

Während beim Rübenblatt nur eine Zerkleinerung der anhaftenden Rübenköpfe wünschenswert ist, ist sie bei stengligem Gut, wie Luzerne und Mais, erforderlich, um eine dichte Lagerung und einen besseren Ausschluß von Sauerstoff zu erreichen. Eine stärkere Zerkleinerung ermöglicht ferner die Entwicklung von Fördergeräten mit geringeren Abmessungen. Das Zerreißen erfordert mehr Kraftbedarf als das Häckseln.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler and Dipl.-Ing. B. Winkeler:

"The Effect of the Degree of Reduction in Size of Green Stalk Fodder on the Filling of Silos."

The effect of the length of the stalk of green fodder, as well as that of the degree of reduction in size, upon the space required for storage, the total volume of the silo, the quantity of liquid of percolation and power requirements for preparation and conveying of green stalk fodder during the filling of silos is discussed at length. In the case of turnip leaves only a reduction in size of the attached turnip head is desirable, but with stalked fodder, such as lucerne and maize, a considerable reduction in size is necessary, so that the fodder stows better and oxygen is excluded. Furthermore, such a reduction in size also permits of the use of conveyors and elevators of smaller dimensions. The breaking and tearing process requires more power than ordinary chopping.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler et Dipl.-Ing. B. Winkeler: *«L'influence du degré de réduction du fourrage vert constitué par des végétaux à tiges sur le chargement des silos.»*

Les auteurs examinent l'influence de la longueur des brins ainsi que du degré de division obtenu par le déchiquetage du fourrage vert constitué par des végétaux à tiges sur l'encombrement, le volume des vides, la quantité de suc exprimé, les besoins de puissance pour la préparation et la facilité de manutention lors du remplissage des silos. Pour permettre un tassement plus compact et une meilleure évacuation de l'oxygène, il est souhaitable de fragmenter les végétaux à tiges, comme par ex. la luzerne et le maïs, tandis que les feuilles de betterave n'exigent pas une réduction à l'exception des collets qui y sont attachés. Une division poussée permet en outre la construction d'appareils de manutention ayant des dimensions réduites. Le déchiquetage exige plus de puissance que le hachage.

Ing. Dr. G. Segler, catedrático, e Ing. dipl. B. Winkeler:

«La influencia del desmenuamiento de forrajes de tallos verdes en el ensilado.»

Se investigan las influencias que ejerce el largo de los trozos cortados, así como el grado de trituración por el desmenuamiento en la cabida, el volumen de los espacios huecos, la cantidad de zumo escurrido, la energía necesaria para la preparación y las condiciones de transporte de forrajes de tallos verdes al ensilarlos. Mientras en las hojas de remolacha sólo resulta conveniente el desmenuamiento de la parte adherida del cogollo, en los forrajes que tengan tallos, como la lucerna y el maíz, el desmenuamiento resulta necesario para conseguir el amontonamiento más apretado y la mejor exclusión del oxígeno. Un mayor grado de trituración permite además la construcción de dispositivos de transporte de dimensiones más reducidas. La trituración requiere más energía que el corte en trozos.

Dipl.-Ing. G. Römer und Dipl.-Ing. W. Urban:

Die Förderung von Halmgut durch Förderschnecken

Lehrauftrag für Landmaschinen an der T.H. Karlsruhe¹⁾

Schon lange werden in der Landwirtschaft Schnecken zur Förderung von Getreide und Mahlprodukten verwendet. Vorteile der Schneckenförderung sind: Geringer Platzbedarf, geschlossene Bauform, einfacher Antrieb und geringe Wartung. Diese Vorteile sind recht verlockend, und so finden wir neuerdings auch Schnecken zur Bewegung von Halmgut aller Art im Mäh-drescher, Mähhäcksler, Stroh- und Grünfuttersammler und in anderen Erntemaschinen.

Nun wird aber Halmgut von Schnecken anders gefördert als kornförmiges Gut: Das Halmgut wird nicht zwischen den Schneckenwindungen liegend weiterschoben, sondern zwischen Schneckenaußenkante und Mulde eingeklemmt und so je nach Größe der Schneckensteigung mehr längs oder quer zur Schneckenachse bewegt. Es besteht daher Unsicherheit, wie weit die bekannten Angaben für günstigste Bauform, Drehzahl, Reibungswerte und Förderleistung von Schnecken, die zur Bewegung kornförmiger Materialien dienen sollen, für die Förderung von unzerschnittenem Halmgut übernommen werden können.

