

# Massekontrollierte Grobfutterdosierung

Dipl.-Ing. W. Berg, KDT  
Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## 1. Einleitung

Zur Fütterung der Tierbestände werden über 70% der pflanzlichen Produkte eingesetzt. In der Tierproduktion nehmen von allen Kostenarten die Futterkosten die erste Position ein [1]. Somit beeinflussen sie die Effektivität ganz entscheidend.

Ein möglicher Weg zur Senkung des spezifischen Futteraufwands ist die bessere Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials der Tiere durch eine bedarfsgerechte Futtermittelsversorgung. Das erfordert zum einen die exakte Bedarfsermittlung anhand der entsprechenden Tierdaten, zum anderen den massekontrollierten Futtereinsatz gemäß dem DDR-Futterbewertungssystem. Für die Ermittlung der notwendigen Tierdaten existieren technische Systeme, die den gestellten Anforderungen gerecht werden. Zur Realisierung der berechneten Rationsvorgaben sind dagegen noch keine praktikablen technischen Einrichtungen vorhanden. Daher sind solche Lösungen zu schaffen, mit denen es möglich ist, den einzelnen Tiergruppen die Futtermittel zu jeder Mahlzeit massekontrolliert zu verabreichen.

## 2. Möglichkeiten der Masseerfassung von Grobfutter

Die Masse eines Körpers kann entweder durch den Vergleich mit anderen Körpern, deren Masse bekannt ist, oder durch die Messung anderer physikalischer Größen, mit denen sie aufgrund bestimmter Gesetzmäßigkeiten in Beziehung steht, bestimmt werden. Solche Größen sind das Volumen, die Dichte, die Kraft u. a.

Alle derzeit vorhandenen Dosiereinrichtungen arbeiten nach dem Prinzip der Volumendosierung. Eine exakte Erfassung des ausgehenden Volumens ist jedoch kaum möglich, vor allem nicht bei stark schwankenden Futterstapelquerschnitten im Dosierer. Diese Tatsache sowie die Nichterfassung der eben-

falls schwankenden Schüttdichte der Futtermittel im Dosierer führen zu Dosierfehlern von 30 bis 40%, bezogen auf die Masse einer Gruppenration [2]. Durch die genaue Kenntnis von Volumen und Schüttdichte beim Futtermittelausgang können die Dosierfehler verringert bzw. die Grobfuttermasse wirklich erfaßt und nicht nur grob geschätzt werden. Dazu sind das Volumen und die Schüttdichte ständig zu messen oder konstant zu halten.

Eine andere Möglichkeit der Masseerfassung ist die Messung der Kraft, die die Masse aufgrund der Erdbeschleunigung auf einen Körper ausübt. Diese Variante zeichnet sich gegenüber allen anderen vor allem durch den wesentlichen Vorzug aus, daß zur Massebestimmung nur eine Größe, die Kraft, zu messen ist, da die Erdbeschleunigung an jedem Ort konstant und bekannt ist.

Als dritte Möglichkeit zur Masseerfassung soll die Bestimmung der Impulsänderung erwähnt werden, die ein Gutstrom beim Passieren einer Fallstufe erfährt. Der Impuls läßt sich nicht direkt messen. Die Bestimmung erfolgt durch die Messung der Kraft, die der Gutstrom aufgrund seiner Beschleunigung auf einen Körper ausübt. Diese Kraft ist ne-

ben der Masse aber auch von anderen physikalischen Guteigenschaften abhängig. Außerdem ist die Kenntnis des Geschwindigkeitsvektors des Gutstroms erforderlich. Das bedeutet, daß Betrag und Richtung der Geschwindigkeit ständig zu messen oder konstant zu halten sind. Bei homogenen Gutströmen ist dies gut möglich. Grobfutterströme weisen jedoch sehr unterschiedliche und vor allem ungleichmäßige Guteigenschaften auf, die zu berücksichtigen sind.

Eine weitere Möglichkeit der Masseerfassung ist die Messung von Streuung und Reflexion radioaktiver Strahlen durch das Grobfutter. Hierbei bestehen keine direkten Beziehungen zur Masse. Vielmehr beeinflussen der Aufbau und die Struktur der Futtermittel die Ablenkung der Strahlen, so daß von der Schwächung der Strahlung auf die Masse der Futtermittel geschlossen werden kann. Von den aufgeführten Möglichkeiten der Masseerfassung wird der Messung der Gewichtskraft der Vorrang gegeben. Deshalb beziehen sich die folgenden Ausführungen auf Wägeeinrichtungen für Behälter, konkret für stationäre Grobfutterdosierer, die nach diesem Prinzip arbeiten.

