe eines gleichmäßigen Futterstroms oder portionsweise Futterausbringung in Zeitintervallen,
- b) einfache und betriebssichere Konstruktion sowie leichte Bedienung der Anlage,
- c) geringer Energiebedarf,
- d) geringe Bau-, Wartungs- und Unterhaltungskosten,
- e) Senkung des Handarbeitsbedarfs.

Aus Gründen der Leistungsfütterung muß außerdem die Dosiermenge während des Betriebes der Anlage regelbar sein.

2 Experimentelle Untersuchungen an Modellanlagen

In der Bau-, Nahrungs- und Genußmittelindustrie sowie der allgemeinen Fördertechnik existieren zahlreiche Dosiereinrichtungen, die jedoch jeweils nur ein Dosiergut mit nahezu gleichbleibenden Eigenschaften verarbeiten. Die Dosierung erfolgt dabei massen- oder volumenmäßig.

Für Fütterungszwecke wäre eine Massendosierung am günstigsten. Bei verfilzenden und klebrigen Dosiergütern, wie sie in der Landwirtschaft vorkommen, wird eine Massendosierung zu kompliziert und zu teuer. In den nachfolgenden Untersuchungen soll festgestellt werden, ob die Volumendosierung den Anforderungen der Rinderfütterung genügt.

Auf Grund der Eigenschaften des Dosiergutes dürften hier besonders fräsende Werkzeuge Erfolg versprechen.

Diese wurden daher im Hinblick auf ihre Zweckmäßigkeit zur Saftfutterdosierung vorrangig untersucht.

Für die praktischen Belange genügt in fast allen Fällen die sich mit diesen Werkzeugen ergebende kontinuierliche Dosierung.

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGER)

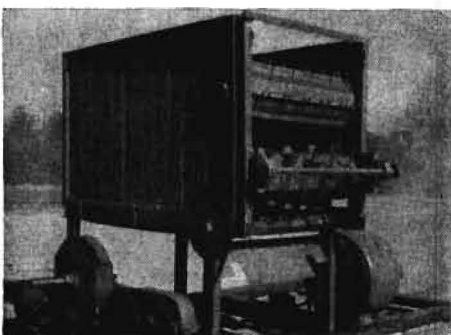


Bild 1 (links). Modellanlage zur Durchführung von Messungen, hier mit Frästrommel und Abkammwalze ausgerüstet

Bild 3 (rechts). Einfluß der Häcksellänge auf die Ausbringungsmenge

Der Energieverbrauch und der möglichst einfache und betriebssichere Aufbau und die Gleichmäßigkeit der Futterentnahme waren für die Bewertung der Werkzeuge von Bedeutung.

Da bei starker Verkleinerung der Anlage Messungen mit sperrigen Gütern keine direkt auf die Praxis übertragbaren Werte liefern, wurde bei der Dimensionierung der Versuchsanlage von einem stark verkleinerten Modell abgesehen.

2.1 Durchführung der Versuche

Für alle vergleichenden Untersuchungen wurde nur ein Grundrahmen mit Rollboden und Vorratsbehälter benutzt (Bild 1). Zur Untersuchung der einzelnen Werkzeuge wurden diese dann in die Versuchsanlage eingebaut.

Der Vorratsbehälter der Anlage hatte folgende Abmessungen: Breite 0,8 m; Höhe 1,0 m und Länge 1,4 m.

Die Geschwindigkeit des Rollbodens, der von einem Drehstrommotor angetrieben wurde, betrug bei allen Versuchen 0,30 m/min. Das zu dosierende Futtermittel wurde vom Rollboden gegen eine Abfräsvorrichtung geschoben.

