

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 Bandfördereranlagen 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 Bandfördereranlagen 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

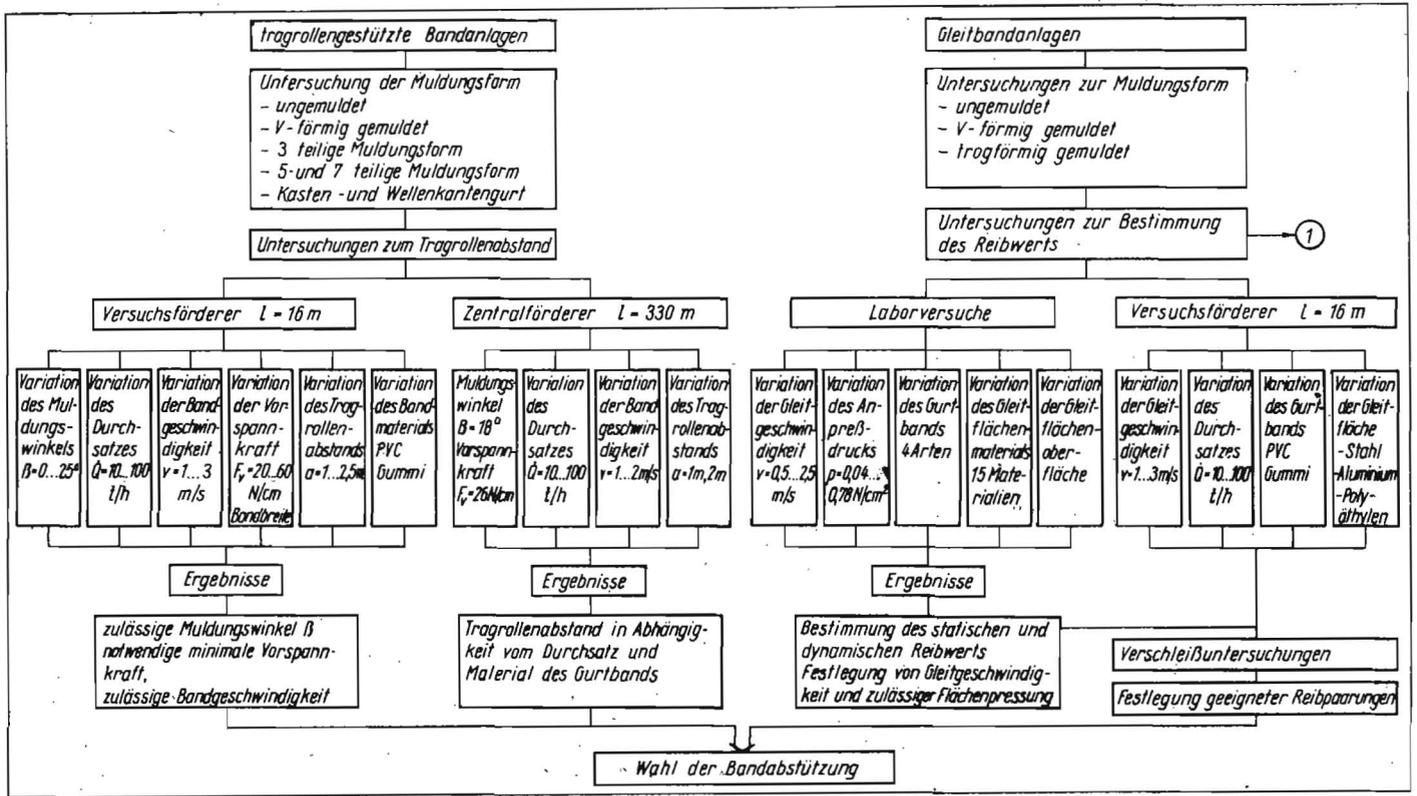


Bild 1. Versuchsprogramm zur Bestimmung der Einflußfaktoren auf die Wahl der Bandabstützung