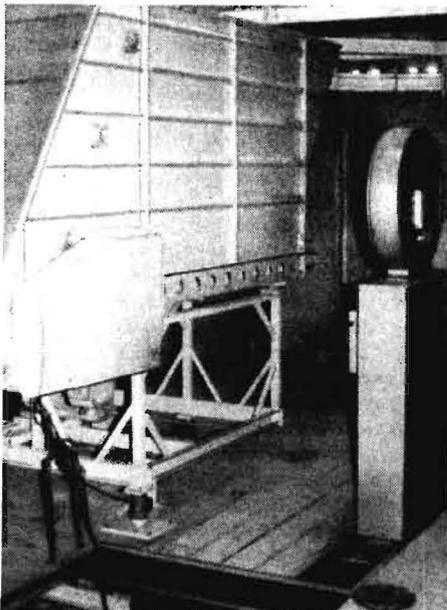
## 3. Anforderungen an die Meßgenauigkeit von Wägeeinrichtungen für stationäre Grobfutterdosierer

Der Hauptzweck der Kombination von Dosierer und Masseerfassungseinrichtung besteht zunächst einmal darin, Kenntnis von der je Tiergruppe und Teilgabe verabreichten Grobfuttermasse zu haben. Darüber hinaus kann dann aufgrund dieser Kenntnis der Dosierprozeß dahingehend beeinflußt werden, die errechneten Sollwerte mit entsprechenden Toleranzen zu realisieren bzw. gegebenenfalls zu korrigieren.

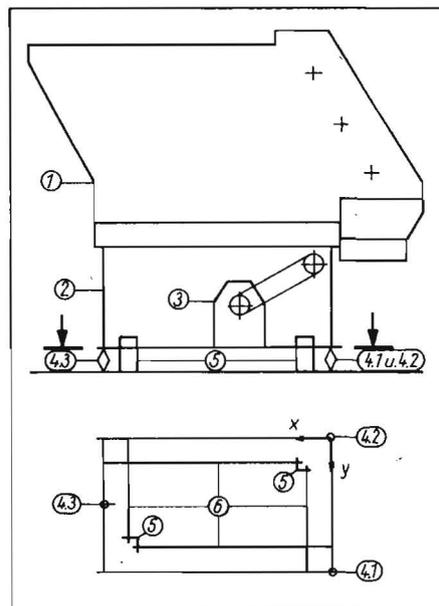
Die erforderliche Meßgenauigkeit ist eine wesentliche Größe für eine Wägeeinrichtung. Durch sie wird beispielsweise die Do-

- Bild 1. Gesamtansicht der untersuchten Wägeeinrichtung  
Bild 2. Prinzip der Versuchseinrichtung; 1 Dosierer, 2 Rahmen, 3 Antrieb, 4.1 bis 4.3 Kraftaufnehmer 1 bis 3, 5 Spannböcke, 6 Spannbänder  
Bild 3. Schwerpunktverlauf während des Dosierprozesses (I Lage von Kraftaufnehmer 1, II Lage von Kraftaufnehmer 3);  $S_0$  Schwerpunkt des leeren Dosierers  $S_1$  Schwerpunkt bei einer Zuladung von 100 kg  $S_2$  Schwerpunkt bei einer Zuladung von 400 kg  $S_3$  Schwerpunkt bei einer Zuladung von 600 kg

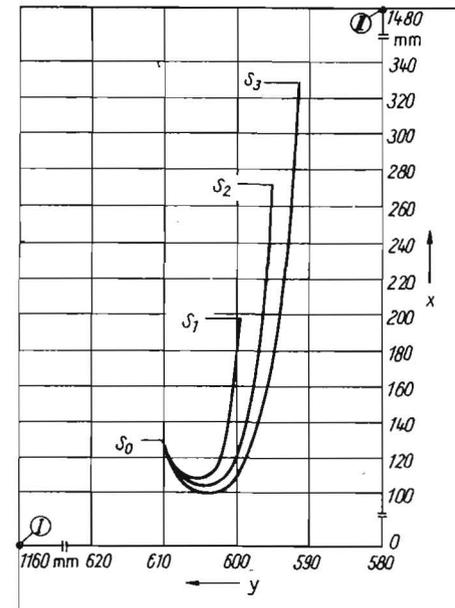
1



2



3



siergenauigkeit maßgebend bestimmt. Außerdem hat sie entscheidende Auswirkungen auf die Kosten und die Realisierbarkeit einer entsprechenden Einrichtung.

