

Hochsilos mit 7,3 m Dmr., einer Höhe von 21,4 m und einem Nutzraum von 900 m³ sind Kennzeichen vieler landwirtschaftlicher Produktionsgenossenschaften. Dieser Silotyp wird durch Hochsilos mit 12 m Dmr., 22 m Höhe und 2000 m³ Volumen abgelöst oder ergänzt werden, die dem zu erwartendem Konzentrationsgrad in der Rinderhaltung unserer sozialistischen Landwirtschaft besser entsprechen.

In der Mechanisierungskette „Anlieferung — Beschickung — Entnahme — Verteilung“ sind am schwierigsten die Probleme der Beschickung zu lösen, weil die Anlieferung aus witterungsbedingten oder organisatorischen Gründen sehr ungleichmäßig erfolgen kann, die Eigenschaften des Gutes differieren und die stündlichen Fördermengen oder -volumina mit steigender Anzahl der Rinder in einer Anlage erhebliche Größen annehmen.

1. Stündliche Fördermenge, stündliches Fördervolumen

Zur Durchführung einer verfahrenstechnisch richtigen Silierung verlangt MÜLLER /1/ eine tägliche Mindestauffüllhöhe von 5 m bei einer mittleren Lagerungsdichte $\rho_L = 0,4 \text{ t/m}^3$. Silos mit 12 m Dmr. bedingen daher eine Einlagerungsmenge von täglich 225 t. Bei achtstündigem Arbeitstag und einem witterungsbedingten Nutzungsfaktor von 0,5 ergibt sich für die fördertechnische Aufgabenstellung eine Fördermenge von rd. 60 t/h. Für eine Steil- oder auch Senkrechtförderung scheint dieser Wert von $\dot{m} = 60 \text{ t/h}$ zunächst keine Schwierigkeiten zu verursachen. Anders sieht es dagegen aus, wenn, wie das bei der Planung von Förderanlagen üblich ist, das stündliche Fördervolumen \dot{V} zugrunde gelegt wird.

Die Schüttdichte ρ_s des Welkgutes wird nämlich mit sehr unterschiedlichen Werten angegeben. Sie ist in starkem Maße abhängig von der Art der Aufgabe des Gutes auf Fahrzeuge und Fördermaschinen, der Guthöhe und den Erschütterungen während des Transports sowie der Häcksellänge und dem Trockenmassegehalt.

MÜLLER /1/ gibt die Schüttdichte für Luzerne mit $\rho_s = 0,025$ bis $0,080 \text{ t/m}^3$, FIALA /2/ nach der Entladung von Fahrzeugen mit $\rho_s = 0,055$ bis $0,120 \text{ t/m}^3$ an, während nach dem Beladen auf der Futterfläche $\rho_s = 0,190 \text{ t/m}^3$ festgestellt wurden. Die Unterschiede in den Absolutwerten, die auch bei anderen Fördergütern auftreten können, wirken sich bei derartig spezifisch leichtem Fördergut auf die Auslegung der Fördermaschinen besonders stark aus. Die stündliche Fördermenge von 60 t ergibt mit $\rho_s = 0,025 \text{ t/m}^3$ ein stündliches Fördervolumen von $\dot{V} = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$.

Die Forderung, ein derartiges Gutvolumen über steile oder senkrechte Förderstrecken zu transportieren, geht — wie im folgenden noch näher gezeigt wird — bei vielen Fördermaschinen erheblich über den derzeitigen technischen Entwicklungsstand hinaus und verlangt für die Realisierung umfangreiche Grundlagenuntersuchungen. Es muß deshalb nochmals geprüft werden, ob die Masse des einzulagernden Welkgutes eine derartig geringe Schüttdichte aufweist. Andernfalls wäre bei Inkaufnahme einer zeitweiligen Herabsetzung der Fördermenge, Verlängerung der Förderzeit oder bei Vorgabe eines bestimmten, geringeren Fördervolumens eine Verminderung des Entwicklungsaufwandes, des Förderquerschnittes, der Abmessungen der Stetigförderer, der Investkosten und der spezifischen Transportkosten möglich. Auch könnten weitere Varianten mechanischer Stetigförderer in die Betrachtungen einbezogen werden. Hinter dieser

Frage treten zunächst Rückwirkungen auf den Förderprozeß aus den z. Z. auftretenden Schwankungen der Häcksellänge und des Trockenmassegehaltes zurück, soweit sie nicht die Schüttdichte beeinflussen.