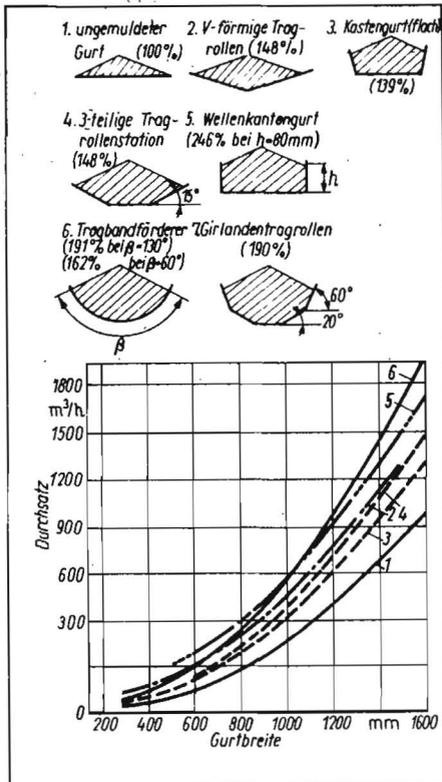


Bild 2. Theoretischer Durchsatz verschiedener Muldungsformen

Untersuchungen zeigen, zu einer starken Beanspruchung der mittleren Bandzone und bei der Verwendung von PVC-Fördergurten zum Einziehen des Bands in die Muldung. Deshalb sollte der Abstand der beiden Tragrollen einer Tragrollenstation in der Bandmitte 25 mm nicht übersteigen.

Die Wahl des Muldungswinkels stellt einen Kompromiß zwischen dem erreichbaren Durchsatz und der Bandbelastung dar. Der maximale Muldungswinkel für die z. Z. verwendeten Gurtbänder sollte 17 bis 20° betragen. Durch Messungen der Antriebsleistung und des Durchhangs, der einen entscheidenden Einfluß auf die Antriebsleistung hat, kann diese Aussage begründet werden.

Im Bild 3 ist dargestellt, daß eine Vergrößerung des Muldungswinkels über 20° zu einer Vergrößerung der Antriebsleistung führt und die Gurtbeanspruchungen weiter ansteigen.

2.4. Untersuchungen zur Ermittlung des Tragrollenabstands

Die Wahl des Tragrollenabstands entsprechend den Einsatzbedingungen einer Bandanlage hat einen entscheidenden Einfluß auf die Höhe der Anschaffungs- bzw. Betriebskosten. Der Preis für die Tragrollenstationen kann 20 bis 30 % des Gesamtpreises eines Gurtbandförderers betragen [2].

In den durchgeführten experimentellen Untersuchungen wurden folgende Größen durch elektrische Meßmethoden ermittelt:

- Drehmoment an der Antriebsstrommel
- Gurtdurchhang zwischen zwei Tragrollenstationen
- Bandgeschwindigkeit
- Durchsatz der Bandanlage.

Um bei allen Untersuchungen konstante Versuchsbedingungen zu erhalten, wurde ein spezielles Fördergut benutzt, das in seinen Parametern landwirtschaftlichen Fördergütern nahekommt (Gemisch aus Gummischrot und Stroh). Das Verhältnis der Masseanteile von Gummischrot und Stroh betrug 67:33 (feucht) bzw. 86:14 (trocken). Das Fördergut wurde ständig auf einem Trockensubstanzgehalt von 40 % gehalten, um ein Ausblasen der leichten Strohteilchen an den Übergabestellen bzw. ihre Zerkleinerung nach mehreren Dosierdurchläufen zu verhindern.

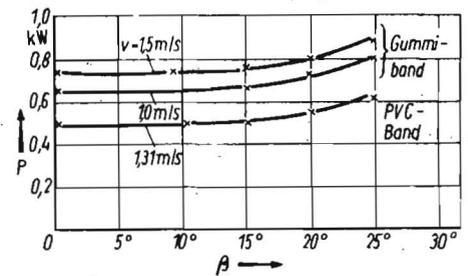


Bild 3. Abhängigkeit der Antriebsleistung P vom Muldungswinkel β der Bandanlage; $l = 16000 \text{ mm}$, $F_v = 2000 \text{ N}$; $a = 2000 \text{ mm}$, $Q = 75 \text{ t/h}$

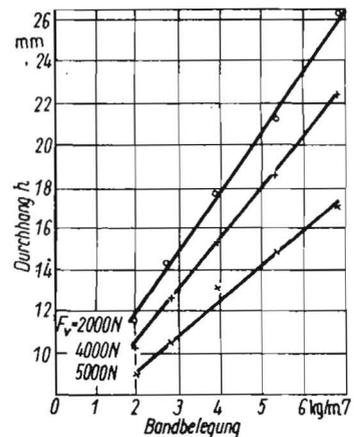


Bild 4. Einfluß der Bandbelegung auf den Gurtdurchhang h bei verschiedenen Vorspannkraften F_v ; $l = 16000 \text{ mm}$, $b = 650 \text{ mm}$, $a = 650 \text{ mm}$

Aus den durchgeführten Messungen wurde ersichtlich, daß die Wahl einer richtigen Vorspannkraft die Voraussetzung für alle folgenden Untersuchungen bildet. Im Bild 4 ist der lineare

Zusammenhang zwischen der Bandbelegung und dem Gurtdurchhang bei unterschiedlichen Vorspannkraften dargestellt. Aus den experimentellen Untersuchungen wurde eine minimale örtliche Gurtzugkraft von 30 N/cm Bandbreite ermittelt, die bei kurzen Bandanlagen der Vorspannkraft entspricht. Um diesen Wert beim Einsatz des Förderers einzuhalten, besteht die Notwendigkeit, ein einfaches Gerät zur Bestimmung der Gurtzugkraft zu schaffen [4].

