

Einsatzmöglichkeiten von Förderbandwaagen in Rinderproduktions- und Futteraufbereitungsanlagen

Dipl.-Ing. G. Michaelis, KDT/Dr. M. Gläser/Dipl.-Ing. F. Zschaage, KDT
 Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

Obwohl der Futterwert landwirtschaftlicher Futterstoffe in erster Linie durch biologische und chemische Größen, wie Energiekonzentration, Eiweißgehalt, Geschmack usw., ausgedrückt wird, bezieht sich nach dem gegenwärtigen Stand der Technik der zu realisierende Fütterungsauftrag vorrangig auf eine Masse, die durch Integration eines Massestromes über der Fütterungszeit gebildet wird [1]. Wegen der kontinuierlichen Produktionsweise moderner industriemäßiger Rinderproduktions- und Futteraufbereitungsanlagen kommen für die Messung in erster Linie Förderbandwaagen in Frage. Durch den Einsatz derartiger Wägesysteme werden folgende Rationalisierungseffekte angestrebt:

- Verbesserung der Dosierungsgenauigkeit mit günstigem Einfluß auf tierische Leistung und Futtermittelverbrauch [2, 3]
- Möglichkeit der automatischen Regelung von Futterströmen durch Einsatz von Bandwaagen als Signalgeber
- verbesserte Möglichkeiten der inner- und zwischenbetrieblichen Bilanzierung.

Förderbandwaagen werden vorrangig in drei Bauformen hergestellt, die sich durch die Art und Weise der Erfassung der Streckenbelegung unterscheiden. Es besteht die Aufgabe, zu überprüfen, welche Bauform unter den gegenwärtigen und den in näherer Zukunft vorliegenden Praxisbedingungen die günstigsten Einsatzmöglichkeiten bezüglich nachfolgender Kriterien hat:

- Einfügbare in standardisierte Gurtbandförderer
- Aufwand für Justierung und Tarierung
- Wartungs- und Bedienungsaufwand
- Wägefehler
- Liefermöglichkeiten und Investitionsaufwand.

2. Methode

2.1. Charakterisierung der Bauformen

Nach dem Meßprinzip werden unterschieden [4]:

- Waagen mit direktem Masse- oder Drehmomentenvergleich (mechanisch integrierende Bandwaagen)
- Waagen mit Kraftwirkungsvergleich durch Umsetzen der Kraftwirkung, beispielsweise in elektrische Größen (elektromechanische Bandwaagen)
- Waagen, bei denen die Strahlungsabsorption bzw. -streuung zur Ermittlung der Streckenbelegung ausgenutzt wird (radiometrische Bandwaagen).

Förderbandwaagen sind aus mindestens drei Funktionseinheiten aufgebaut (vgl. Bild 1 in [7]):

- Meßwertgeber für die im allgemeinen zeitlich veränderliche Streckenbelegung (Waagenbrücken oder radiometrische Streckenbelegungs sondens)

— Meßwertgeber für die Geschwindigkeit des Fördergutes, die mit der Gurtgeschwindigkeit identisch sein soll

— Einrichtung, die die von den Meßwertgebern gelieferten Signale zu den interessierenden Meßgrößen Massestrom und geförderte Masse verarbeitet (Wägeschrank).

Bei mechanisch integrierenden Förderbandwaagen wird das Streckenbelegungssignal von den als Meßwertgeber fungierenden Tragrollen über ein Hebelsystem und das Gurtgeschwindigkeitssignal von einem als Meßwertgeber fungierenden Reibrad über eine Transmission dem Wägeschrank zugeführt (Bild 1). Die Integration im Wägeschrank erfolgt mechanisch.

Bei den elektromechanischen Förderbandwaagen wird das Streckenbelegungssignal von den Tragrollen mit Hilfe eines Kraftmeßwandlers in ein elektrisches Signal überführt und dem Wägeschrank zugeleitet (Bild 2).