2. Stetigförderer für Schüttgut bei stark geneigten oder senkrechten Förderstrecken

Die Problematik der vertikalen Fördermengen von Schüttgütern bei bisher nicht üblichen Fördervolumen besteht perspektivisch auch in anderen Industriezweigen, wobei dort die max. Volumina zwar „nur“ bei etwa 1400 m³/h liegen, aber die Anforderungen bezüglich Förderhöhe und stündlicher Fördermenge das Mehrfache der bei der Hochsilobeschickung auftretenden betragen.

Zur Steil- bzw. Vertikalförderung von Schüttgütern bieten sich verschiedene Möglichkeiten an.

Wegen der bei unstetiger Förderung sich trotz großer Einzelvolumen oder -massen ergebenden hohen Spielzahl kann diese aus der weiteren Betrachtung ausgeklammert werden.

Bei Stetigförderern kommen diejenigen nicht in Betracht, die Ketten als Zugorgan aufweisen, da die für Kettenteilungen über 100 mm gebräuchlichen Geschwindigkeiten von $\leq 0,5 \text{ m/s}$ und bei Kettenteilungen unter 100 mm (Rundgliederketten) von $\leq 1,3 \text{ m/s}$ zu großen Förderquerschnitten und hohen Anlagekosten führen. Nimmt man den bei noch größeren Geschwindigkeiten auftretenden erhöhten Kettenverschleiß und die dynamischen Kräfte wegen der relativ geringen Betriebszeit in Kauf, so haben auch Kratzerförderer mit auf Rollen abgestützten Tragorganen für Steilförderung noch eine bedingte Einsatzchance, wobei die Größe des Abzugswiderstandes aus Schütttrichtern untersucht und eine geringere Sicherheit der Kette gegen Bruch zugelassen werden müßte.

2.1. Gurtaschenförderer

Gurtaschenförderer (Bild 1) nehmen das Gut in Taschen auf, die durch die Falten eines abriebfesten Gummigurtes gebildet werden, der über Tragstäbe gelegt wird. Der

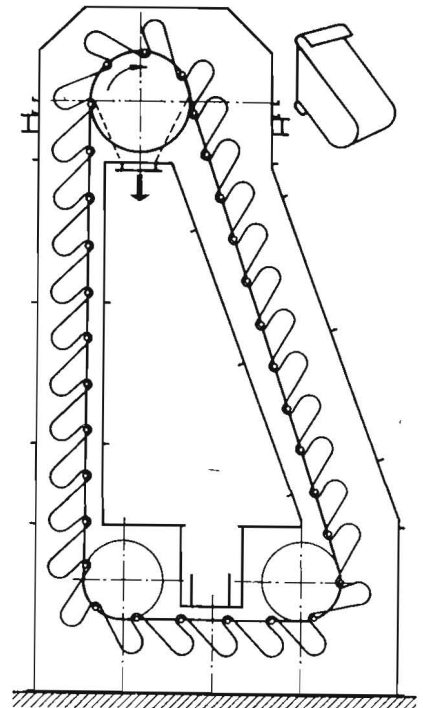


Bild 1
Prinzip eines Gurtaschenförderers von SCHENCK, Darmstadt

* TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. THÜR), Bereich Fördertechnik
¹ Gekürzte Fassung eines Vortrages anlässlich der 2. Wissenschaftlichen Tagung der Sektion Kraftfahrzeug-, Land und Fördertechnik der TU Dresden am 23. und 24. Juni 1970