Die Abhängigkeit zwischen prozentalem Durchhang und Tragrollenabstand ist im Bild 5 ersichtlich. Dabei haben Gummigurte infolge ihrer größeren Biegesteife einen wesentlich geringeren Durchhang als PVC-Gurte. Selbst bei der Überschreitung des maximalen Durchsatzes entsprechend der „Agrotechnischen Forderung“ und bei Tragrollenabständen von 2,5 m wird der Gurtdurchhang von 2% von beiden Bändern nicht überschritten.

Bei Tragrollenabständen von 1,5 m ergibt sich ein deutliches Minimum des Durchhangs. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch die Leistungsaufnahme des Förderers. Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, daß der z. Z. in Gurtbandförderern der Tierproduktionsanlagen vorherrschende Tragrollenabstand noch kein Optimum darstellt und Möglichkeiten der Vergrößerung des Tragrollenabstands vorhanden sind.

2.5. Untersuchungen zur Gestaltung von Gleitbandanlagen

Das Ziel dieser Untersuchungen bestand darin, zum einen günstige Reibpaarungen auszuwählen und zum anderen einen Vergleich mit tragrollengestützten Bandanlagen durchzuführen. Über Untersuchungen zur Wahl der Reibpaarung wurde in dieser Zeitschrift bereits berichtet [5, 6]. Aus der Vielzahl der untersuchten Reibpaarungen wurden folgende ausgewählt, die an einem Versuchsstand von 16 m Länge erprobt wurden:

- Stahl — PVC-Gurtband mit Deckanstrich
- Aluminium — PVC-Gurtband mit Deckanstrich
- Polyäthylen — PVC-Gurtband mit Deckanstrich
- Stahl — 3lagiges Gummiband
- Aluminium — 3lagiges Gummiband
- Polyäthylen — 3lagiges Gummiband.

Diese Untersuchungen zeigten, daß alle Reibpaarungen mit dem Gummiband infolge seiner wesentlich größeren Gurtmasse zu wesentlich höheren Leistungsaufnahmen des Förderers führen. Die ermittelten Reibwerte des Gummigurtes lagen über denen des PVC-Gurtes. Das steht im Widerspruch zu den in [5] und [6] dargestellten Aussagen. Die Ursache dafür liegt in den unterschiedlichen Gummiquitäten der verwendeten Gurtbänder. Nähere Untersuchungen dazu stehen noch aus.

Im Bild 6 ist der Leistungsbedarf eines 16 m langen Versuchsförderers bei verschiedenen Gleitflächen dargestellt. Besonders bei hohen Anpreßdrücken, d. h. hohem Durchsatz der Bandanlage, steigt der Leistungsbedarf eines Gleitbands mit Aluminiumgleitflächen stark an. Stahl und Polyäthylen erscheinen für den geforderten Einsatzfall als günstige Gleitflächen. Dabei liegt der Vorteil von Polyäthylen besonders in seiner Korrosionsbeständigkeit. Eine endgültige Entscheidung über die Wahl der Reibpaarung sollen Untersuchungen des Verschleißverhaltens bringen, die noch nicht vollständig abgeschlossen sind. Im Bild 6 wird auch ein Vergleich zwischen dem Leistungsbedarf

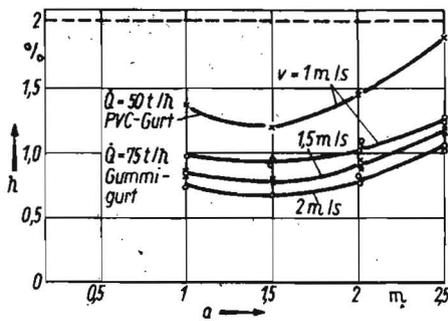


Bild 5. Prozentualer Durchhang h bei verschiedenen Tragrollenabständen a :
 $l = 16000 \text{ mm}$, $F_v = 2000 \text{ N}$, $b = 650 \text{ mm}$