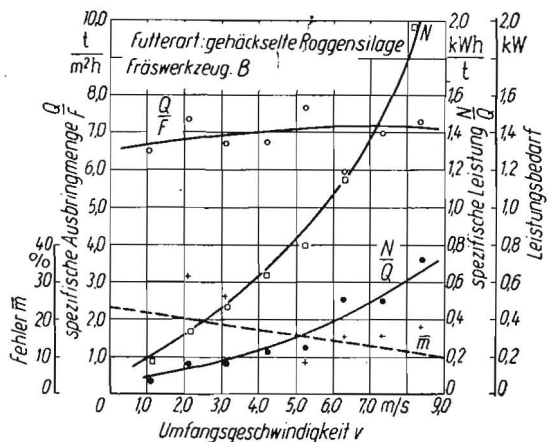


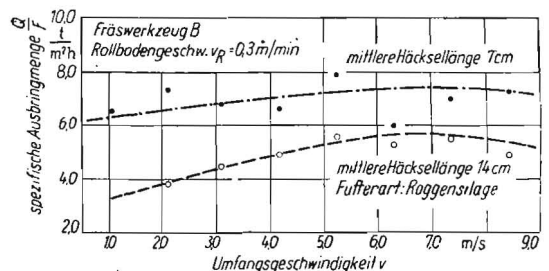
Bild 2. Spez. Leistungsbedarf, spez. Ausbringungsmenge und Dosiergenauigkeit

Die Drehzahl der Fräswerkzeuge war stufenlos regelbar. Ihr Leistungsbedarf wurde von einem Meßgerät registriert. Zur Beurteilung der Dosiergenauigkeit wurden während jeweils 15 Sekunden Proben aus dem kontinuierlichen Betrieb entnommen.

2.2 Auswertung der Versuche

Im Bild 2 sind die Dosiergenauigkeit, die ausgebrachte Futtermenge und der Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit dargestellt. Um die Ergebnisse der Modellversuche mit anderen Dosiereinrichtungen vergleichen zu können, erwies es sich als zweckmäßig, die Ausbringungsmengen Q auf den Stapelquerschnitt F und den Leistungsbedarf N auf die Ausbringungsmenge Q zu beziehen.

In diesem Bild ist zusätzlich der Leistungsbedarf N über der Umfangsgeschwindigkeit eines Fräswerkzeuges aufgetragen. Mit zunehmender Umfangsgeschwindigkeit steigt die Leistungsaufnahme der Fräswerkzeuge. Gleichzeitig sinkt aber der Dosierfehler m . Stellt man die Forderung an die Dosiergenauigkeit nicht allzu hoch, dann kann die Leistungsaufnahme durch Senkung der Umfangsgeschwindigkeit verringert werden. Für Saftfutter erscheint wegen des geringen Nährstoffgehaltes ein mittlerer relativer Fehler von $\pm 15\%$ vertretbar. Dieser wird im folgenden als Grenzwert angesehen.



3 Einfluß verschiedener Faktoren auf den Dosiervorgang

Bevor auf die Messungen im einzelnen eingegangen wird, sei erwähnt, daß die Futtermittel auch innerhalb des Saftfutters unterschiedliche Konsistenz aufweisen. Nachfolgende Versuche sollen dies sichtbar machen.

3.1 Einfluß der Häcksellänge auf die Ausbringmenge

Einen Vergleich der Ausbringmengen zwischen Roggensilage mit unterschiedlichen Häcksellängen zeigt Bild 3. Auch bei gleichem Futtermittel sind Unterschiede zwischen den Ausbringmengen festzustellen. Aus der Darstellung geht hervor, daß sich eine kurze Häcksellänge günstig auf die Ausbringmenge auswirkt. Für die Praxis haben diese Versuche insofern Bedeutung, als man hieraus folgern kann, daß die Rollbodengeschwindigkeit in weiten Grenzen einstellbar sein muß, um sich so den Verschiedenartigkeiten der Futtermittel anpassen zu können, damit auch die jeweils benötigte Futtermenge herausgebracht wird.

3.2 Einfluß verschiedener Dosiergüter auf den Leistungsbedarf

Den Einfluß verschiedener Dosiergüter auf den Leistungsbedarf bei gleichem Fräswerkzeug zeigt Bild 4. Mit Hilfe eines Schleifen-Oszillografen wurde die Stromaufnahme des Antriebsmotors während