Das Gurtgeschwindigkeitssignal wird von

Bild 1
 Mechanisch-integrierende (Mehrrollen-) Bandwaage

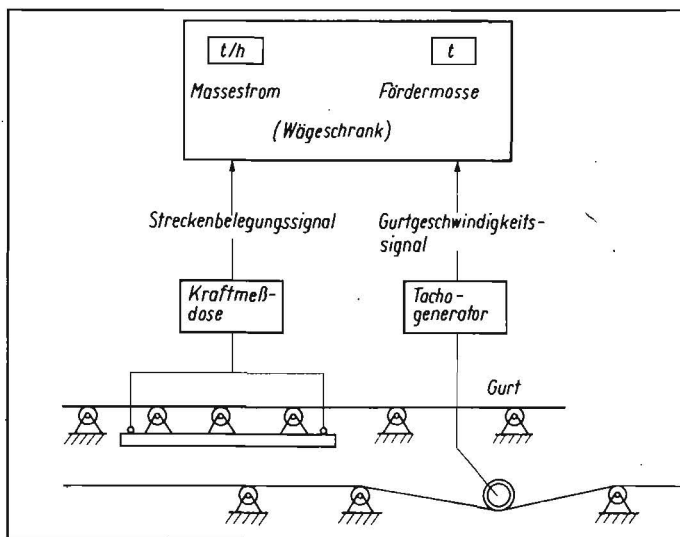


Bild 2
 Elektromechanische (Mehrrollen-) Bandwaage

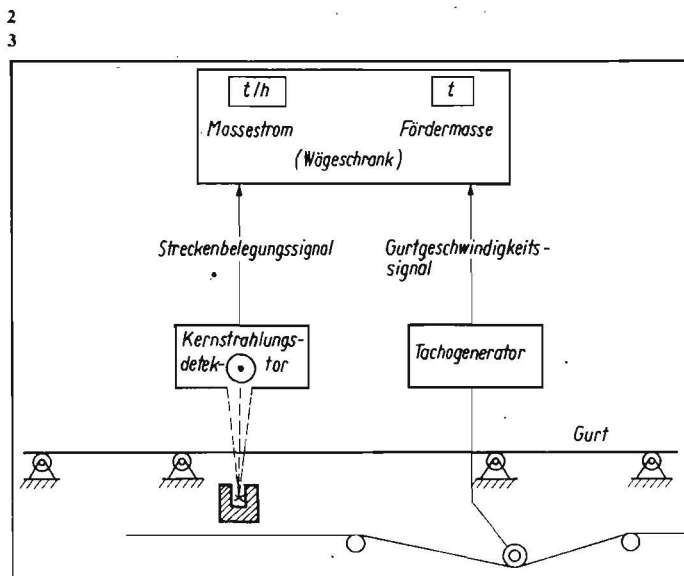
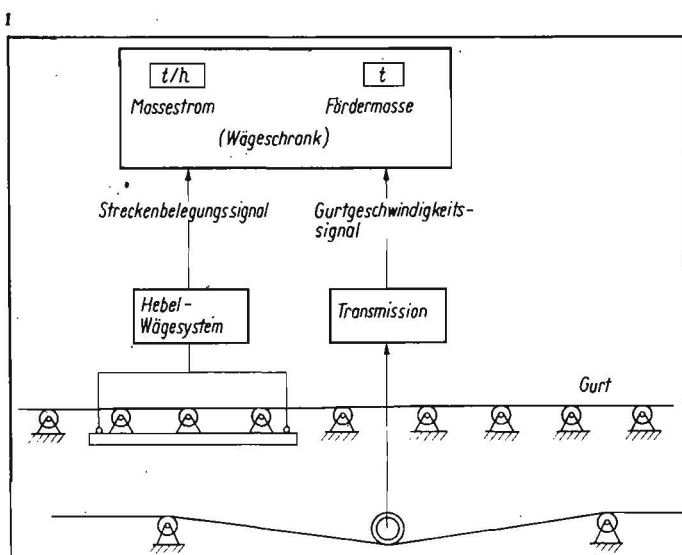


Bild 3
 Radiometrische Bandwaage



einem Reibrad über einen Tachogenerator ebenfalls in ein elektrisches Signal überführt. Die Integration im Wägeschrank erfolgt elektronisch.

Bei den radiometrischen Bandwaagen wird das Streckenbelegungssignal über die durch die transportierte Masse bewirkte Strahlenschwächung oder -streuung geliefert und als elektrisches Signal weitergeleitet (Bild 3). Die Gewinnung des Gurtgeschwindigkeitssignals und die Integration erfolgen wie bei den elektromechanischen Bandwaagen.

2.2. Versuchsdurchführung

Für die experimentellen Untersuchungen unter Prüfstandsbedingungen wird ein Förderkreislauf, der aus einem stationären Gurtbandförderer mit einer Länge von 65 m, einem Grobfutterdosierer vom Typ H 10.1 E und mehreren mobilen Gurtbandförderern besteht, benutzt. In den stationären Förderer sind je eine in der DDR produzierte mechanisch integrierende und elektromechanische Förderbandwaage sowie eine im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft (FZM) Schlieben/Bornim entwickelte Streckenbelegungs-sonde eingebaut [5, 6, 7]. Die Vergleichswägungen werden mit einer geeichten Straßenfahrzeugwaage mit einem Wägefehler $\leq 0,2\%$ vorgenommen. Der bei der Wägung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Futterstoffe auftretende relative Wägefehler wird in Abhängigkeit von der auf die Nennstreckenbelegung bezogenen relativen Streckenbelegung ermittelt und mit den durch das ASMW vorgegebenen Eichfehlergrenzen sowie den agrotechnisch geforderten Fehlergrenzen verglichen [8, 9]. Es werden jeweils zwischen 200 kg und 1 000 kg gewogen.