Die hier beschriebene Untersuchung sollte diese Frage klären unter Einschränkung auf eine Arbeitsweise der Schnecke, wie sie zur Querförderung frisch geschnittenen Halmgutes im Mäh-drescher dient. Um irreführende Streuungen der Versuchsergebnisse weitge-

hend auszuschalten, war es notwendig, als Versuchsgut eine Strohart mit möglichst konstanten technologischen Eigenschaften zu verwenden. Im vorliegenden Falle wurde mit ungedroschenem Roggen einer mittleren Halmlänge von 125 cm, einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1,6 und einem Feuchtigkeitsgehalt von 14,5 % gearbeitet.

Den Versuchsaufbau zeigt Abbildung 1. Auf einem 1350 mm breiten Leinentuch, dessen Fördergeschwindigkeit verändert und die Höhenlage bezüglich der Schnecke verstellt werden konnte, wurde das Gut der Förderschnecke zugeführt und von dieser über die Schneckenmulde durch eine ringförmige Ausgangsöffnung (500 mm \varnothing) hindurchgeschoben. Die Förderschnecke bestand aus einem 1,5 mm starken Blechzylinder mit 280 mm Durchmesser und 1740 mm Länge, auf dem 100 mm breite Schneckenwindungen gleicher Blechstärke mit einer Steigung von 300 mm/Umdrehung aufgeschweißt waren. Die Schnecke war in zwei Bocklagern im Abstand von 2450 mm gelagert. Die Schneckendrehzahl war von 0 bis 900 U/min stufenlos zu verstellen. Der Abstand von der Außenkante der Schnecken-Windung zur Schneckenmulde konnte auf einen Größtwert von 30 mm eingerichtet werden.

Bei Vorversuchen zeigte sich, daß die Art des Heranführens des Halmgutes an die Schnecke wesentlich die Arbeitsgüte der Förderschnecken bestimmt, als das bei der üblichen Förderung von körnigem Gut bekannt ist. Lagen die Halme parallel zur Schneckenachse, so stauten sie sich vor der Schnecke und wurden von dieser nicht erfaßt. Zur wirkungsvollen Förderung mußten die Halme zwischen Schneckenwindung und Muldenboden

eingeklemmt werden, und das geschah am günstigsten, wenn die Halme unterhalb der Schneckenachse und quer zu ihr liegend vom Fördertuch zwischen die Schneckenwindungen hineingeschoben wurden. Die Halme wurden danach von der Schnecke zwangsläufig erfaßt, eingezogen, in axiale Richtung umgelenkt und weiterbefördert (Abb. 2 und 3). Die Schneckenwindungen drückten sich hierbei je nach Belagdicke entsprechend stark in das Stroh ein und beförderten den Halmgutbelag wie eine Schraubenmutter weiter. Da jedoch das Halmgut von der Schnecke nicht nur axial in der Längsrichtung, sondern auch in der Drehrichtung mitgenommen wurde, war seine Bewegungsbahn eine schraubenförmige. Die Steigung dieser schraubenförmigen Förderbahn hing vom Grad der Mitnahme oder des Schlupfes in der Drehrichtung ab.

Der geeignete Abstand von Trog und Schnecke, der Muldenabstand, war scheinbar abhängig von der Schneckendrehzahl. Bei einer Drehzahl von 100 U/min war der Muldenabstand mit 30 mm zu groß. Es bildete sich ein stehender zweiter Muldenboden aus Halmgut, der den Fördervorgang behinderte. Erst bei einer Schneckendrehzahl von 500 U/min verschwand das stehende Halmgut in der Mulde. Der Muldenabstand wurde daher fest auf 8 mm eingestellt, denn bei diesem Muldenabstand ging der Fördervorgang auch bei einer Schneckendrehzahl von 100 U/min einwandfrei vor sich, und es war damit eine gleichmäßige Ausgangslage für die Versuche gegeben. Die Vorversuche ergaben, daß zur Klärung des Fördervorganges in erster Linie die Verschiebung des Halmgutes in der Mulde untersucht werden mußte.