endlose Gurt und der seitliche Taschenabschluß durch angeordnete Stahlbleche garantieren eine verlustlose Gutaufnahme. Die Tragstäbe sind an seitlichen, als Zugorgan dienenden Gummigurten mit Stahlsceinlage befestigt. Die gegenüber Becherwerken günstigeren Auf- und Abgabebedingungen werden durch eine größere Baubreite erkauft, da die Gurte außerhalb der Taschen angeordnet sind. Obwohl vom Patentinhaber mögliche Fördermengen bis 3500 t/h angegeben werden, liegen die vom Hersteller angebotenen Förderer bei maximal 400 m³/h, wobei die Gurtaschenbreite bereits 1600 mm beträgt. Die Geschwindigkeiten wurden bisher nicht größer als 0,4 m/s gewählt, wobei der für Gurte an sich niedrige Wert vor allem durch das Verhalten der Taschen an den Umlenkstellen und durch den Entleerungsprozeß bedingt ist.

2.2. Becherwerke

Der VEB Wutra fertigt Becherwerke nach einer einheitlichen Grundkonstruktion, die für unterschiedliche Zugorgane verwendet wird. Das Fördergut wird ausschließlich durch Schöpfen im Becherwerksfuß aufgenommen. Die Fördergeschwindigkeit beträgt nur bei leichten Gütern, wie z. B. Getreide, und bei Gummigurten mit PAS-Einlagen als Zugorgan 2,0 bis 3,2 m/s, sonst liegt sie unter 1,0 m/s. Mit den derzeit angebotenen Becherwerken lassen sich Fördermengen von 280 m³/h erzielen.

Bei $\dot{V} = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$ ergibt sich noch bei $v = 3,0 \text{ m/s}$ ein vom Becherwerk verlangtes spezifisches Fördervolumen von $0,22 \text{ m}^3/\text{m}$ Becherstrang. Bei dichter Anordnung der größten für klebrige Güter standardisierten Becher (TGL 20-359955) von 1000 mm Breite und 355 mm Ausladung steht dem bei einem Füllungsgrad von $\xi = 0,66$ und 400 mm Becherteilung ein Angebot von $0,063 \text{ m}^3/\text{m}$ (28,5%) gegenüber. Eine Fördergeschwindigkeit von z. B. 6 m/s könnte nur begrenzt Abhilfe schaffen ($\dot{V} = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$) und würde neue Probleme aufwerfen. Beim Aufnehmen der Fördergüter im Becherwerksfuß treten — wie für andere Fördergüter /3/ nachgewiesen wurde — sogenannte Schöpfwiderstände auf, die im Bereich $v = 1$ bis 2,5 m/s nahezu quadratisch mit v zunehmen und die Trag- und Zugorgane beanspruchen. Untersuchungsergebnisse für $v > 2,5 \text{ m/s}$ und auch für Welkgut ähnliche Fördergüter sind nicht bekannt geworden. Bei Versuchen, spezifisch leichtes Gut bei $v = 4 \text{ m/s}$ zu schöpfen, wurden nur geringe Füllungsgrade der Becher erreicht, da das Luftpolster, das sich im Becher bildete, nicht schnell genug entwich. Da sich auch der durch das stündliche Fördervolumen bedingte, relativ kleine Becher-

abstand bezüglich der Becherfüllung ungünstig auswirkt und beim Schöpfen des Gutes mit dem Festklemmen von Bechern durch das zur Ballenbildung neigende Gut zu rechnen ist, muß diese für staubförmiges und kleinstückiges Schüttgut übliche Form der Gutaufnahme ausscheiden.