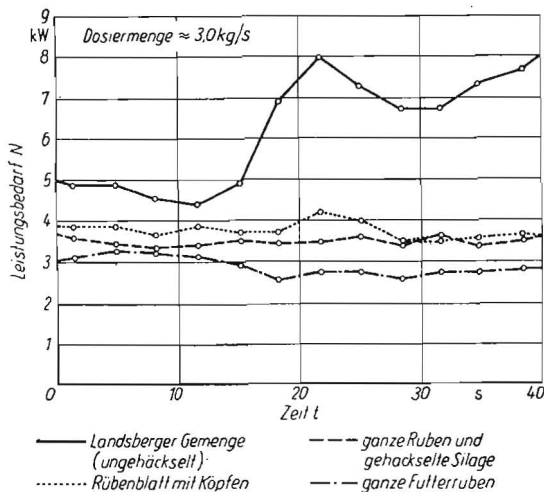


Bild 4. Einfluß verschiedener Dosiergüter auf den Leistungsbedarf

des Dosiervorgangs registriert. Wie die Darstellung zeigt, ist mit Ausnahme der ungehäckselten, langstengligen Silage ein relativ gleichmäßiger Leistungsbedarf der Anlage zu verzeichnen, der 4 kW bei einer Ausbringmenge von 3 kg/s kaum überschreitet. Bei Silage aus Landsberger Gemenge liegt der Leistungsbedarf von Anfang an höher. Nach kurzer Betriebszeit wickeln die Werkzeuge. Demzufolge steigt der Leistungsbedarf an und das Futter wird ungleichmäßig ausgebracht, so daß eine exakte Dosierung nicht mehr möglich ist. Die gleiche Silage wurde nachträglich versuchsweise gehäckselte. Hier ergaben sich auch bei Mischung mit anderen Futtermitteln normale Dosierverhältnisse (Rüben und gehäckselte Silage). Im Interesse eines geringen und gleichmäßigen Leistungsbedarfs und einer guten Dosiergenauigkeit muß daher bei der Bergung langstengliger Futtermittel für Silagezwecke der Einsatz des Feldhäckslers gefordert werden.

Diese Forderung ergibt sich auch bereits aus den schwierigen Ladearbeiten dieses Futters bei Anwendung anderer Ernteverfahren.

3.3 Einfluß des Drehsinns auf Leistungsbedarf und Dosiergenauigkeit

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß bei horizontaler Drehachse die Leistungsaufnahme gering und die Dosiergenauigkeit gut sind, wenn alle Trommeln den gleichen Drehsinn haben und bei der

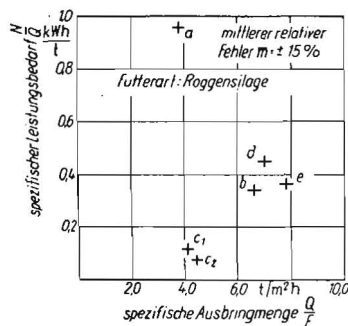
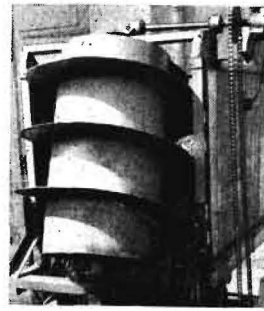


Bild 5. Gegenüberstellung von sechs Werkzeugformen bei gleicher Dosiergenauigkeit. a Frästrommel mit Abkammwalze, b Taumelscheibentrommel mit Mähmesserklänge, c₁ Schnecke mit glatter Wendel, c₂ Schnecke mit gezackter und geschränkter Wendel, d Fräskette, e Reibertrommel



6 7

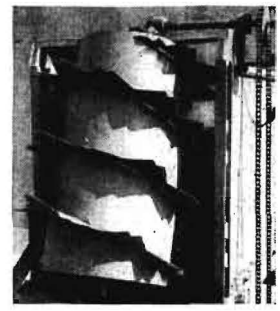


Bild 6. Glatte Wendel als Dosierwerkzeug

Bild 7. Gezackte und geschränkte Wendel als Dosierwerkzeug

Aufwärtsbewegung der Zinken das Futter abfräsen. Es besteht dann aber der Nachteil, daß der Vorratsbehälter nicht gleichmäßig bis zum Ende entleert wird. Der letzte Rest des Futters wird in geringeren Mengen herausgebracht.

Erfolgt das Losreißen des Dosiergutes bei gleichem Drehsinn aller Trommeln, aber bei der Abwärtsbewegung der Zinken, so war nach der Werkzeugart unterschiedlich ein geringer Anstieg der Leistungsaufnahme und des Dosierfehlers zu verzeichnen.

Bei entgegengesetztem Drehsinn der Werkzeuge wird das Dosiergut durch den Schlitz zweier Trommeln so durchgepreßt, wie z. B. das Stroh zwischen den Einzugswalzen einer Häckselmaschine.

Die dabei erzielte Senkung der Leistungsaufnahme vergrößerte den Dosierfehler sehr stark.

Diese Untersuchungen zeigten, daß für Saftfutter bezüglich des Drehsinns der Werkzeuge Parallelen zu den bei der Stallmistausbringung ermittelten Werten von GAUS [1] bestehen.