¹⁾ Im Rahmen des Lehrauftrages für Landmaschinen des Obergeringieurs A. Lentz an der T.H. Karlsruhe, angeschlossen an den Lehrstuhl für Kolbenmaschinen, Getriebelehre und Schwingungstechnik unter Leitung von Prof. Kraemer, werden, gestützt und gefördert von der Landmaschinen-Industrie, Untersuchungen auf wissenschaftlicher Grundlage durchgeführt. Die Firma Heinrich Lanz A.G., Mannheim, hat vorliegende Arbeit ermöglicht.

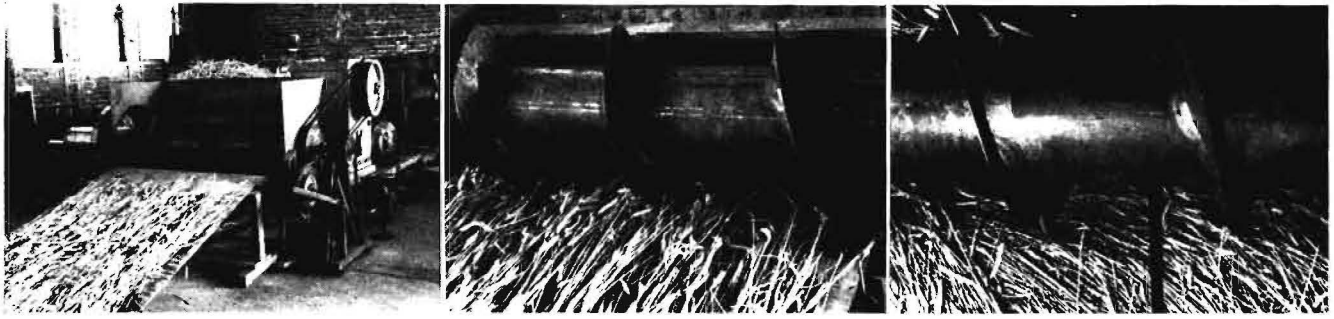


Abb. 1: Der Versuchsaufbau — Abb. 2 und Abb. 3: Die Halme werden von der Schnecke zwangsausüßig erfaßt, eingezogen, in axialer Richtung umgelenkt und weiterbefördert

Die Schneckendrehzahl, Schneckensteigung, Zugabegeschwindigkeit und Fördermenge je Zeiteinheit wurden nacheinander geändert und jeweils der Einzugswinkel, die Förderrichtung, der Förderweg je Schneckenumdrehung, die belegte Muldenfläche und das Halmgutgewicht auf der Muldenfläche gemessen. Die gefundenen Werte ermöglichen die Bestimmung der Belagdichte in jedem Augenblick der Förderung sowie der Schlupfwerte in der Längs- und Drehrichtung. Daraus wurden schließlich wesentliche Zusammenhänge des Fördervorganges abgeleitet, und es konnten einige Richtlinien für den Bau von Schnecken zur Halmgutförderung gegeben werden.

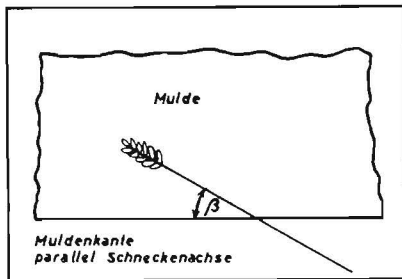


Abb. 4: Umlenkung der Halme beim Einzug in die Schnecke: Einzugswinkel β

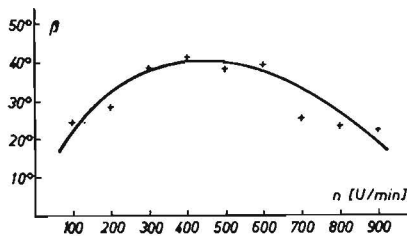


Abb. 5: Umlenkung der Halme beim Einzug in die Schnecke: Einzugswinkel β in Abhängigkeit von der Schneckendrehzahl n

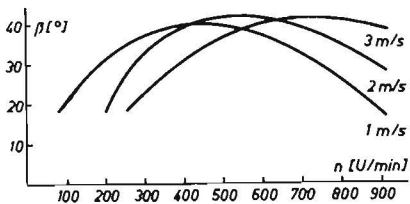


Abb. 6: Umlenkung der Halme beim Einzug in die Schnecke: Einzugswinkel β in Abhängigkeit von der Schneckendrehzahl n bei verschiedener Zugabegeschwindigkeit v_z