Die direkte Gutaufgabe in den aufwärtsgehenden Becherstrang wird bisher nur bei Schüttgütern angewendet, die entweder geschont werden müssen oder bei denen aufgrund ihrer Eigenschaften hohe Schöpfwiderstände auftreten. Dabei werden Geschwindigkeiten von $v = 1 \text{ m/s}$ vorgezogen, um eine ungenügende Becherfüllung und ein Zurückschleudern und Verwirbeln des Fördergutes zu vermeiden. Die für die dosierte Gutaufgabe verwendeten Aufgabevorrichtungen (Schwingrinnen, Schubaufgeber usw.) sind für das vorgegebene Fördervolumen nicht ausreichend. Die Zuführung kann nur durch Gurtbandförderer erfolgen, wobei bei einer Schütthöhe von $h_s = 250 \text{ mm}$ der Gurt mit $v = 2,09 \text{ m/s}$ laufen muß, um $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ zuzuführen. Der Füllvorgang ist in Bild 2 dargestellt /4/. Er kann durch die Becherform, die Gurtgeschwindigkeit und die Lage der Abwurftrammel zum Becherstrang beeinflusst werden. Unbekannt ist, ob das Fördergut das vom Becher mitgeführte Luftpolster während der Füllzeit von 0,066 s (bei $v = 6 \text{ m/s}$) schnell genug verdrängt, ob die vom Becherstrang mitgeführte Luft den zufließenden Gutstrom auflockert und welche Größe die an der Becherkante auftretenden Kräfte beim Durchdringen des Gutstromes haben. Seitliche Luftschlitze im Schlot unterhalb der Aufgabestelle und perforierte Becher könnten sich positiv auswirken. Der Gurt des Becherwerkes muß an der Aufgabestelle an Rollen abgestützt werden, um Querschwingungen des im Aufgabebereich noch geringe Zugkräfte aufweisenden Gurtes und ein Anlaufen der Becher im Schlot zu vermeiden.

Die genormten Becher, mit denen bei $v = 6 \text{ m/s}$ $\dot{V} \approx 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ theoretisch zu erreichen wären, werden aus 6 mm dickem Stahlblech hergestellt und haben eine Eigenmasse von 46 kg bei einer Nutzmasse des Welkgutes von 0,6 kg ($\rho_s = 0,025 \text{ t/m}^3$, $\xi = 0,66$). Becher werden zwar auch aus Aluminiumguß, Gummi und Kunststoffen, aber nicht in den benötigten Abmessungen angeboten. Im Ausland für 315 mm Becherbreite aus glasfaserverstärkten Polyesterharzen (GFK) angefertigte Becher weisen bei 25% dickeren Wänden nur $1/4$ der Eigenmasse von Stahlbechern auf. Die Kosten sind bei den spezifisch leichteren Werkstoffen allerdings höher.

Die Verminderung der Eigenmasse der Becher von Gurtbecherwerken ist auch wegen der mit der Geschwindigkeit zunehmenden Fliehkraft und der Beanspruchung der Becherbefestigung durch die resultierende Kraft erforderlich.

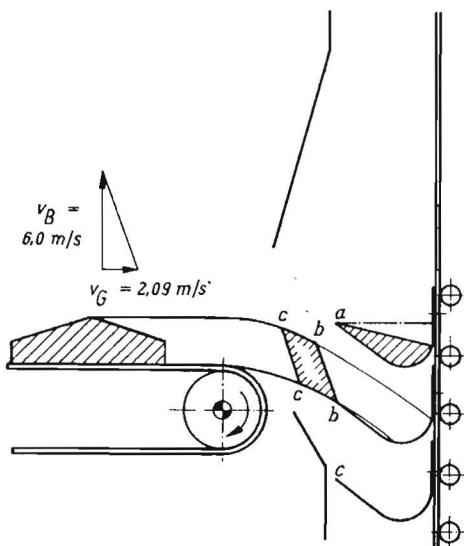
Bei hohen Geschwindigkeiten kann die für eine Fliehkraftentleerung, d. h. Entleerung über die äußere Becherkante, gültige Bedingung

$$a = \frac{g}{\omega^2} < r_i \quad (1)$$

auf jeden Fall eingehalten werden.

Bild 3 zeigt, wie der Entleerungsprozeß der Becher bei gleichen geometrischen Abmessungen durch die Geschwindigkeit beeinflusst wird. Bei einem geringen Polabstand tritt eine Frühentleerung (Bild 3a) ein, die mit einem teilweisen Zurückfallen des Gutes auf den Becherstrang verbunden ist. Außerdem treten die Böschungslinien, auf denen das Gut abgleitet, nur geringfügig aus der Becherwand heraus, so daß aufgrund der ungenauen Kenntnis des Reibungswinkels des Gutes, des Reibwertes zwischen Becher und Gut sowie Staudruckwirkungen die vollständige Entleerung nicht oder zum Teil so spät erfolgt, daß bestimmte Gutmengen durch die Sogwirkung des abwärtsgehenden Stranges mitgerissen werden. Bild 3b demonstriert ein günstigeres Abstimmungsverhältnis von Becherform und Polabstand.