Praxisuntersuchungen mit der elektromechanischen Förderbandwaage werden in Zusammenarbeit mit der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim in der Rindermastanlage Hohen Wangelin, Bezirk Neubrandenburg, durchgeführt. Es wurden vier Bandwaagen nachträglich in die Fütterungseinrichtung eingebaut, von denen je 2 die Trockenfütterung und die Gesamtfütterung wiegen. Die Untersuchungen beziehen sich vorrangig auf die Übertragbarkeit der unter Prüfstandsbedingungen gewonnenen Ergebnisse auf den Einsatz in Praxisanlagen. Der gleichen Zielstellung dient der in Zusammenarbeit mit dem Kombinat Fortschritt Landmaschinen durchgeführte versuchsweise Einsatz von 2 mechanisch integrierenden Förderbandwaagen in Anlagen zur Herstellung von Futtermischungen mit Strohanteil. Außerdem werden die durch andere Einrichtungen beim Einsatz von mechanisch integrierenden Förderbandwaagen in der Landwirtschaft gewonnenen Erfahrungen ausgewertet [10].

Radiometrische Förderbandwaagen konnten in der Landwirtschaft noch nicht unter Praxisbedingungen eingesetzt werden. Deshalb werden die mit der im Gaskombinat Schwarze Pumpe zur Kontrolle der BHT-Koks-Produktion eingesetzten radiometrischen Bandwaage RBW 01 und die mit der im FZM Schlieben/Bornim zur Rationalisierung der Forschungsarbeit eingesetzten radiometrischen Streckenbelegungs-sonde gemachten Erfahrungen zur Auswertung herangezogen [11, 12].

3. Ergebnisse

3.1. Einfügbarkeit in standardisierte Gurtbandförderer

Förderbandwaagen der untersuchten Bauformen können ohne Unterbrechung und auf-

wendige Änderung der Tragkonstruktion in ortsfeste, ebene oder ansteigende Gurtbandförderer, radiometrische Bandwaagen außerdem auch in mobile Förderer, eingebaut werden. Dabei darf keine Relativbewegung zwischen dem zu wägenden Futter und dem Gurtband in Förderrichtung auftreten, so daß der Steigungswinkel begrenzt ist und im günstigsten Fall maximal 20° betragen kann.

Bei mechanischen und elektromechanischen Bandwaagen führen Schwingungen durch mangelnde Steifigkeit der Tragkonstruktion oder exzentrischen Lauf der Tragrollen zu erhöhten Wägefehlern. Die erforderlichen Einbaulängen liegen für die das Streckenbelegungssignal liefernden Einrichtungen bei den mechanischen und elektromechanischen Bandwaagen zwischen 2 m und 4 m, bei den radiometrischen zwischen 0,10 m und 0,25 m. Bei ersteren muß außerdem ein Mindestabstand der Auf- oder Abgabestellen des zu wägenden Futters zur Waagenbrücke von etwa 1,5 m als Beruhigungsstrecke eingehalten werden. Die das Gurtgeschwindigkeitssignal liefernden Einrichtungen benötigten in allen Fällen nur eine Einbaulänge unter 0,5 m. Die Wägeschränke können in unmittelbarer Nähe der Waagenbrücke bzw. der radiometrischen Streckenbelegungs-sonde oder entsprechend der agrotechnischen Forderung in einer Entfernung bis zu etwa 200 m installiert werden.

Problematisch ist der Einbau von Bandwaagen in sehr lange Gurtbandförderer, bei denen die Umlaufzeit des Gurtbandes größer ist als die Zeit für eine Wägung. Praktische Erfahrungen zeigen, daß es dabei durch unterschiedliche Eigenmasse einzelner Partien des Gurtbandes trotz einwandfreier Tarierung zu zusätzlichen Wägefehlern kommt.

3.2. Aufwand für Justierung und Tarierung

Entsprechend der Eichvorschrift des ASMW ist für Förderbandwaagen bei der Erstjustierung nach der Tarareinstellung und -kontrolle eine stationäre Eichung mit vorgegebenen Lasten und eine anschließende Kontrollwägung mit mindestens 10 % der Masse, die im vorgesehenen Einsatzfall je Stunde gefördert werden soll (Nennmassenstrom), vorgeschrieben [8]. Der Zeitaufwand für diese Erstjustierung beträgt bei allen 3 Waagenbauformen, auch wenn sie nicht eichpflichtig sind, etwa 2 Tage.

Während des anschließenden Betriebs ist eine tägliche Tarakontrolle erforderlich, die mit Ausnahme der mechanisch integrierenden Bandwaage vom Wägeschrank aus vorgenommen werden kann und durchschnittlich etwa 0,5 AKh beansprucht. In Monatsabständen ist eine Nachjustierung notwendig, wozu etwa 2 AKh erforderlich sind.