Hauptversuche

Um ein Maß für die Umlenkung der Halme zu bekommen, wurde der Einzugswinkel β (Abb. 4) der bereits zwischen Schnecken-Außenkante und Mulde eingeklemmten Halme gemessen. Die Abhängigkeit des Winkels von der Schneckendrehzahl zeigt Abbildung 5. Die Förderleistung betrug 1 kg/sec und die Vorschubgeschwindigkeit des Fördertuches 1 m/sec. Der Einzugswinkel β war bei einer Drehzahl von 100 U/min sehr klein, wurde mit wachsender Drehzahl größer, erreichte bei 450 U/min sein Maximum und verringerte sich bei weiter zunehmender Drehzahl. Das heißt, die mitnehmende Wirkung in der Drehrichtung der Schnecke und die fördernde in der axialen Längsrichtung veränderten sich bei zunehmender Drehzahl nicht verhältnismäßig.

In der Meinung, ein schnelleres Einschleusen des Halmgutes zwischen die Schneckenwindungen könnte die Förderwirkung der Schnecke erhöhen, wurde bei gleichbleibender Förderleistung von 1 kg/sec die Vorschubgeschwindigkeit des Fördertuches von 1 m/sec auf 2 m/sec und 3 m/sec erhöht. Die höhere Tuchgeschwindigkeit verhinderte jedoch im unteren Drehzahlbereich der Schnecke einen brauchbaren Ablauf des Fördervorganges, das stärker eingeschobene Halmgut wurde von der Schnecke bei 100 U/min nicht mehr schnell genug umgelenkt, konnte so nicht eingezogen werden, staute sich vor der Schnecke und wurde vom nachfolgenden Gut über die Schnecke weggeschoben. Bei einer Tuchgeschwindigkeit von 2 m/sec und 3 m/sec war die Förderung der Schnecke erst ab 200 U/min bzw. 250 U/min befriedigend. Wie sich bei dieser Änderung der Zugabegeschwindigkeit v_z auf 2 m/sec und 3 m/sec der Einzugswinkel β veränderte, ist aus Abbildung 6 ersichtlich. Wir beobachten hierbei eine Verschiebung des Maximums, das ungefähr bei $\beta = 40^\circ$ bleibt, über einen höheren Drehzahlbereich.

Die angegebenen Werte für den Einzugswinkel β wurden jeweils dem mittleren Einzugsbereich entnommen. Weitere Versuche zur Klärung der Einflüsse von Förderleistung und Schneckensteigung auf den Winkel β bei verschiedener Schneckendrehzahl ergaben

eine so große Streuung der Werte, daß auf eine Auswertung verzichtet werden mußte.

Eine bessere Klärung des Fördervorganges konnte die Belagdichte geben. Die mit Halmgut bedeckte Muldenfläche und das Halmgutgewicht wurden bei geänderter Schneckendrehzahl und Zugabegeschwindigkeit gemessen und daraus die Belagdichte bestimmt.

Um die Abgrenzung der Belagflächen ablesen zu können, mußte die Förderung im gewünschten Betriebszustand schlagartig abgestoppt werden. Eine Keilriemenbremse ermöglichte ein solches Abstoppen ohne ein unerwünschtes Verschieben der Halmlage in der Mulde. Die Abbildungen 7 bis 9 zeigen die Begrenzungen der Belagflächen auf dem in die Ebene abgewickelten Muldenboden, wie sie sich während der Versuche bei Schneckendrehzahlen

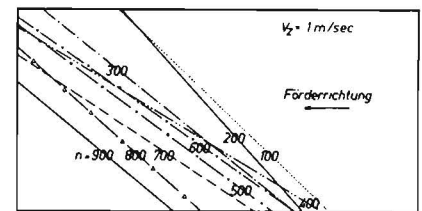


Abb. 7

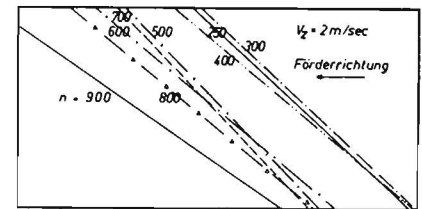


Abb. 8

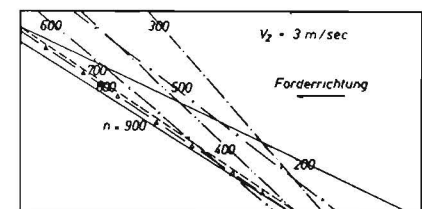


Abb. 7, Abb. 8 und Abb. 9: Begrenzung der Belagflächen auf dem in die Ebene abgewickelten Muldenboden bei wachsender Schneckendrehzahl n und verschiedener Zugabegeschwindigkeit v_z