Bild 2. Füllen des aufwärtsgehenden Becherstranges durch Gurtbandförderer; a gefüllter Becher ($\xi = 0,66$), b—c Teil des Gutstroms, der einer Becherfüllung entspricht



Aus diesen Darlegungen kann der Schluß gezogen werden, daß optimal auf das spezielle Fördergut abgestimmte Hochleistungsbecherwerke nur nach umfangreichen Entwicklungsarbeiten und Experimenten einsetzbar sein werden, wobei ein Fördervolumen von etwa 600 m³/h in der ersten Entwicklungsetappe kaum überschritten werden dürfte.

2.3. Gurtbandförderer

Das Prinzip des Gurtbandförderers bietet für die Verwirklichung eines kontinuierlichen Schüttgutstroms die besten Voraussetzungen. Für Gurtbandförderer mit stündlichem Fördervolumen bis zu 15000 m³/h liegen ausgereifte und in der Praxis erprobte Konstruktionen vor.

Bei Ausnutzung des schüttgutfreien Randstreifens vergrößert sich der nutzbare Förderquerschnitt gegenüber dem theoretischen bei gemuldeten Gurten um rd. 30%, so daß eine Feindosierung, wie sie bei Becherwerken notwendig ist, entfallen kann. Im allgemeinen sind für glatte Gurte jedoch nur Neigungswinkel von max. 18 bis 25° erreichbar.

Jede Profilierung der Deckplatte oder Anordnung von Stollen führt zwar zur Verbesserung des Grenzneigungswinkels, schließt aber die bei glatten Gurten mögliche Zwangsreinigung durch Abstreicher aus. Bei feuchtem — d. h. am Gurt haftenden — Gut ist Rieselgut im rücklaufenden Trum nicht zu vermeiden. Durch zusätzliche kostenaufwendige Maßnahmen und durch größeres Überlappen der Förderer an den Übergabestellen kann es lediglich mengenmäßig eingeschränkt werden.

Als Kriterium für die steile und evtl. vertikale Förderung ist die fertigungstechnisch mögliche Stollenhöhe anzusehen. Gummigurte mit aufgesetzten Stollen werden in der DDR z. Z. überhaupt nicht, PVC-Gurte nur mit Stollenhöhen bis $h_{St} = 110$ mm, gefertigt. Das Aufschrauben von Stollen ist nur für Versuchszwecke geeignet, da es zur Gurtschädigung führt.

Am bereits entwickelten Versuchssteilförderer zeigte sich, daß die Abstützung des Untertrums in den Randzonen außerhalb der Stollen bei 800 mm Gurtbreite nicht betriebsicher ist. Es müssen daher die Stollen geteilt und innerhalb dieser eine oder bei größeren Breiten zwei zusätzliche Stützscheiben angebracht werden. Um deren Durchmesser in Grenzen zu halten, muß man die Stollenhöhe begrenzen. Jedoch müßten Stollenhöhen von 200 mm bei dem spezifisch leichten Gut realisierbar sein. Um die Stollenhöhe im Verhältnis zur Gurtbreite nicht zu sehr einzuschränken, muß das Spiel zwischen Stützscheiben und Stollen gering bleiben. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer einwandfreien Gurtführung bzw. Gurtlenkung, um das Abreißen der Stollen zu vermeiden, wobei die Gurtlenkung um so schwieriger wird, je stärker der Steilförderer geneigt ist. Auch die Gutaufgabe bereitet mit zunehmender Neigung und damit meist geringerer Überlappungslänge zwischen

an- und abförderndem Gurtbandförderer wachsende Schwierigkeiten. Mit zunehmender Gurtgeschwindigkeit und Mitnehmerhöhe nehmen Luftströmungen, mit der Neigung des Steilförderers auch der Winkel zwischen Gut- und Luftstrom und damit die Auswirkung des Luftstromes zu.