4 Vergleichende Untersuchungen an sechs verschiedenen Dosierwerkzeugen

Die der Beurteilung zugrunde gelegten Kenndaten werden besonders durch die Form und die Anordnung des Dosierelementes beeinflusst. In unseren Versuchsreihen wurden die anfangs gezeigten Kennlinien für verschiedene Dosierelemente und Futtermittel aufgenommen. Es überschreitet diesen Rahmen, im einzelnen hierauf einzugehen. Bei der Gegenüberstellung der Kennwerte wurde der als Grenzwert zulässige Dosierfehler $\pm 15\%$ zugrunde gelegt (Bild 5).

Trägt man auf der Abszisse die spezifische Ausbringmenge $\frac{Q}{F}$ und auf der Ordinate die spezifische Leistung $\frac{N}{Q}$ auf, dann ergeben sich

aus den Kennlinien der einzelnen Dosierelemente Punkte, die diesen Werten bei einem Dosierfehler von $\pm 15\%$ entsprechen. Von besonders guten Dosierelementen verlangt man eine hohe Ausbringmenge bei geringer Leistungsaufnahme des Antriebsmotors. In dieser Darstellung würden günstige Dosierelemente daher im unteren rechten Teil zu finden sein.

Bei Futterdosieranlagen kann auf Dosierelemente, die das Futter weit werfen, verzichtet werden, da durch die unnötige Beschleunigung der Silageteilchen ein hoher Energiebedarf entsteht. Es kommt nur auf die Gleichmäßigkeit des ausgebrachten Futtermotors an. Daher wurden Werkzeuge der im Bild 6 gezeigten Form untersucht. Diese Dosierschnecken zeigten einen weiten Streubereich in der ausgebrachten Menge. Sie arbeiten schon bei niedriger Umfangsgeschwindigkeit hinreichend zuverlässig und haben daher auch einen sehr niedrigen Leistungsbedarf. Das Dosierwerkzeug c₁ ist eine Dosierschnecke mit glatter Wendel. Dieses Werkzeug wirkt nur scherend auf den zu dosierenden Futterstapel.

Die anschließend untersuchte gezackte und geschränkte Wendel c₂ (Bild 7) wies etwas günstigere Ergebnisse in Bezug auf den Leistungsbedarf und die Ausbringmenge auf. Jedoch haben beide Schnecken eine relativ geringe Ausbringmenge je Querschnitt und sind dadurch sehr platzaufwendig.

Die Werkzeugformen d, b und e liegen in Bezug auf Ausbringmenge und Leistungsbedarf sehr dicht beieinander.

Von diesen drei Werkzeugen hat die Fräskette d (Bild 8) den höchsten spezifischen Leistungsbedarf. Da diese Konstruktion durch die Vielzahl beweglicher Teile auch die geringere Betriebssicherheit und den höheren Verschleiß hat, ist sie ungünstiger zu bewerten. Bei der Werkzeugform b, die aus schräg stehenden Scheiben mit Mähmesserklänge besteht (Bild 9), liegt die spezifische Ausbringmenge etwas niedriger als die der Frästrommel. Ein Schneiden der Werkzeuge konnte nicht beobachtet werden. Bei langstengliger Silage tritt, hervorgerufen durch den geringen Wellendurchmesser, sehr