3.3. Wartungs- und Bedienungsaufwand

Bei den untersuchten Bandwaagenbauformen gehört das Sauberhalten der Waagenbrücke und des Gurtbandes in Verbindung mit der Tarierung zu den wichtigsten Wartungsmaßnahmen. Bei der mechanisch integrierenden und der elektromechanischen Bandwaage sind außerdem eventuelle Verkrustungen auf den Tragrollen im Bereich der Waagenbrücke zu beseitigen. Die Häufigkeit dieser Wartungsarbeiten hängt stark von den Einsatzbedingungen ab, der Aufwand dafür übersteigt jedoch im Normalfall nicht 50 AKmin je 100 Betriebsstunden. Ferner muß etwa jährlich das Hebelsystem der Waagenbrücken durch einen Waagenmechaniker überprüft und nach etwa 10 000 Betriebsstunden überholt werden.

Bei radiometrischen Bandwaagen sind in Ab-

ständen von etwa 2 bis 3 Jahren die elektromechanischen Baugruppen, vor allem die Kernstrahlungsdetektoren, zu überprüfen.

Die Bedienung beschränkt sich auf das Ablesen des Wägeregebnisses sowie auf das Starten, Stoppen und Rückstellen des Zählers für die geförderte Futtermasse und kann durch entsprechende BMSR-Einrichtungen noch weiter reduziert werden.

3.4. Wägefehler

Die Hersteller der mechanisch integrierenden und der elektromechanischen Förderbandwaagen geben für den Betrieb innerhalb der vom ASMW festgelegten Einsatzgrenzen von 20 bis 100 % der Nenn-Streckenbelegung einen Wägefehler von $\leq |1|$ % an [5, 6]. Der Wägefehler radiometrischer Bandwaagen wird mit $\leq |3|$ %, bei konstantem oder -geformtem Schüttprofil auch mit $\leq |1|$ % angegeben [13, 14]. Beim Wägen landwirtschaftlicher Futterstoffe sind die auftretenden Wägefehler im allgemeinen größer (Bild 4). Sie liegen jedoch innerhalb der agrotechnisch geforderten Fehlergrenzen.

Wesentlichen Einfluß auf den Wägefehler haben die relativ geringe Schüttdichte der Futterstoffe und die starken kurzzeitigen Schwankungen der Masseströme entsprechend dem Fehler der Dosiergleichmäßigkeit [1]. Letztere führen dazu, daß die Belastung der Waagenbrücke häufig kurzzeitig außerhalb der Grenzen von 20 bis 100 % der Nenn-Streckenbelegung liegt. Darin sind die größeren Wägefehler bei Rübenschnitzeln begründet (Bild 4b).

Die geringe Schüttdichte der Futterstoffe führt dazu, daß die die Waagenbrücke belastende Masse des Gurtbandes etwa die gleiche Größe wie die zu wiegende Futtermasse hat, so daß eine genaue Tarierung der Waagen erforderlich ist. Einfache Möglichkeiten zur Tarierung, wie sie vor allem bei der elektromechanischen Förderbandwaage gegeben sind, führen zu geringeren Wägefehlern im Praxiseinsatz.

3.5. Liefermöglichkeiten und Investitionsaufwand

Mechanisch integrierende und elektromechanische Förderbandwaagen werden in der DDR serienmäßig hergestellt [5, 6]. Die Typenreihe umfaßt Waagen mit Nennmassenströmen von 2 bis 10 t/h mit Mehrrollen-Waagenbrücken und von 10 bis 8 000 t/h mit Einrollen-Waagenbrücken. Radiometrische Förderbandwaagen werden innerhalb des RGW in der VR Bulgarien und in der VR Polen hergestellt [13, 14]. Diese Waagen wurden jedoch für die Wägung von Stoffen höherer Dichte und von größeren Masseströmen entwickelt und sind in dieser Form für die Wägung von Futterstoffen nicht einsetzbar. Die im FZM Schlieben/Bornim entwickelten Streckenbelegungs-sonden sind speziell auch für die Wägung leichterer Stoffe und geringerer Masseströme ausgelegt, sie werden jedoch noch nicht industriell hergestellt.

Der für radiometrische Förderbandwaagen zu erwartende Intensivierungsaufwand ist mit dem für elektromechanische Waagen vergleichbar, während er für mechanisch integrierende Bandwaagen nur etwa 30 % davon beträgt. Die für den Betrieb einer elektromechanischen Förderbandwaage in einer Milchviehanlage mit 2 000 Tierplätzen erforderlichen Abschreibungs- und Instandhaltungskosten werden bereits durch eine Grobfuttereinsparung von 0,5 % kompensiert [15].