von 100 bis 900 U/min, Zugobegeschwindigkeiten von 1 bis 3 m/sec und konstanter Zugabemenge von 1 kg/sec einstellten. Die Begrenzungslinien bildeten nahezu eine Gerade, sie wanderten mit steigender Schneckendrehzahl dem Muldenauslauf zu. Die Größe der Belagflächen B (Abb. 10) und das Gewicht M des gemessenen Belages (Abb. 11) erlaubten, da der Muldenabstand mit 8 mm festlag, Angaben über die jeweilige mittlere Belagdichte m des zwischen Schnecke und Mulde eingeklemmten Halmgutes (Abb. 12):

$$m = \frac{M}{B \cdot 0,008} \quad (\text{kg/m}^3)$$

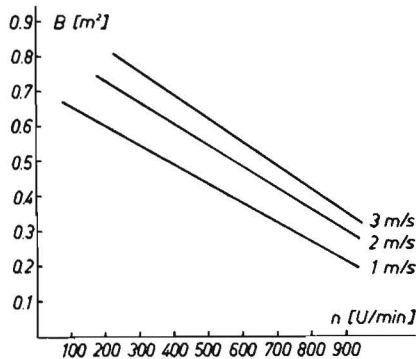


Abb. 10: Belagfläche B in Abhängigkeit von der Schneckendrehzahl n bei verschiedener Zugabegeschwindigkeit v_z

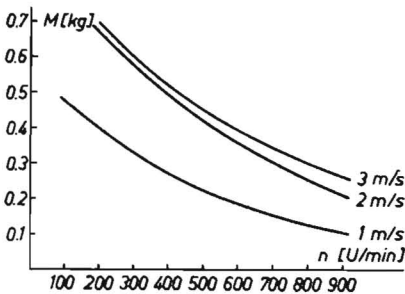


Abb. 11: Belaggewicht $M = f(n; v_z)$

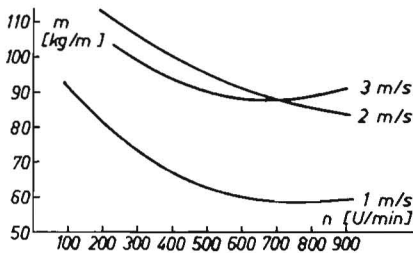


Abb. 12: Belagdichte $m = f(n; v_z)$

Die Kurven lassen erkennen, daß Belagflächen und Belaggewichte und damit die Belagdichte bei einer Zugabegeschwindigkeit von 1 m/sec am niedrigsten sind und mit höherer Zugabegeschwindigkeit größer werden. Mit zunehmender Schneckendrehzahl dagegen nimmt die Belagdichte stark ab.

Eine hohe Belagdichte m bedeutet eine starke Zusammenpressung des Halmgutes zwischen Schneckenwindung und Mulde, damit kann die Belagdichte als Hinweis betrachtet werden: 1.) für den Verschiebungswiderstand, der zur Förderung des Halmgutes überwunden werden muß; 2.) für die Beanspruchung der Schneckenlagerung. Nach Abbildung 12 liegen Verschiebungswiderstand und Beanspruchung der Schneckenlagerung am günstigsten im Drehzahlbereich von 600 bis 900 U/min bei einer Vorschubgeschwindigkeit des Fördertuches von 1 m/sec und einer konstanten Förderleistung der Schnecke.