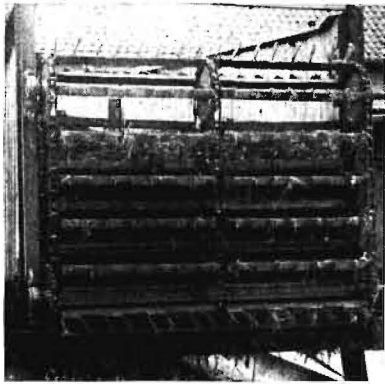


Bild 8. Fräskette als Dosierwerkzeug

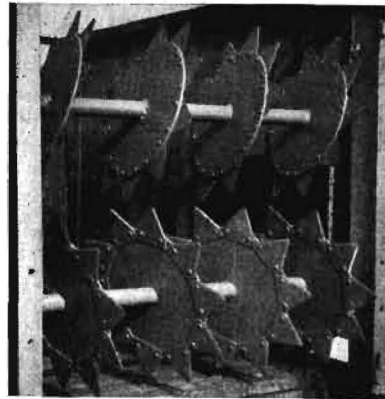


Bild 9. Schräggestehende Scheiben mit Mähmessenklingen als Dosierwerkzeug

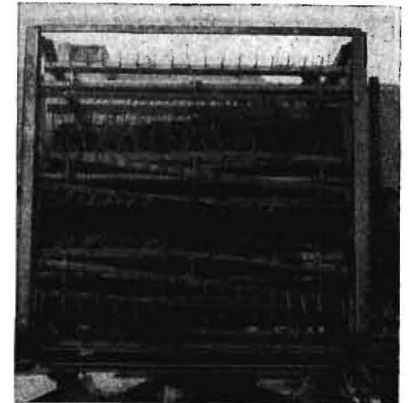


Bild 10. Frästrommel als Dosierwerkzeug

schnell ein Wickeln an den Werkzeugen auf. Sobald die Werkzeuge jedoch wickeln, steigt der Leistungsbedarf stark an.

Die Reißertrommeln *e* (Bild 10) zeigten bei Roggensilage die größte spezifische Ausbringungsmenge bei relativ geringem Leistungsbedarf. Über diese Werkzeugart liegen außer den Modellversuchen Beobachtungen im praktischen Dauerbetrieb bei den verschiedensten Futtermitteln vor. Diese Werkzeuge sind betriebsicher und haben einen geringen Wartungsaufwand. Eine Veränderung der Zinkenbreite beeinflusst die Ausbringungsmenge und Leistungsbedarf nicht nennenswert. Aufbauend auf den Erfahrungen der Tabakindustrie wurde ein Dosierwerkzeug, das bessere Dosiergenauigkeit geben sollte, konstruiert und gebaut (s. a. Bild 1).

Bei diesem Dosierwerkzeug ist nur die untere Trommel als Fräs-
werkzeug ausgebildet. Die obere Trommel dient als Abkämmwalze. Sie fördert diejenigen Futtermengen, die eine Ungleichmäßigkeit hervorrufen, in einen hinter dieser Walze liegenden Spalt. Wird plötzlich durch Unregelmäßigkeiten im Futterstapel zu wenig Futter gefördert, dann soll das in dem Spalt befindliche Futter durch Nachrutschen den Ausgleich schaffen.

Bei einem Vergleich mit den anderen Dosierelementen schneidet diese Anlage bei der Dosierung von Roggensilage sehr ungünstig ab. Sie hat einen sehr hohen Leistungsbedarf bei verhältnismäßig geringer spezifischer Ausbringungsmenge.

Bei der Fütterung von eingeweichten Rübenschnitzeln als Grundfutter würde die Anlage aber bedeutend bessere Ergebnisse in der Dosiergenauigkeit bringen als die bei diesem Vergleich so günstigen Reißertrommeln.

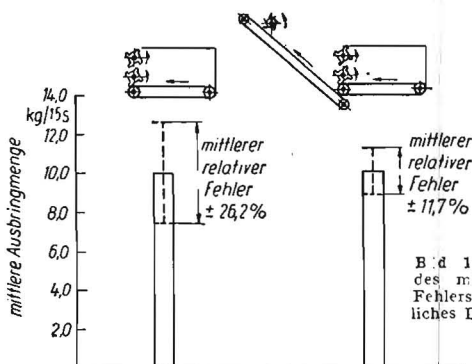
Es ist aber nicht die Aufgabe, spezielle Werkzeuge für die verschiedenen Futtermittel zu entwickeln, sondern vielmehr ein Werkzeug, das alle anfallenden Saftfuttermittel gleichmäßig zufriedenstellend dosiert. Hierfür eignen sich besonders die Reißertrommeln.

Beim Einsatz dieser Werkzeuge ist es möglich, einen hinreichend geringen Energie- und Bauaufwand zu erreichen und so zu einfachen Konstruktionen zu kommen.

4.1 Beeinflussung des mittleren relativen Fehlers durch ein zusätzliches Dosierband

Bietet ein Werkzeug z. B. energetische Vorteile bei einer allerdings nicht hinreichenden Dosiergenauigkeit, so besteht auch die Möglichkeit, durch ein nachgeschaltetes Volumenausgleichselement den Dosierfehler zu verringern (Bild 11).

Die ausgebrachte Futtermenge fällt hierbei erst auf ein Förderband, und der auszubringende Futterfilm wird durch eine gegenläufige Abkämmwalze ausgeglichen. Die Abkämmwalze ist in ihrer Höhe verstellbar.