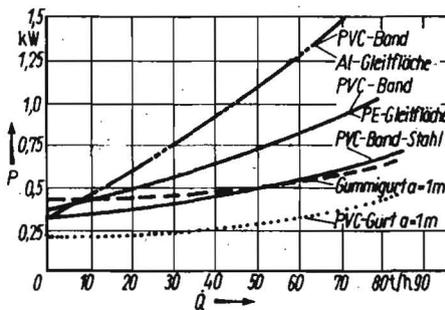
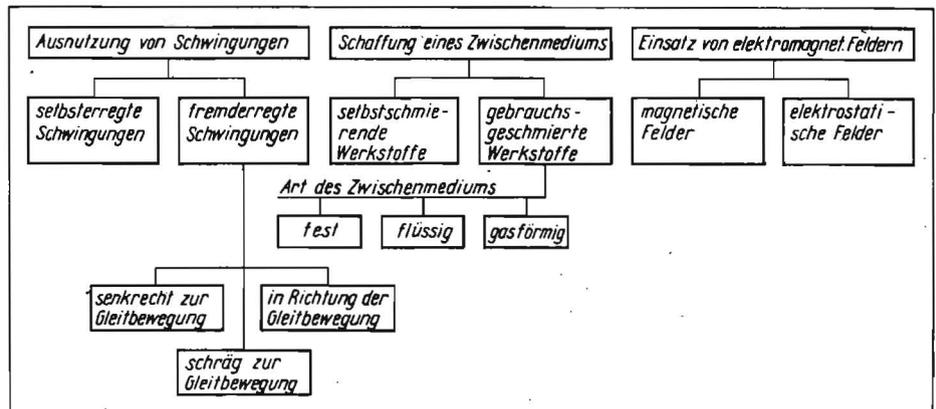


Bild 6. Leistungsbedarf einer Bandanlage von 16 m Länge bei verschiedenen Bandabstützungen

einer tragrollengestützten und einer Gleitbandanlage vorgenommen. Dabei zeigt sich, daß bei kurzen Bandanlagen (bis 20 m) der Leistungsbedarf eines tragrollengestützten Gurtbandförderers mit Gummigurt etwa dem eines Gleitbandförderers mit PVC-Gurt und Stahlgleitfläche entspricht. Ein Vorteil des Gleitbandförderers sind natürlich die wesentlich geringeren Anschaffungskosten.

Weitere Möglichkeiten der Verringerung der Reibung an Gleitbandanlagen stellen die Ausnutzung von Schwingungen, die Nutzung der magnetischen Schwebekraft und das Einbringen eines Zwischenmediums zwischen Band und Gleitfläche dar. Eine Zusammenstellung entsprechender Möglichkeiten erfolgt im Bild 7 [7]. Zur Ausnutzung dieser Möglichkeiten an Gleitbandanlagen liegen erste Ergebnisse vor, über die zu späterer Zeit berichtet werden soll.

Bild 7. Möglichkeiten der Reibwertverminderung an Gleitbandanlagen



3. Untersuchungen an Einrichtungen zur Gutabgabe

Bei einem Guttransport sind die transportierten Güter immer an bestimmten Stellen von den Transporteinrichtungen abzugeben. Ist das Transportmittel ein Gurtbandförderer, so kann die Gutabgabe am Ende der Bandstrecke, innerhalb der Bandstrecke oder über die Bandstrecke fortlaufend erfolgen. In den industriemäßigen Rinderproduktionsanlagen werden z. Z. folgende Abgabemöglichkeiten verwirklicht:

- am Ende der Bandstrecke
- an konstanter Stelle innerhalb der Bandstrecke mit
 - ortsfestem passiven Abstreicher
 - Bandschleife
 - Bandabwurfwagen
- über die Bandstrecke fortlaufend mit
 - oszillierendem Abstreicher.

Infolge unsachgemäßer Auslegung der einzelnen Abgabeeinrichtungen kann es zu teilweise erheblichen Futtermittelnverlusten kommen. Um die Abgabeeinrichtungen optimal auszuliegen, müssen die Förderguteigenschaften bekannt sein. Zu den wichtigsten Eigenschaften zählen:

- Schüttdichte
- Schüttwinkel
- Korngröße
- dynamische und statische Reibwerte.

Die in den industriemäßigen Rinderproduktionsanlagen auftretenden Fördergüter sind Futtermittel, die in ihren Eigenschaften stark schwanken. So hat z. B. die Schüttdichte einen Variationsbereich von 25 kg/m^3 bei gehäckseltem Stroh bis 1050 kg/m^3 bei zerkleinerten Futterrüben. Wegen des Einflusses der Feuchtigkeit und der Korngröße ist es möglich, daß sich der Variationsbereich noch erweitert. Deshalb besteht die Notwendigkeit, Abgabeeinrichtungen zu schaffen, die sich an die entsprechenden Futtermittel anpassen lassen.