Prinzipiell ist also mit Steilförderern die gestellte Aufgabe lösbar. Mit geringerer Neigung wächst die Betriebsicherheit und bei gleichen Abmessungen das stündliche Fördervolumen. Das Verkürzen der Förderlänge um 6 m bei Änderung der Neigung von 50° auf 70° bedingt theoretisch eine Verminderung des Fördervolumens auf 50% und ist daher nicht zu empfehlen. Der tatsächliche Füllungsgrad für $\delta \geq 50^\circ$ muß in Abhängigkeit von Stollenhöhe und -verteilung untersucht und darauf aufbauend die endgültige Entscheidung bezüglich größerer Neigungen gefällt werden.

Nicht befriedigend gelöst ist die seitliche Begrenzung des Fördergutes auf dem Gurt. Gurte mit seitlichen Wellenkanten werden zwar als Aufgabe- und Beschleunigungsgurtbandförderer hergestellt (TGL 13846), jedoch ist die maximale Wellenkantenhöhe von 60 mm bei weitem nicht ausreichend. Bild 4 zeigt bei einem Verhältnis von Trommeldurchmesser zu Wellenkantenhöhe wie 3:1, daß es prinzipiell möglich ist, höhere Wellenkanten (bis 250 mm) herzustellen und trotzdem die notwendigen Dehnungen an den Umlenkstellen zu gewährleisten [5].

Durch den natürlichen Böschungswinkel jedes Fördergutes geht ein großer Teil der theoretisch möglichen Füllung des Gurtes verloren. Um diesen Nachteil auszuschließen, sind seit etwa 1950 die verschiedensten Ausführungen von Zweibandsystemen für geneigte Förderung bekannt geworden. Dabei wird das Fördergut mit einer erhöhten Normalkraft durch ein „Deckband“ (Kettenmatte oder Gurt) an den eigentlichen Fördergurt ange drückt (Bild 5). Die Normalkraft wird z. T. durch Andrückrollen zusätzlich erhöht. Dabei ist für die Funktionssicherheit erforderlich, daß der eigentliche Fördergurt und das Deckband gegenüber normalen Gurten bei gleichem theoretischen Fördervolumen so überdimensioniert werden müssen, daß auch bei maximalem Durchsatz ein einwandfreier Randabschluß gewährleistet ist.

Derartige Deckbandförderer wurden bisher nur für $\delta \leq 45^\circ$ in Tagebaugroßgeräten oder für $\delta = 90^\circ$ eingesetzt. Für $\delta = 90^\circ$ liegen die maximalen Förderhöhen bei $h = 12$ m, die Fördervolumen bei $\dot{V} = 330$ m³/h, wobei Gurtbreiten von 0,8/0,65 m und $v = 3$ m/s Gurtgeschwindigkeit verwendet wurden. Dabei ist dieses Fördervolumen nur bei rechteckigen Querschnitten zu erzielen, die sich durch überlappende und damit gleichzeitig als Abschluß dienende drucksteife Wellenkanten erreichen lassen.

Da zur sicheren, mittigen Aufgabe des Fördergutes auf die vertikale Förderstrecke stets eine horizontale Anfahrstrecke vorgeschaltet werden muß, beträgt die Verkürzung

Bild 3. Entleerungsvorgang am Becherwerkkopf bei schnelllaufenden Gurtbecherwerken;
 φ Winkel der inneren Reibung, φ^* = theoretische Grenzwinkel für die Entleerung,
 a Polabstand, b Niveauflächenkreis, c Böschungsfäche