In diesem Bild wurden bei der Dosierung von Roggensilage die mittlere Ausbringungsmenge und der mittlere Fehler bei gleichen Dosierwerkzeugen mit und ohne nachfolgendes Dosierband gegenübergestellt. Das Dosierband senkt den mittleren Fehler in diesem Falle um $\pm 14,5\%$. Die größere Dosiergenauigkeit wird allerdings durch einen höheren Bauaufwand erkauft.

5 Einsatz von Dosieranlagen im praktischen Betrieb

Die für den Verwendungszweck günstigsten Dosierwerkzeuge – in unseren Versuchen haben sich, wie erwähnt, Reißertrommeln für alle Saftfuttermittel als am besten geeignet erwiesen – lassen sich nun nach den betrieblichen Belangen in unterschiedlicher Art stationär oder fahrbar einsetzen.

Im folgenden seien nur einige Beispiele ohne Anspruch auf Vollständigkeit angeführt.

Kann man die Silage in unmittelbarer Nähe der Ställe lagern und den Behälter einer Dosieranlage stetig beschicken, dann ist eine stationäre Anlage in Verbindung mit einem fahrbaren Futtertisch zu empfehlen.

Bild 12 zeigt eine stationäre Saftfutterdosieranlage mit Frästrommeln. Während der Futtertisch unter der Anlage hindurchfährt, teilen zwei Aufteilwalzen dabei den vom Stapel abgefrästen Futterstrom in die beiden Krippen auf.

Den im Milchviehstall der Versuchsanlage in Bornim eingefahrenen Futtertisch zeigt Bild 13. Er wurde von der Saftfutterdosierablage mit 30 kg Rübenblatt je Tier beschickt.

Kann das Saftfutter nicht in unmittelbarer Nähe der Ställe gelagert werden, dann wird es zweckmäßiger sein, fahrbare Dosieranlagen einzusetzen. An fahrbaren Dosiereinrichtungen existieren:

a) Der Futterverteilungswagen F 935 (Bild 14), ein luftbereifter 2-t-Einachsanhänger, der vom Geräteträger RS 09 an den Futterkrippen entlanggezogen wird. Dabei kann man die Futterkrippe automatisch beschicken. Die gewünschte Austragsmenge ist durch 10 Schaltstufen des Rollbodens einstellbar. Dieser Futterverteilungswagen ist für das Dosieren von Saftfutter in Rinderställen durch sein geringes Fassungsvermögen und mit seiner hierfür ungünstigen Fräswerkzeugform nur bedingt geeignet.

b) Der 5-t-Futterverteilungswagen (Bild 15), läßt sich durch sein größeres Fassungsvermögen und die betriebssichere Konstruktion seiner Fräswerkzeuge (Frästrommeln) in Rinderställen mit befahrbaren Futtertischen wirtschaftlicher einsetzen.

Den Einsatz einer fahrbaren Dosiereinrichtung in Verbindung mit fahrbaren Futtertischen zeigt Bild 16.

Als Dosieranlage wurde ein normaler 4-t-Stallungstreuer mit Frästrommeln verwendet. Durch Anbau von Leitblechen eignet er sich gut für die Beschickung des fahrbaren Futtertisches. Das in seiner Höhe verstellbare Leitblech *a* gestattet es, die ausgeworfenen Mengen so abzuleiten, daß jede Seite die gleiche Menge erhält. Ein Nachstellen des Bleches ist erforderlich, da die verschiedenen Futterarten verschieden weit ausgeworfen werden. Bei dieser Anordnung betrug der mittlere relative Fehler bei nachträglichem Messen der Dosiergenauigkeit $\pm 9,5\%$ der Futtermenge innerhalb einer Standreihe.