4. Schlußfolgerungen

Die Meßergebnisse zum Wägefehler zeigen, daß die untersuchten Waagenbauformen bei vor-

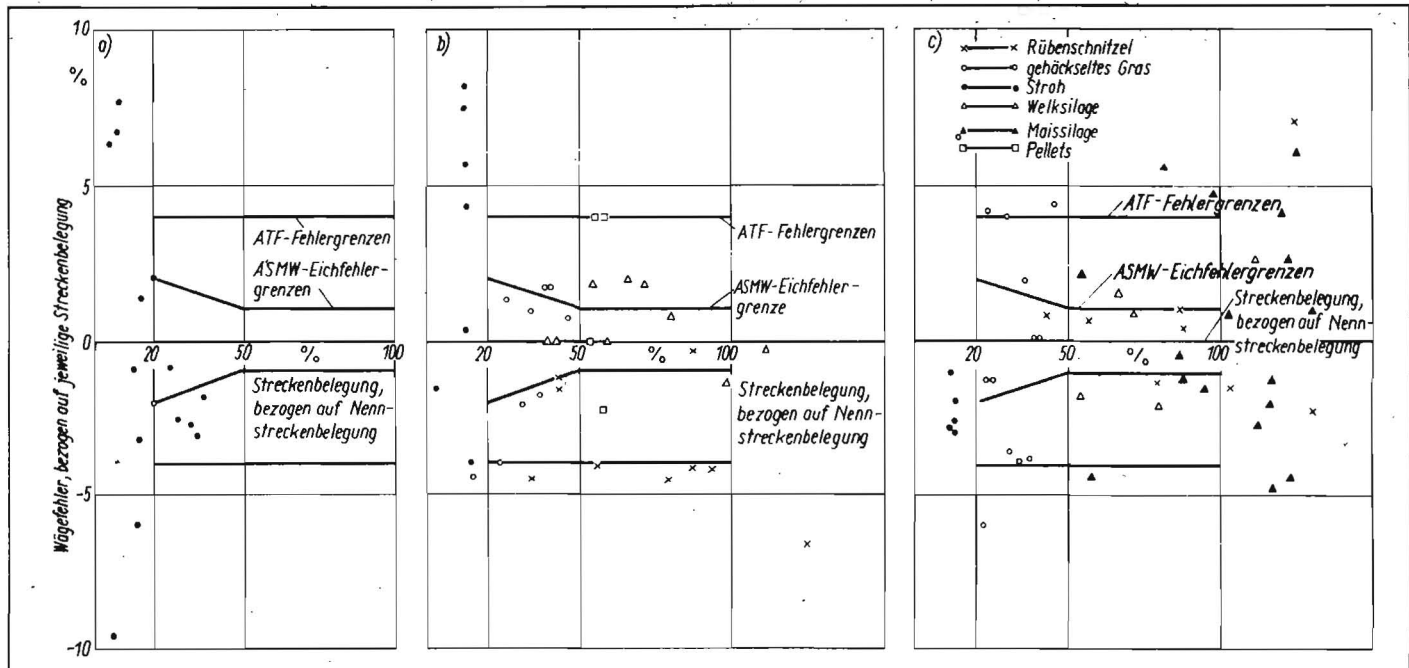


Bild 4. Wägefehler verschiedener Förderbandwaagen:
 a) mechanisch integrierende Bandwaage MIF
 b) elektromechanische Bandwaage EBW
 c) radiometrische Bandwaage (Streckenbelegungssonde RSS-5 mit konstanter Gurtgeschwindigkeit)

Tafel 1. Vergleich unterschiedlicher Bandwaagen (Punktbewertung)

| Beurteilungskriterium | Variante elektromechanische Bandwaage | mechanisch integrierende Bandwaage | radiometrische Bandwaage |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Wägefehler | 3 | 2 | 1 |
| Einbaubedingungen | 1 | 1 | 3 |
| Aufwand für Justierung, Wartung und Pflege | 2 | 1 | 1 |
| Investitionsaufwand | 1 | 3 | 1 |
| Realisierungsmöglichkeit | 3 | 3 | 1 |
| Summe | 10 | 10 | 7 |