Hinsichtlich der Meßgenauigkeit bestehen bisher keine exakten Anforderungen. Sie ist von einer Vielzahl technischer, technologischer sowie biologischer Faktoren abhängig.

Bei der Herleitung von Anforderungen an die Meßgenauigkeit einer Wägeeinrichtung wird davon ausgegangen, daß den Tieren mit dem Futter die Energie verabreicht werden soll, die ihrem Bedarf entspricht. Der errechnete Energiebedarf für eine Gruppe von 32 Tieren und einen Zeitraum von 1 Woche ist allein aufgrund der Fehler bei der Ermittlung der Lebendmasse und der Milchmenge der Tiere mit einem Fehler von mehr als 6% behaftet. Klug u. a. [3] haben insgesamt für die Abweichung zwischen errechneter und tatsächlicher Energieaufnahme einer Gruppe von beispielsweise 41 Tieren und einen Zeitraum von 4 Wochen einen Fehler von 3,9% ermittelt. Bei kleineren Tiergruppen und Zeiträumen steigt der Fehler deutlich an.

Die errechnete Sollmasse einer Ration, die an eine Tiergruppe zu verabreichen ist, sowie der ermittelte Energieinhalt der verabreichten Gruppenration weisen bereits aufgrund der Fehler bei der Ermittlung des Feuchteanteils und des Energieinhalts der Futtermittel einen Fehler von fast 10% auf. Soll die mit der Gruppenration verabreichte Energie für eine Gruppe von 32 Tieren und einen Zeitraum von 1 Woche mit einem Fehler von noch annähernd 10% ermittelt werden, ist es erforderlich, die Masse dieser Ration mit einem Fehler von rd. 4% zu erfassen. Für die Wägeeinrichtung folgt daraus ein zulässiger Fehler von 0,15% bei einer Gesamtlast von 30000 kg.

#### 4. Konstruktion und Untersuchung einer stationären Wägeeinrichtung für den Grobfutteraufbau des Futterverteilmfahrzeugs M2554

##### 4.1. Gestaltung der Wägeeinrichtung

Die Gestaltung der Wägeeinrichtung umfaßt die Auswahl der Meßgeber, die Festlegung von Anzahl und Anordnung der Meßgeber sowie die Konstruktion der Krafterleiterelemente und notwendiger Rahmenbaugruppen.

Bei der Auswahl der Meßgeber wurde davon ausgegangen, daß zur Informationsverarbeitung stets ein elektrisches Signal benötigt wird. Günstig ist die Umwandlung der mechanischen Größe in eine elektrische unmittelbar im Meßgeber. Die elektrische Kraftmeßtechnik steht international und national auf einem sehr hohen Niveau. Eine Vielzahl von Meßgebern und entsprechenden Meßwertverarbeitungsgeräten ist vorhanden.

Meßgeber, die auf der Basis von Dehnmeßstreifen arbeiten, erfüllen die gestellten Anforderungen sehr gut. Das Funktionsprinzip dieser Geber besteht darin, daß an einem

Körper, der die Kraft aufnimmt und sich daraufhin verformt, Dehnmeßstreifen aufgebracht sind. Durch die Verformung ändert sich der elektrische Widerstand der Dehnmeßstreifen, und diese Änderung wird gemessen. Für die o. g. Wägeeinrichtung wurden Kraftaufnehmer des Typs 10128 vom VEB Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden verwendet.

Kriterien für die Festlegung von Anzahl und Anordnung der Meßgeber sind die Bauform des Dosierers sowie die Lastverteilung der gesamten Einrichtung. Unmittelbar verbunden mit dieser Festlegung ist die Entscheidung über die Notwendigkeit zusätzlicher Rahmenbaugruppen.

Für den untersuchten Grobfutteraufbau des Futterverteilmfahrzeugs M2554 wurde ein zusätzlicher Rahmen konstruiert, der in sich stabil ist. Dieser Rahmen nimmt einerseits einen Elektromotor für den Dosiererantrieb auf, andererseits erlaubt er eine Dreipunktlagerung (statisch bestimmtes System), mit der der Lastverteilung der Einrichtung Rechnung getragen wird. Die drei Kraftmeßdosen sind dementsprechend so angeordnet, daß sich zwei unterhalb vom Fräskopf und die dritte unterhalb der Behälterrückwand befinden.