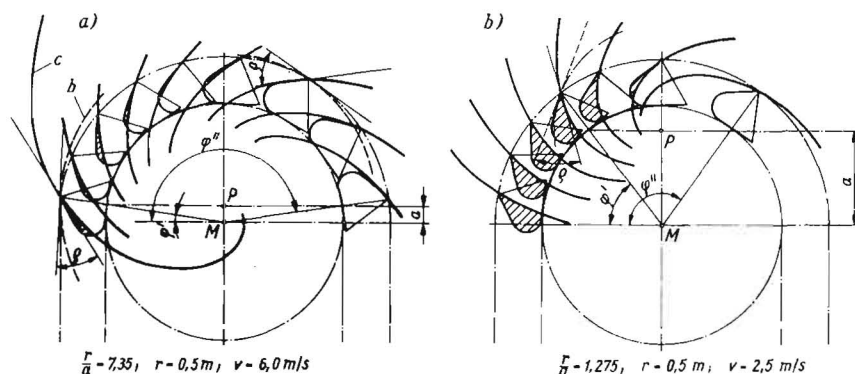
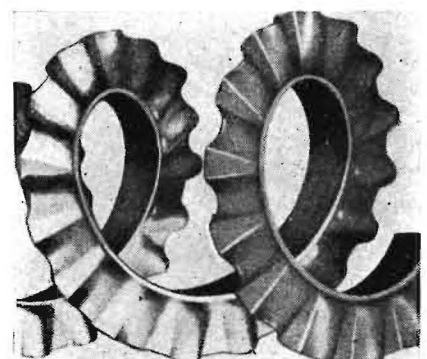


Bild 4. Elastische Wellenkanten



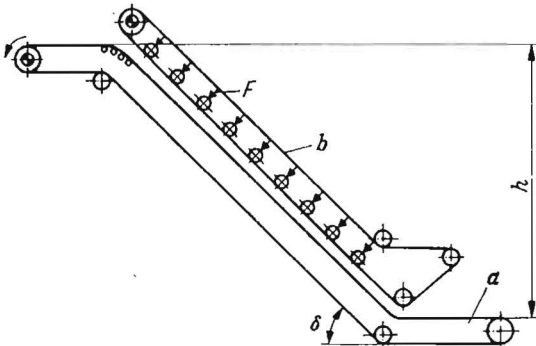


Bild 5. Prinzip eines Deckbandförderers; a Gutaufgabe, b Deckband, h Förderhöhe, δ Neigungswinkel, F zusätzliche Antriebskraft

der Anlagenlänge nur etwa 4 bis 5 m. Der Mehraufwand für das Deckbandsystem, das für das gewünschte Fördervolumen konstruktiv nicht gelöst ist, verursacht erheblich mehr Kosten als die Einsparung an 4 bis 5 m Normalkonstruktion. Der Deckbandförderer kann daher aus den Betrachtungen ausgeschlossen werden, wenn nicht zwingende räumliche Probleme (z. B. bei Rekonstruktionsmaßnahmen) den Kostenmehraufwand rechtfertigen.

2.4. Gebläse

Die zur Silobefüllung besonders geeigneten Wurfgebläse erreichen in der Grundzeit bis 25 t/h und in Ausnahmefällen sogar bis 30 t/h /6/ Frischmasse. Die Literaturlauswertung von Gebläseuntersuchungen zeigt eine starke Abhängigkeit von der Häcksellänge, dem Trockenmassegehalt und der Gleichmäßigkeit der Gutzuführung. So wurden z. B. mit dem FG 35 bei Welkgut mit 35 bis 43 % Trockenmassegehalt 15 t/h in das Hochsilo gefördert. Schwierigkeiten ergaben sich im Betrieb vor allem bei Ungleichmäßigkeiten der Gutzuführung im hohen Durchsatzbereich. Schon geringe Unterschiede in der Zuführung verursachen Ver-

stopfungen, so daß die optimale Auslastung der Gebläse häufig nur in Verbindung mit Dosiervorrichtungen möglich ist. Trotz des hohen spezifischen Energiebedarfs sind die Betriebskosten der Gebläseförderung durch mechanische Stetigförderer gleicher Fördermenge nicht zu unterbieten. Deshalb muß die Entwicklung der Gebläse mit der Zielstellung weitergeführt werden, höhere Fördermengen bei günstigem Verhältnis Antriebsleistung/Fördermenge und erhöhter Betriebssicherheit zu erreichen, wenn auch die geforderten 60 t/h bei Begrenzung der Antriebsleistung in nächster Zeit nicht zu realisieren sind.