schriftsmäßiger Pflege und Wartung die agrotechnisch geforderten Fehlergrenzen von $\leq 4\%$ unterschreiten und daher in Rinderproduktions- und Futteraufbereitungsanlagen grundsätzlich einsetzbar sind. Aus einer Gegenüberstellung geht hervor, daß sich die drei Bauformen hinsichtlich einer Gesamtbewertung nur gering unterscheiden, so daß durch technische Weiterentwicklungen in der Zukunft Änderungen der Bewertung möglich sind (Tafel 1). Hervorzuheben sind vor allem die geringeren Investitionsaufwendungen für die mechanisch integrierende Förderbandwaage und die vorteilhafteren Einbaubedingungen der radiometrischen Bandwaage. Letztere können jedoch erst wirksam werden, wenn die Fragen der industriellen Fertigung und des Strahlenschutzes in Praxisanlagen endgültig geklärt sind. In Rinderproduktionsanlagen sollten Förderbandwaagen vorrangig zur Kontrolle der Fütterung eingesetzt werden. Die Futterabrechnung zwischen Tier- und Pflanzenproduktion ist eine sekundäre Aufgabe. Dabei sind die Projektlösungen zum stationären Futterdosieren und -verteilen auf die Anforderungen des Bandwageneinsatzes abzustimmen, wozu auch die Einbindung in die Steuerung der Fütterung gehört. In Anlagen zur Futteraufbereitung sind Bandwaagen für die massekontrollierte Zusam-

mensetzung der Rezepturen oder für die kontinuierliche Massebestimmung des hergestellten Futtermittels zweckmäßig einsetzbar. Die Baugröße ist für den Vorzugsbereich der zu wägenden Masseströme auszulegen, damit die Waage fast ausschließlich im Bereich über 20% der Nenn-Streckenbelegung arbeitet. Förderbandwaagen sollten in den Projekten nur wahlweise auf Wunsch des Anlagenbetreibers angeboten werden, um die Gewähr dafür zu haben, daß ihr Einsatz eine ökonomische Futtermittelnutzung sichert und durch ordnungsgemäße Wartung und Pflege gewährleistet wird.

5. Zusammenfassung

In Rinderproduktions- und Futteraufbereitungsanlagen mit stationären Einrichtungen und kontinuierlicher Produktionsweise kommen für die Kontrolle der Masseströme von Futterstoffen in erster Linie Förderbandwaagen in Frage. Ausgehend von der Beschreibung der drei vorherrschenden Bauformen von Förderbandwaagen wird anhand der Ergebnisse von Prüfstands- und Praxisuntersuchungen die Erfüllung der agrotechnisch zu stellenden Forderungen bewertet.

Hauptkriterien sind der Wägefehler, die Einbaumöglichkeiten und die Betriebsbedingun-

gen. Obwohl alle drei untersuchten Bauformen die wesentlichen Anforderungen erfüllen, kommen für den Praxiseinsatz derzeit nur mechanisch integrierende und elektromechanische Förderbandwaagen in Frage, da für die radiometrischen Bandwaagen die Fragen der industriellen Fertigung und des Strahlenschutzes noch nicht endgültig geklärt sind.

Literatur

- [1] Michaelis, G.: Möglichkeiten und Grenzen der technischen Einrichtungen beim bedarfsgerechten Futterdosieren und -verteilen an Rinder. *agrartechnik* 29 (1979) H. 4, S. 160—162.
- [2] Grützmacher, B.: Untersuchungen zur Leistungsfütterung von Milchkühen unter industriemäßigen Produktionsbedingungen. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, Dissertation 1978 (unveröffentlicht).
- [3] Himmel, U.: Untersuchungen zum Einfluß der Verteilgenauigkeit von Futtrationen für Milchkühe. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, Dissertation 1975 (unveröffentlicht).
- [4] Padelt, E.; Damm, H.: Wägetechnik in der Automatisierung. Berlin: VEB Verlag Technik 1972.
- [5] Prospekte und Gerätebeschreibung „Mechanische Förderbandwaage“. VEB Wägemaschinen, 9103 Limbach-Oberfrohna 2, Kreuzstr. 7.
- [6] Prospekte und Gerätebeschreibung „Elektromechanische Förderbandwaage EBW“. VEB Kombinat Nagema, Betrieb Großwaagen Berlin, 1120 Berlin, An der Industriebahn 20—27.
- [7] Gläser, M.; Beer, M.: Radiometrische Streckenbelegungssonden — eine Kurzbeschreibung mit Einsatzmöglichkeiten. *agrartechnik* 29 (1979) H. 7, S. 305—307.
- [8] Eichvorschrift „Förderbandwaagen“. ASMW-VM 166 (3.1-EV) vom 1. Juli 1977.
- [9] Agrotechnische Forderungen an eine Förderbandwaage für Futtermittel. FZM Schlieben/Bornim, 1976 (unveröffentlicht).
- [10] Keller, K.: Rationalisierungslösung für die Dosierttechnik in Trocknungsbetrieben. *agrartechnik* 29 (1979) H. 5, S. 196—197.
- [11] Steuer, D.; Gläser, M.: Koksaustragsmessungen mit der radiometrischen Bandwaage RBW01. *Mitteilungen des Brennstoffinstitutes Freiberg* 9 (1978) H. 6, S. 18—35.
- [12] Prospekt „Nukleare Förderbandwaage RBW02“.