Die Kraftmeßdosen wurden in Form einer sog. Pendellagerung eingebaut, um keine Querkräfte einzuleiten. Das setzt allerdings eine exakt senkrechte Positionierung der Kraftmeßdosen voraus. Eine Abweichung von der Senkrechten von beispielsweise nur 2,5° hat bereits einen Fehler von rd. 0,1% zur Folge. Die Querkräfte werden von 4 horizontal angeordneten Spannbändern aufgenommen. Aufgrund des geringen Meßweges der Kraftmeßdosen von 50 µm bei Nennbelastung tritt durch den Kraftnebenschuß ein Fehler von nur 3,5 · 10<sup>-4</sup>% auf.

Der Gesamtaufbau der in Zusammenarbeit mit dem VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Neuen entwickelten Einrichtung ist aus den Bildern 1 und 2 ersichtlich.

##### 4.2. Untersuchungsergebnisse

Mit der beschriebenen Einrichtung wurden Untersuchungen zur Meßgenauigkeit, zur Lastverteilung und zum dynamischen Verhalten während des Dosierprozesses sowie zur Sollwertabschaltung durchgeführt.

Die Meßgenauigkeit ist mit einer Masse von 1000 kg kalibriert worden. Alle Messungen wurden mit den o. g. Kraftmeßdosen und dem Auswertgerät adu200 durchgeführt. Der im untersuchten Bereich festgestellte mittlere Fehler beträgt 0,9 kg.

Bei den Untersuchungen zur Lastverteilung wurden für verschiedene Ausgangsfüllungsgrade die Verläufe des Gesamtschwerpunkts während des Dosierprozesses aufgenommen. Dieser verschiebt sich sowohl in Längs- als auch in Querrichtung (Bild 3). Die Verschiebung in Dosiererquerrichtung y hat ihre Ursache hauptsächlich in dem bereits um etwa 30 mm außerhalb der Längsachse liegenden Schwerpunkt des leeren Dosie-

rs, aber auch in der immer ungleichmäßigen Befüllung des Dosierers. Bei einer Verlagerung des Schwerpunktes des leeren Dosierers auf seine Längsachse wurde während des Dosierprozesses immer noch eine Schwerpunktverschiebung in Dosierquerrichtung y von 4 mm ermittelt. Die Auswertung dieser Untersuchungen ergab, daß stets der gesamte Dosierer zu wägen ist, da ein Ersetzen von Meßgebern durch Auflager zu große Fehler zur Folge hat.

Bei der Untersuchung des dynamischen Verhaltens der Einrichtung wurde das Massesignal vom Analogausgang des Meßgeräts mit einem Lichtschreiber aufgezeichnet. Dabei konnten während des Dosierprozesses Amplituden von rd. ± 20 kg registriert werden. Der Einschaltvorgang ruft Amplituden von bis zu ± 30 kg hervor. Die Amplituden sind im untersuchten Bereich nicht von der Belastungshöhe abhängig.

Weitere Untersuchungen wurden zum portionsweisen Beschicken und Entleeren des Dosierers anhand bestimmter Vorgaben durchgeführt. Dabei wurden die Zuführeinrichtung oder der Dosierer beim Erreichen unterschiedlicher vorgegebener Sollwerte durch ein Ausgangssignal vom Meßgerät abgeschaltet. Die aufgetretenen mittleren Abweichungen zwischen Soll- und Istwert betragen 1,1 kg.

#### 5. Zusammenfassung

Die massekontrollierte Grobfutterdosierung ermöglicht eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere und trägt wesentlich zur Senkung des spezifischen Futteraufwands bei. Eine Möglichkeit der Masseerfassung ist die Wägung des Dosierers durch die elektrische Messung der Gewichtskraft. Auf dem Gebiet der Kraftmessung liegen umfangreiche Erkenntnisse vor, und eine präzise und zuverlässige Meßtechnik ist vorhanden. Am Grobfutteraufbau des Futterverteilmfahrzeugs M2554 wurden verschiedene Untersuchungen zur massekontrollierten Grobfutterdosierung unter Verwendung von Kraftmeßdosen durchgeführt. Die Eignung dieser Einrichtung zur stationären massekontrollierten Grobfutterdosierung konnte nachgewiesen werden.

#### Literatur

- [1] Kolbitz, K.; Howitz, C.: Zur Entwicklung der Futterökonomie. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Moskau/Berlin (1987) 6, S. 461-463.
- [2] Schröder, E.: Realisierung einer leistungsabhängigen Einzeltierfütterung für Rinder - Ein Beitrag zur Produktionskontrolle und -steuerung in der Tierhaltung. Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Förderungstechnik, Dissertation B, 1984.
- [3] Klug, F.: Erkenntnisse einer indirekt geschätzten Trockensubstanz- und Energieaufnahme, abgeleitet am Reihenteilversuch zum Eiweißexperiment. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf, Forschungsbericht 1982.

A 5281