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten, die für die Beschickung von 22 m hohen Hochsilos mit 12 m Dmr. durch Stetigförderer bestehen, wobei 60 t/h bzw. 2400 m³/h gefördert werden sollten, wurden dargestellt. Da für den Bereich Fördertechnik Welkgut ein bisher wenig bekanntes Fördergut ist, mußten die einzelnen Förderer aufgrund allgemeiner Kenntnisse und der Erfahrungen bei der Förderung anderer Güter eingeschätzt werden. Es war jedoch möglich, die zur Zeit realisierbaren Grenzwerte und bestimmte Entwicklungstendenzen anzugeben. Das Hauptaugenmerk sollte auf die betriebssichere Gestaltung der Steilförderer und die Steigerung der Fördermenge bei Gebläsen gelegt werden.

Literatur

- /1/ MÜLLER, M.: Die Bereitung von Welksilage. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 5, S. 200 bis 202
- /2/ FIALA, J.: Zemedelska technika, Praha (1965) H. 8/9, S. 505 bis 518
- /3/ WEHMEYER, K.-H.: Beitrag zur Berechnung von Hochleistungsbecherwerken. fördern und heben (1964) H. 9, S. 670 bis 676
- /4/ KÜNIG, G.: Entwurf und Einschätzung eines mechanischen Stetigförderers zur Beschickung von Hochsilos. Diplomarbeit 1969, TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Bereich Landmaschinenbau
- /5/ —: Ein neuartiger Förderer für Schüttgut. Bergbauwissenschaften (1969) H. 1, S. 17
- /6/ MÜLLER, M. / R. KLAMKE: Die Mechanisierung der Arbeiten zur Bereitung und Entnahme von Gärfutter. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft, H. 3, 1966 A 8144

Der Einsatz von Rotationsmäherwerken in Ungarn¹

Dr. Z. SZULE*

1. Aufgabenstellung

Die Prüfung komplexer Maschinensysteme für die Halmfütterernte gewinnt zunehmend an Bedeutung. Der Grund dafür resultiert aus dem Bestreben, die Mechanisierung der Arbeitsgänge bei der Futterproduktion zu verbessern. Die Anwendung moderner Produktionsverfahren bei der Halmfütterernte läßt eine Ausweitung des Grünlands für die Heubereitung in der UVR erwarten. Gegenwärtig werden in der UVR auf 400 000 ha Heu bereitet. Eine Erhöhung der Erträge ist vor allem durch Beregnung und höhere Mineraldüngergaben erreichbar.

Da die bisher verwendeten Fingerbalken-Schneidwerke hinsichtlich ihrer Funktionssicherheit und Arbeitsqualität nicht den Anforderungen entsprechen, wurden umfangreiche Untersuchungen vorwiegend an importierten Rotationsmäherwerken durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen vor allem der Entwicklung von Rotationsmäherwerken in der UVR.

2. Methodik

Es standen verschiedene Rotationsmäherwerke im Prüfprogramm (Tafel 1).

Rotationsmäherwerke können hinsichtlich ihres Aufbaues nach der Art des Antriebs, der Anzahl der Rotoren und der Lage der Rotorachse geordnet werden (Bild 1). In den durchzuführenden Prüfungen wurden Schwadbildung, Mähqualität und Antriebsleistungsbedarf untersucht.

3. Ergebnisse

3.1. Schnittgeschwindigkeit, Schnittdiagramm

Das Verhältnis der Schnittgeschwindigkeit zur Fahrgeschwindigkeit ist sehr hoch und als nahezu konstant anzusehen. Die Bewegungsbahnen der Messer stellen geschlungene Zykloiden dar (Bilder 2 und 3).

Aus dem Schnittdiagramm läßt sich ableiten, daß bestimmte Flächen mehrmals vom Messer überstrichen werden. Die ungeschnittenen Flächen sind vernachlässigbar klein.

* Institut für Landtechnik, Gödöllő (Ungarische Volksrepublik)

¹ Gekürzte Fassung eines Vortrages auf der Wissenschaftlichen Tagung des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin am 14. und 15. Oktober 1970