Im folgenden soll nur auf die Gutabgabe am Ende und innerhalb der Bandstrecke eingegangen werden.

4. Gutabgabe am Ende der Bandstrecke

Die Gutabgabe am Ende der Bandstrecke stellt von der konstruktiven Gestaltung her die einfachste Möglichkeit dar. Als Abgabeeinrichtung dient die ohnehin vorhandene Antriebs- bzw. Umlenktrummel des Gurtbandförderers. Das Fördergut wird vom Gurtband getrennt, wenn sich die bei der Bewegung um die Abwurftrummel entstehende Radialkraft und die in Richtung dieser Radialkraft wirkende Komponente der Gewichtskraft im Gleichgewicht befinden.

- Die Lage des Trennpunktes ist abhängig von
- Fördergutmasse
 - Bandgeschwindigkeit
 - Abwurftrommelradius
 - weiteren auf das Fördergut wirkenden Kräften (z.B. Adhäsionskräfte zwischen Fördergut und Gurtband).

Hohe Adhäsionskräfte treten besonders beim Transport von Futtermitteln mit klebriger Konsistenz, z.B. Rübenblattsilage, auf. Die Adhäsionskräfte führen dazu, daß Teile des Gutstromes am Gurtband haften bleiben und diese dann durch die Bandreinigungseinrichtungen entfernt werden müssen. Um Futterverluste zu vermeiden, sind die Außengurtreiner in unmittelbarer Nähe der Abwurftrommel zu montieren.

Der Trennpunkt des Fördergutes vom Gurtband bildet den Anfang der sogenannten Abwurfparabel. Die Kenntnis des Verlaufs der Abwurfparabel ist wichtig für die Anordnung von nachfolgenden Einrichtungen. Die theoretische Bestimmung des Abwurfparabelverlaufs kann nach [8] erfolgen. Die Überprüfung des theoretisch ermittelten Kurvenverlaufs in experimentellen Untersuchungen mit verschiedenen Futtermitteln ergab eine gute Übereinstimmung [5]. Geringe Differenzen zwischen berechnetem und tatsächlichem Kurvenverlauf ergeben sich aus den Futtermitteleigenschaften. So wird z. B. ein Haften der Futtermittel in der Berechnungsgleichung nicht berücksichtigt. In den Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß der abgeworfene Gutstrom nur eine unwesentliche Beeinflussung durch den Luftwiderstand erfährt. Die später vom Gurtband getrennten Gutstromteile bremsen der Luftwiderstand ab, d.h. der Gutstrom streut in Abgaberichtung. Das Streuen des Gutstromes steigert sich mit Vergrößerung der Fallhöhe sowie mit der Erhöhung der Bandgeschwindigkeit. Die Breite des abgeworfenen Gutstromes vergrößert sich ebenfalls mit einer Erhöhung der Bandgeschwindigkeit. Die Ursache für das starke Streuen bei der Abgabe mit höheren Bandgeschwindigkeiten liegt im Zusammenstoß von Gutteilchen innerhalb des abgeworfenen Gutstromes und einer damit verbundenen Richtungsänderung in der Bewegung der Teilchen. Allerdings treten diese Erscheinungen erst bei Bandgeschwindigkeiten über 2,5 m/s verstärkt auf. Die Guthöhe auf dem Gurtband stellt einen weiteren Einflußfaktor auf die Breite des abgeworfenen Gutstromes dar.

Der Gutstrom hat während des Abwurfs eine bestimmte Energie. Beim Auftreffen muß diese Energie von der Auftrefffläche oder vom Gutstrom aufgenommen werden. Nimmt die Auftrefffläche nur einen sehr geringen Energieanteil auf, so führt der noch vorhandene hohe Energieanteil zum Entmischen des Gutstromes und zur teilweisen Zerstörung von schlagempfindlichen Gutstromteilen, z. B. von pelletierten Futtermitteln. Aus diesem Grund sowie wegen des verstärkten Streuens sollte die Fallhöhe möglichst gering gehalten werden. Weiterhin wäre zur Vermeidung von Verstopfungen zu beachten, daß der Gutstrom während des Abwurfvorgangs nicht in seiner natürlichen Bahn gestört wird. Das läßt sich jedoch nicht in jedem Fall verwirklichen. So ein Fall tritt z. B. mit der Verwendung von mehreren hintereinander unter verschiedenen Winkeln angeordneten Gurtbandförderern auf. Die Aufgabe des Fördergutes auf einen nachfolgenden Gurtbandförderer muß so geschehen, daß das Gut mittig auf das Gurtband auftrifft. Eine nicht-mittige Gutaufgabe bewirkt ein einseitiges Auslaufen des Gurtbands, was einen erhöhten