Nach der Abhängigkeit der Belagdichte von Schneckendrehzahl und Vorschubgeschwindigkeit wurden nunmehr die Einflüsse von Förderleistung und Schneckensteigung auf die Belagdichte untersucht. Bei konstanter Schneckendrehzahl von 500 U/min wurde die Förderleistung von 0,5 bis 3 kg/sec gesteigert, was einer mittleren Mährescherleistung von 18 bis 108 dz Getreide/h entspricht. Die verwendeten Schnecken hatten bei einem Außendurchmesser $D_A = 480$ mm die Steigungen $s_1 = 300$ mm, $s_2 = 450$ mm und $s_3 = 600$ mm. In den Abbildungen 13 bis 15 sind Belagfläche B , Belaggewicht M und Belagdichte m des bei abgestopptem Versuch in der Mulde lagernden Halmgutes aufgetragen. Belagfläche und Belaggewicht und damit die Belagdichte wachsen mit der Förderleistung, die Belagdichte nimmt aber bei konstanter Förderleistung mit größer werdender Schneckensteigung ab. Diese Abnahme erklärt sich aus dem Kontinuitätsgesetz, wonach beim Fördervorgang mit konstanter Förderleistung das Produkt aus Fördergeschwindigkeit und Durchflußmenge gleich bleiben muß. Das heißt, bei konstantem Auslaufquerschnitt F_A muß mit größer werdender Schneckensteigung s und somit größer werdender ideeller Fördergeschwindigkeit

$$v_{Fi} = \frac{n \cdot s}{60 \cdot 1000} \quad (\text{m/sec})$$

die Belagdichte geringer werden. Oder die konstante Förderleistung L (kg/sec) muß sein:

$$L = \frac{n \cdot s \cdot F_A \cdot m}{60 \cdot 1000} \quad (\text{m/sec} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg/m}^3)$$

Würde die ideale Fördergeschwindigkeit der tatsächlichen entsprechen, so müßte nach der genannten Leistungsformel das Produkt aus der Schneckensteigung s und der Belagdichte m konstant bleiben. Nach Abbildung 15 ist das aber nicht der Fall; ändert sich die Schneckensteigung von 450 mm auf 600 mm, so bleibt die Belagdichte hierbei nahezu konstant. Das heißt, ab $s = 450$ mm bleibt auch die tatsächliche Fördergeschwindigkeit nahezu konstant und somit hinter der idealen Fördergeschwindigkeit zurück. Wir haben bei großer Schneckensteigung einen großen Schlupf.

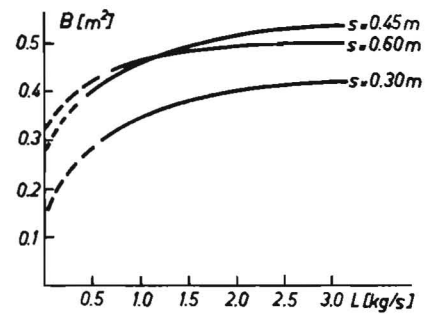


Abb. 13: Belagfläche B in Abhängigkeit von der Förderleistung L bei verschiedener Schneckensteigung s

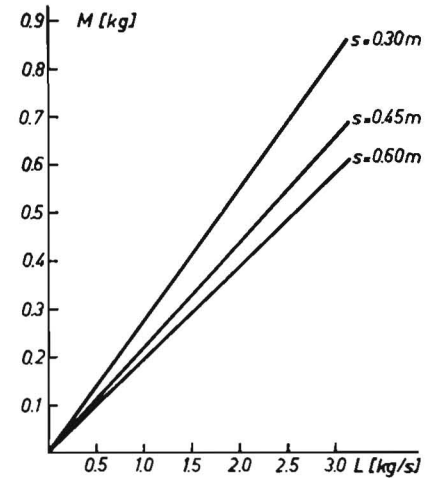


Abb. 14: Belaggewicht M in Abhängigkeit von der Förderleistung L bei verschiedener Schneckensteigung s

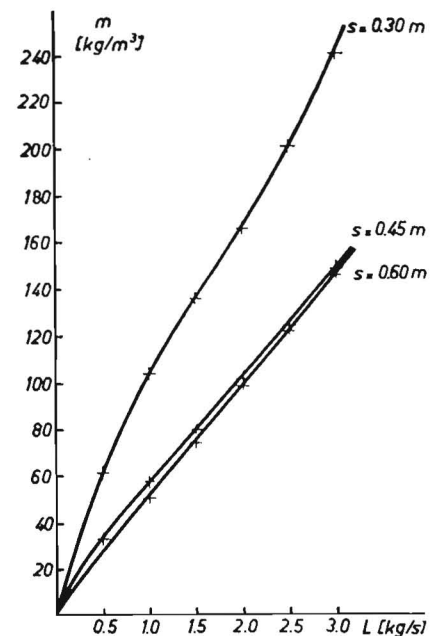


Abb. 15: Belagdichte m in Abhängigkeit von der Förderleistung L bei verschiedener Schneckensteigung s