Fortsetzung auf Seite 221

Einige Ergebnisse der Untersuchungen zur Optimierung von Bandfütterungsanlagen

Dipl.-Ing. H. Neumann/Dipl.-Ing. M. Ziesch, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Problemstellung

In die Untersuchungen einbezogen wurden alle Bandförderer, die zur Fütterung in Rinderproduktionsanlagen eingesetzt werden. Zu diesen Bandförderer-Einrichtungen gehören das Zentralband, Krippeneinzugsbänder, obenliegende Abstreichbänder, verfahrbare Krippenbeschickungsbänder und alle Bänder, die dem Transport und der Zuführung der Futtermittel dienen.

Die durchgeführten Untersuchungen dienten besonders der Anpassung der Bandanlagen an die in Rinderproduktionsanlagen vorherrschenden Bedingungen.

Die Untersuchungen werden in enger Zusammenarbeit mit dem Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Landmaschinenbau Falkensee, durchgeführt. In den folgenden Ausführungen sollen aus der Vielzahl der Elemente von Bandförderer-Einrichtungen für die Fütterung in Tierproduktionsanlagen besonders die Elemente der Bandabstützung und der Gutabgabe sowohl in der Bandstrecke als auch am Ende der Bandstrecke betrachtet werden.

2. Bestimmung von Einsatzgrenzen rollentragener und gleitender Förderbänder beim Einsatz in Tierproduktionsanlagen

2.1. Ausgangspunkt der Untersuchungen

Entsprechend dem vorliegenden Entwurf der Agrotechnischen Forderung „Gurtbandförderer in Produktionsanlagen der Landwirtschaft“ soll der maximale Durchsatz der Bandfördereranlagen zur Fütterung in Tierproduktionsanlagen 50 t/h oder 250 m³/h bei einer Schüttdichte des Gutes von 0,2 t/m³ und einem Schüttwinkel von 25° betragen [1].

In Tierproduktionsanlagen werden sowohl tragrollengestützte als auch gleitende Förderbandanlagen eingesetzt. Die Entscheidung, welche Art der Bandabstützung gewählt wird, erfolgt ausschließlich nach der Art der vorgesehenen Abgabe des Fördergutes. Bei der Abgabe des Fördergutes über Kopf oder an definierten Abgabestellen oder durch Verfah-

ren des gesamten Förderers werden ausschließlich tragrollengestützte Bandanlagen eingesetzt. Der Einsatz von Gleitbandanlagen erfolgt z. Z. nur bei der Anwendung von oszillierenden Abstreichern und bei Krippeneinzugsbändern mit einer Abgabe des Fördergutes über die gesamte Länge der Bandanlage. Bei der Auswahl der Bandabstützung bleiben solche Parameter, wie z. B. Länge und Breite, Muldungsform, Bandgeschwindigkeit und Durchsatz der Bandanlage, unberücksichtigt. Die derzeitigen eingesetzten Bandanlagen sind mit 2teiligen V-förmigen Tragrollenstationen und einem Muldungswinkel von 15° bzw. 18° ausgerüstet. Ausnahmen bilden über der Futterkrippe angeordnete Abstreichbänder und Krippeneinzugsbänder, die ohne Muldung und gleitend ausgeführt werden. Die Fördergeschwindigkeiten variieren außer bei Krippeneinzugsbändern zwischen 0,8 m/s und 1,31 m/s. Der Tragrollenabstand im Obertrum beträgt maximal 1 m. Als Gleitflächen werden überwiegend Stahlblech oder gewachster Zement eingesetzt.

2.2. Parameter und Einflussfaktoren der Optimierung tragrollengestützter und gleitender Bandanlagen

Wichtigster Parameter tragrollengestützter Bandanlagen ist der Tragrollenabstand. Er ist abhängig von der örtlichen Gurtzugkraft, vom Bandmaterial, vom Muldungswinkel, von der Bandgeschwindigkeit, von der Länge und Breite des Bands und vom Durchsatz der Bandanlage.

Die Berechnung des Tragrollenabstands, bezogen auf in Tierproduktionsanlagen vorherrschende Bedingungen, ergab nach den in der Literatur angegebenen Berechnungsverfahren Tragrollenabstände zwischen 0,065 m und 2,37 m. Deshalb waren experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung des Tragrollenabstands unumgänglich [2]. Die Bestimmung des Tragrollendurchmessers wurde nicht in die Untersuchungen einbezogen, da bereits jetzt der kleinste von der Industrie gelieferte Tragrollendurchmesser verwendet wird.

Wichtigster Parameter der Optimierung gleitender Bandanlagen ist der erreichte dynamische Reibwert zwischen Gleitband und Stützfläche.

- Der dynamische Reibwert ist abhängig von
- Material und Gestaltung der Gleitfläche
 - Material des Gurtbands
 - Medium zwischen Band und Gleitfläche (Schmiermittel, Druckluft)
 - Flächenpressung (Durchsatz)
 - Gleitgeschwindigkeit
 - Temperatur.