Verschleiß nach sich zieht. Um die Forderung der mittigen Gutaufgabe zu erfüllen, werden Leiteinrichtungen zur Führung des Gutstromes, wie Prallbleche, Schurren oder Trichter, eingesetzt. Die Leiteinrichtungen sind dabei nach der Lage der Abwurfparabeln verstellbar anzuordnen. Der Nachteil der Leiteinrichtungen besteht darin, daß sie für langhalmige Güter nicht gut geeignet sind, da sie mit diesen Gütern zu Verstopfungen neigen.

5. Gutabgabe innerhalb der Bandstrecke

Bei der Gutabgabe innerhalb der Bandstrecke muß der Gutstrom immer aus seiner ursprünglichen Bewegungsrichtung ausgelenkt werden. Dazu stehen verschiedene Abgabeeinrichtungen zur Verfügung. Vom Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Landmaschinenbau Falkensee, werden als Abgabeeinrichtungen passive Abstreicher, Bandschleifen und Bandabwurfwagen produziert. International sind zur Gutabgabe von Gurtbandförderern auch quer zur Bandrichtung angeordnete Schnecken [9] und Bürstenabgabeeinrichtungen [10] bekannt.

5.1. Abstreicher

Abstreicher sind zur Gutstromumlenkung weit verbreitet. Sie bestehen im Prinzip aus einer schräg zur Gurtbandachse gestellten senkrechten Platte. Bei gemuldeten Bändern muß vor der Gutstromumlenkung die Muldung aufgehoben werden. Die derzeitige Abstreickerkonstruktion weist beim Einsatz zur Futtermittelabgabe noch einige Mängel auf, z.B. kommt aufgrund von Stauungen kein kontinuierlicher Gutstrom zustande.

Um diesen Hauptmangel des Abstreickers, die Stauneigung, zu beseitigen, wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Das Aufstauen des Gutstromes tritt hauptsächlich an zwei Stellen des Abstreickers auf (Abstreichblech, Schurre). Die Ursache für das Aufstauen des Gutstromes am Abstreichblech besteht in der Reibung zwischen Fördergut und Abstreichblech. So hat z. B. gehäckseltes Gras auf Stahl einen Reibwert von 0,8, wobei sich dieser noch mit steigender Gutfeuchtigkeit erhöht. Neben den Guteigenschaften ist der Reibwert weiterhin von Flächenpressung, Oberflächen-

beschaffenheit sowie Gleitgeschwindigkeit abhängig. Deshalb dienten die ersten Untersuchungen zum Finden einer optimalen Einstellung des passiven Abstreickers. Folgende Parameter konnten variiert werden:

- Gutart
- Durchsatz
- Abstreicheranstellwinkel
- Bandgeschwindigkeit.

Als Fördergüter standen sowohl gehäckselte als auch langhalmige Futtermittel zur Verfügung. In den durchgeführten Untersuchungen zeigte sich, daß die Stauneigung erst mit Bandgeschwindigkeiten von über 1,6 m/s abnimmt. Niedrigere Bandgeschwindigkeiten führten zum Abreißen des Gutstromes, d.h. größere Anhäufungen des Gutes rollten in unregelmäßigen Abständen über die Schurre ab. Die gleiche Erscheinung stellte sich mit Erhöhung des Abstreicheranstellwinkels auf über 35° ein. Ein relativ kontinuierlicher Gutstrom während des Abstreichvorgangs ließ sich nur bei einer Bandgeschwindigkeit von 2,0 m/s und einem Abstreicheranstellwinkel von 30° erreichen. Eine Möglichkeit der Verringerung der Flächenpressung besteht in der Neigung des Abstreichblechs gegenüber der Gurtbandoberfläche (Bild 8). In den Untersuchungen wurde die senkrechte Stellung des Abstreichblechs auf eine Neigung von 105° gegenüber der Gurtbandoberfläche verändert. Es konnte jedoch festgestellt werden, daß damit keine wesentliche Verbesserung des Abstreichvorgangs zu erzielen ist. Eine weitere Neigung des Abstreichblechs ist nicht möglich, da sonst das Fördergut über das Abstreichblech geschoben wird.