Bei gleicher Futtertischgeschwindigkeit konnte bei Handbeschickung im günstigsten Falle eine Dosiergenauigkeit von $\pm 24,8\%$ erzielt werden. Der Arbeitsbedarf (Grundzeiten) bei Silagefütterung und einer Krippenlänge von 110 cm/Tier verteilt sich [2] wie in Tabelle 1 wiedergegeben. Vergleicht man den Arbeitsbedarf bei den mechanischen Dosiereinrichtungen mit dem der Futterzuteilung durch Dreiradkarren, dann wird die Notwendigkeit zum Einsatz mechanischer Dosiereinrichtungen deutlich erkennbar. Derartige Dosier-

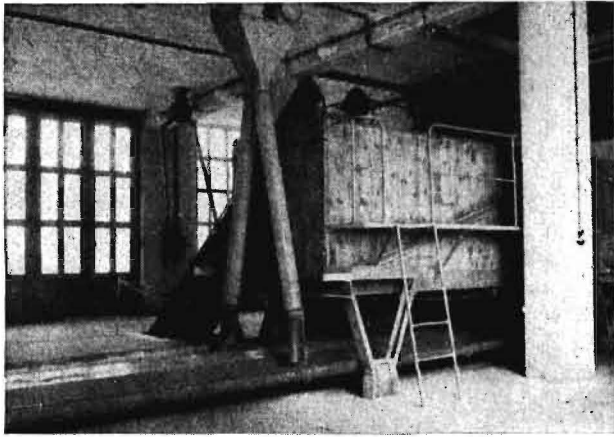


Bild 12. Stationärer Saffutterdosierer in der Versuchsanlage in Bornim (Im Vordergrund Rohrleitungen der Kraftfutterdosieranlage)



Bild 13. Von der Saffutterdosieranlage mechanisch beschickter fahrbarer Futtertisch



Bild 14 (links) 2-t-Futterverteilungswagen



Bild 15 (rechts) Futterverteilungswagen mit Frästrommeln als Dosierwerkzeug

einrichtungen sind auch begrenzt zum Zumischen von Kraftfutter geeignet, das, in einer Schicht auf das Saffutter gestreut, mit diesem hinreichend vermischt ausgebracht wird.

Wegen der ähnlichen Ausbringelemente ist eine Umrüstung oder zumindest Baugruppenstandardisierung zwischen Futterverteilungswagen und Stallmiststreuern möglich.

Der Futterverteilungswagen sollte als Rollbodenzugfahrzeug auch als Selbstentlader bei Silobeschickung u. a. einsetzbar sein.

Tabelle 1

Arbeitsgang	Handarbeitsaufwand (AKmin/dt) bei verschiedenen Mechanisierungsgraden			5-t-Futterverteilungswagen
	Dreiradkarren	stationäre Dosieranlage mit fahrbarem Futtertisch u. Hängers-transport	u. Zuführförderband	
Aufladen mit Frontlader auf Anhänger oder auf Futterverteilungswagen	0,71	0,71		0,71
Abstechen der Silage von Hand und Laden auf Förderband	—	—	1,54	—
Abladen des Anhängers von Hand	1,11	1,11	—	—
Aufladen auf Dreiradkarren von Hand	1,62	—	—	—
Futterverteilen mit 5-t-Futterverteilungswagen	—	—	—	0,53
Futterverteilen mit stationärer Dosieranlage und fahrbarem Futtertischen	—	0,37	0,37	—
von Dreiradkarren verteilen	2,70	—	—	—
Σ	6,14	2,19	1,91	1,24

6 Zusammenfassung

Die rationierte Fütterung bei Rindern erfordert den Einsatz von Dosieranlagen. Beim Saffutter genügt eine Dosierung, bei der ein auf einem Rollboden befindlicher Futterstapel gegen eine Fräsvorrichtung geschoben wird, in fast allen Fällen den praktischen Belangen.

Ein weiterer Einstellbereich der Rollbodengeschwindigkeit ist notwendig. Die Ursache hierfür ist die Konsistenz der einzelnen Futtermittel auch innerhalb des Saffutters. Bei der Mannigfaltigkeit der zur Verfütterung gelangenden Saffutterarten haben sich in unseren Versuchen Reißertrommeln am besten geeignet.

Literatur

- [1] GAUS, H.: Beitrag zur Weiterentwicklung vollautomatischer Stallungstreuer. Diss. Gießen 1952.
- [2] KULPE, E.: Mechanisierung der Fütterung in Anbinde- und Laufställen. Vortrag, gehalten auf der wissenschaftl. Jahrestagung des IFL Potsdam-Bornim 1960.
- [3] SMIRNOW, I. I.: Futterbereitmungsmaschinen. Berlin, VEB Verlag Technik 1956.
- [4] WITTE, R.: Dosierung fester Stoffe. Regelungstechnik (1953), S. 60.

A 4138

Bild 16. Stallungstreuer als Futterverteilungswagen im Einsatz