Diese Faktoren wirken gleichzeitig und bedingen sich bzw. hängen voneinander ab, so daß eine Veränderung des Reibwerts nicht ohne weiteres nur einem dieser Faktoren zuzuordnen ist und die Veränderung eines Faktors auch zu einer Beeinflussung anderer Faktoren führen kann.

Bild 1 zeigt das Versuchsprogramm zur Untersuchung der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Wahl der Bandabstützung.

2.3. Untersuchung zur Ermittlung der Muldungsform

Die Muldungsform hat neben der Fördergeschwindigkeit einen entscheidenden Einfluß auf den Durchsatz der Bandanlage. Das ist besonders bei Fördergütern mit einem geringen Schüttwinkel, zu denen auch ein Teil der eingesetzten Futtermittel gehört, von Bedeutung.

Im Bild 2 werden die wichtigsten untersuchten Muldungsformen sowohl bei tragrollengestützter als auch bei gleitender Bandabstützung gezeigt. Als Vergleichswert zur Beurteilung des Durchsatzes bei den unterschiedlichen Muldungsformen wurde der theoretische Durchsatz eines ungemuldeten Gurtbands verwendet.

Die Belastung der Tragrollenlager durch den Transport landwirtschaftlicher Futtermittel ist infolge der geringen Dichte der Futtermittel und des daraus resultierenden niedrigen Durchsatzes geringer als in anderen Einsatzgebieten. Daher ist es möglich, mit einer minimalen Anzahl von Tragrollen je Station auszukommen. Eine Entscheidung, ob 2- oder 3teilige Tragrollenstationen besser geeignet sind, sollte die Ermittlung des theoretischen Durchsatzes liefern. Im Bild 2 ist zu erkennen, daß zwischen 2- und 3teiligen Tragrollenstationen hinsichtlich des Durchsatzes kein wesentlicher Unterschied besteht (Kurven 2 und 4). Eine Nachrechnung der Lebensdauer der Tragrollenlager ergab, daß es bei ausreichender Sicherheit ohne Probleme möglich ist, 2teilige Tragrollenstationen einzusetzen. Bei einer vorgegebenen Lebensdauer von 30000 h ergibt sich für einen Tragrollendurchmesser von 60 mm, eine Bandgeschwindigkeit von 1 m/s und einen Tragrollenabstand von 1 m ein möglicher Durchsatz von 160 t/h [3].

Die Nachrechnung der Tragrollenlebensdauer erfolgte auch im Hinblick auf eine mögliche Vergrößerung des Tragrollenabstands und der Bandgeschwindigkeit.

Im Bild 2 ist weiterhin zu sehen, daß durch die Anwendung 5- oder 7teiliger Tragrollenstationen bzw. von Wellenkantengurten eine wesentliche Durchsatzerhöhung erreichbar ist. Der Einsatz 5- oder 7teiliger Tragrollenstationen ist aber bei den geringen Belastungen durch landwirtschaftliche Futtermittel nicht gerechtfertigt und würde zu einer erheblichen Erhöhung der Anschaffungskosten der Anlage führen. Auch die Kosten eines Wellenkantengurtes liegen wesentlich über dem eines normalen Fördergurtes. Deshalb bleiben Wellenkantengurte speziellen Einsatzgebieten, wie z. B. der Steilförderung, vorbehalten.

Die Berechnung des optimalen Fördergurtquerschnitts in Abhängigkeit vom Muldungswinkel ist bei V-förmigen Tragrollenstationen nach folgender Beziehung möglich [2]:

$$\alpha = 0,25 (\pi - 2\beta);$$

α optimaler Muldungswinkel

β Schüttwinkel der Bewegung.

Dabei ergeben sich für landwirtschaftliche Futtermittel mit einem Schüttwinkel zwischen 40° und 15° optimale Muldungswinkel zwischen 25° und 37°. Bei Muldungs winkeln größer 20° kommt es aber, wie die experimentellen Unter-

Fortsetzung von Seite 220

VEB Gaskombinat Schwarze Pumpe, Brennstoffinstitut Freiberg und Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, 1979.

[13] Prospekte und Gerätebeschreibung der „Isotopenförderbandwaage RILIN 2/8000“. Kerntechnische Fabrik Plevin, Gen.-Vinarov-Straße 35 (VR Bulgarien).

[14] Prospekte und Gerätebeschreibungen der radio-metrischen Förderbandwaagen Typ 110, Typ 210, Typ 311, Zakład Diswiadczalny ZZUJ „Polon“, 03194 Warszawa, ul. Konwalcza 7 (VR Polen).

[15] Thiem, P.: Arbeitsmaterial zur Projektierung von Rinderproduktionsanlagen. FZM Schlieben/Bornim, 1980 (unveröffentlicht). A 2694