Die bogen- oder parabelförmige Krümmung des Abstreichblechs zur Anpassung an den Gutstrom bringt ebenfalls keine Verbesserung des Abstreichvorgangs. Bei diesen Abstreichern erhöht sich die Länge der Gleitfläche, und außerdem ist die Flächenpressung gegenüber dem geraden Abstreicher höher [11].

Der Abstreichvorgang kann aber durch einen aktiven Abstreicher verbessert werden. Bei dem aktiven Abstreicher wird das starre Abstreichblech durch ein umlaufendes Abwurfband ersetzt. Der Antrieb des Abwurfbands erfolgt entweder durch einen Elektromotor.

Bild 8. Gutstrom bei einem um 105° zur Gurtbandoberfläche geneigten passiven Abstreicher



durch das bewegte Gurtband oder durch die Reibung zwischen Gutstrom und Abwurfband. Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines solchen Abstreichers für die Abgabe von Futtermitteln stand ein aktiver Abstreicher zur Verfügung, bei dem der Antrieb von einem Elektromotor über ein stufenloses Getriebe erfolgte. Die ersten Untersuchungen dienten zur Ermittlung von optimalen Einstellwerten des aktiven Abstreichers. Dabei wurden folgende Parameter in die Betrachtung einbezogen [12]:

- Gutart
- Durchsatz (13 bis 43 t/h)
- Bandgeschwindigkeit des Förderers (1 und 2 m/s)
- Abstreichbandanstellwinkel (45° bis 84°)
- Abstreichbandgeschwindigkeit (0,2 bis 2,0 m/s)
- Abstreichbandart (mit und ohne Mitnehmer).

Als Fördergüter wurden Wiesengras, Stroh und Grassilage, die jeweils eine durchschnittliche Häcksellänge von über 100 mm hatten, sowie ein Modellfördergut aus Gummischrot eingesetzt. Der Abstreichvorgang bei jeder Abstreichereinstellung wurde visuell eingeschätzt und für weitere Auswertungen fotografiert. Aus den durchgeführten Untersuchungen läßt sich ableiten, daß der aktive Abstreicher gut zur Abgabe von Futtermitteln einsetzbar ist. Kontinuierliche Abgabevorgänge ohne Stauerscheinungen ergaben sich mit Abstreichbandanstellwinkeln von 50 bis 75° und Abstreichbandgeschwindigkeiten von 0,8 bis 1,4 m/s (Bild 9). Die angegebenen Werte hängen stark von der Bandgeschwindigkeit des Förderers ab. Der Abstreichbandanstellwinkel kann bei einer Abstreichbandgeschwindigkeit von 1,0 m/s auf 75° erhöht werden, wenn die Bandgeschwindigkeit des Förderers 2,0 m/s beträgt. Es zeigte sich, daß profilierte Abstreichbänder zur Abgabe von Futtermitteln besser geeignet sind. Bei der Verwendung der profilierten Abstreichbänder muß allerdings beachtet werden, daß die Abstreichbandgeschwindigkeit nicht über 1,4 m/s ansteigt, da höhere Geschwindigkeiten zum Beschleunigen des Gutstromes während des Abstreichvorgangs führen, wodurch der Gutstrom abreißt und auf der Schurre ein star-

kes Streuen desselben eintritt. Als vorläufiges Ergebnis der Untersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind, lassen sich folgende Vorteile des aktiven gegenüber dem passiven Abstreicher erkennen:

- gute Eignung auch für langhalmige Güter
- keine oder nur geringe Minderung des Durchsatzes der Gurtbandförderer
- Verkürzung der Baulänge des Abstreichers durch Erhöhung des Abstreicheranstellwinkels.

Nach Untersuchungen der Bergakademie Freiberg mit einem ähnlichen aktiven Abstreicher ergibt sich als weiterer Vorteil des aktiven Abstreichers gegenüber dem passiven ein Sinken des Leistungsbedarfs [11].

Das Aufstauen des Gutstromes auf der Schurre ist durch sein nochmaliges Umlenken bedingt. Um diesen Mangel zu beseitigen, wurden die sich ausbildenden Grenzkurven bei verschiedenen Abgabegeschwindigkeiten auf einer Schurre ohne seitliche Begrenzung bestimmt. Nach diesen Angaben erfolgte eine Neugestaltung der Schurre [5]. Außerdem muß die Schurre zur Gewährleistung eines kontinuierlichen Gutstromes einen Mindestneigungswinkel haben. In dazu durchgeführten Untersuchungen konnte der Mindestneigungswinkel der Schurre mit 45° ermittelt werden.

5.2. Bandabwurfwagen und Bandschleifen

Die Bandabwurfwagen und Bandschleifen haben gegenüber der derzeitigen Abstreicherkonstruktion den Vorteil, daß sie zur beidseitigen Gutabgabe geeignet sind. Funktionsmäßig müssen beide Abgabeeinrichtungen als Übergabestelle eines geeigneten Förderers auf einen quer dazu verlaufenden Gurtbandförderer betrachtet werden. Zur mittigen Aufgabe auf den Querrörderer dient ein Prallblech. An diesem kommt es vor allem bei langhalmigen Fördergütern zu Verstopfungen. Allgemein sind jedoch Durchsätze von über 30 t/h erreichbar. Die Konstruktion der Bandabwurfwagen und Bandschleifen ist aber, bezogen auf die in den industriemäßigen Rinderproduktionslagen erreichbaren Massedurchsätze, äußerst materialintensiv. Weiterhin muß für beide Abgabeeinrichtungen ein großer Bauraum zur Verfügung stehen. Deshalb sollten die Bandabwurf-

wagen und Bandschleifen zukünftig zur Abgabe von Futtermitteln durch andere Abgabeeinrichtungen, wie aktive doppelseitige Abstreicher, ersetzt werden.

6. Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag diente dazu, Wege zur weiteren Optimierung von Bandfördereinrichtungen für die Fütterung in Tierproduktionsanlagen aufzuzeigen. Durch diese Optimierung der Bandfördereinrichtungen soll die Funktionssicherheit erhöht und den Forderungen der Energie- und Materialökonomie Rechnung getragen werden.

Literatur

- [1] Agrotechnische Forderung an Gurtbandförderer in Produktionsanlagen der Landwirtschaft (Entwurf). Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim.
- [2] Ziesch, M.: Einsatzgrenzen rollengetragener und gleitender Fördergurte in Bandanlagen der industriemäßigen Rinderproduktion. TU Dresden, Sektion Kfz-, Land- und Fördertechnik, Forschungsbericht, Teil I, 1977 (unveröffentlicht).
- [3] Ziesch, M.: Einsatzgrenzen rollengetragener und gleitender Fördergurte in Bandanlagen der industriemäßigen Rinderproduktion. TU Dresden, Sektion Kfz-, Land- und Fördertechnik, Forschungsbericht, Teil III, 1979 (unveröffentlicht).
- [4] Schwarze, H.: Untersuchungen zur experimentellen Bestimmung des Tragrollenabstandes. TU Dresden, Sektion Kfz-, Land- und Fördertechnik, Ing.-Praktikumsarbeit 1979 (unveröffentlicht).
- [5] Klose, M.: Untersuchungen zur Optimierung von Bandfütterungsanlagen. agrartechnik 29 (1979) H. 2, S. 53—58.
- [6] Ziesch, M.: Verringerung der Reibung an Gleitbandförderanlagen. agrartechnik 28 (1978) H. 9, S. 416—418.
- [7] Rasoldier, O.: Untersuchungen zur Ausnutzung neuer Wirkprinzipie und zur Ermittlung des Verschleißverhaltens bei der Gestaltung von Gleitbandanlagen. TU Dresden, Sektion Kfz-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1979 (unveröffentlicht).
- [8] Kurth, F.: Fördertechnik, Stetigförderer. Berlin: VEB Verlag Technik 1974.
- [9] Gorbun, A.; Lešiner, A.: Peregruzochnykh ustrojstv lentotočnykh transporterov (Überladeeinrichtungen der Bandförderer). Technika v sel'skom chozjajstve 35 (1976) H. 7, S. 41—42.
- [10] Kalašnik, V. T.; Belousov, V. V.: Lentotočnyj kormorazdačik so četočnym razgruzočnym ustrojstvom (Bandfutterverteiler mit Bürstentladevorrichtung). Mehanizacija i elektrifikacija soc. sel'skogo chozjajstva (1977) H. 4, S. 17—19.
- [11] Bahr, J.; Wähner, M.; Grigoriew, J.: Gutentnahme mittels starrer und rotierender Abstreicher an Gurtbandförderern. Bergbautechnik 17 (1967) H. 10, S. 533—536.
- [12] Jannasch, G.: Experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung optimaler Konstruktionsparameter an Abgabeeinrichtungen von Gurtbandförderern. TU Dresden, Sektion Kfz-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1979 (unveröffentlicht).

Bild 9. Aktiver Abstreicher bei der Abgabe von Grassilage; Abstreichbandanstellwinkel 55°, Abstreichbandgeschwindigkeit 0,8 m/s