In weiteren Versuchen wurde der Schlupf näher untersucht. Wir unterscheiden einen Längs- und einen Querschlupf. Bei vollem Querschlupf und ohne Längsschlupf wäre die Förderung die günstigste. Der Längsschlupf ist der Anteil des axialen Förderweges, den das Fördergut vom idealen, durch

die Steigung gegebenen Förderweg zurückbleibt. Nennen wir den wirklichen Förderweg des Halmgutes je Umdrehung der Schnecke l , dann ist der Längsschlupf

$$S_l = \frac{s - l}{s}$$

Um den Querschlupf bleibt das Fördergut in der Drehrichtung zurück. Wird der wirklich zurückgelegte Weg in der Drehrichtung je Umdrehung der Schnecke mit q bezeichnet, so gilt für den Querschlupf

$$S_q = \frac{\pi D - q}{\pi D}$$

Diese Schlupfwerte S_l und S_q sind unabhängig von der Geschwindigkeit, aber in unserem Falle abhängig von der Belagdicke m und Zugabegeschwindigkeit v_z , wie das die Veränderung des Einzugswinkels β zeigt.

Die Schlupfwerte wurden in ähnlicher Weise wie die Belagdicke bestimmt. Jeder Versuch wurde auf eine gleichmäßige Förderung bei einer Schneckenendrehzahl von 500 U/min gebracht, schlagartig abgebremst, die Halmgutlage auf dem Muldenboden markiert und danach die Schnecke um eine Umdrehung langsam weiterbewegt. Die Markierungspunkte des Halmgutes wurden nun erneut auf dem Muldenboden durchgezeichnet und die Längs- sowie Querverschiebung l und q der Markierungspunkte auf dem Muldenboden gemessen. Die Messung wurde nach einer weiteren Schneckenumdrehung wiederholt und so der Schlupf für drei verschiedene Schnecken mit den Steigungen $s_1 = 0,3$ m; $s_2 = 0,45$ m; $s_3 = 0,6$ m bei Förderleistungen von 0,5 bis 3 kg/sec ermittelt (Abb. 16 und 17).

Die Schlupf-Schaubilder zeigen nun folgendes:

1. Der Forderung nach möglichst kleinem Längsschlupf und großem Querschlupf entspricht die Schnecke mit der Steigung $s_3 = 0,6$ m am schlechtesten. Die Schlupfverhältnisse sind am günstigsten bei der Schnecke mit $s_1 = 0,3$ m bis zu einer Förderleistung von 2,7 kg/sec und bei größerer Förderleistung bei der Schnecke mit $s_2 = 0,45$ m.

2. Mit den gefundenen Schlupfwerten S_l kann die Fördergeschwindigkeit errechnet werden:

$$v_F = \frac{n \cdot s \cdot (1 - S_l)}{60} \text{ (m/sec)}$$

3. Ein Vergleich der Schlupfwerte mit der Belagdicke (Abb. 15) bestätigt die Richtigkeit der Annahme, daß wenigstens der Querschlupf von der Belagdicke abhängig ist und zwar mit größer werdender Belagdicke abnimmt. Diese Aussage gilt voll für den Querschlupf S_q , der einheitlich auf eine Schneckenumdrehung bezogen ist, nicht aber für den Längsschlupf S_l . Dieser ist auf die jeweilige Steigung s bezogen, die jedoch um den Querschlupf verkürzt werden muß, um die

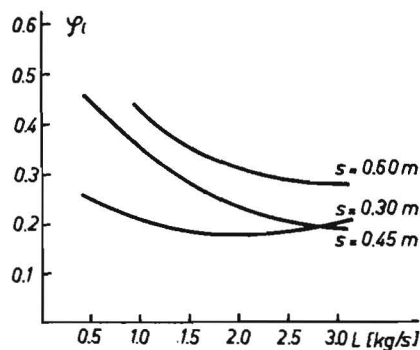


Abb. 16: Axialer Längsschlupf in Abhängigkeit von der Förderleistung L bei verschiedener Steigung s

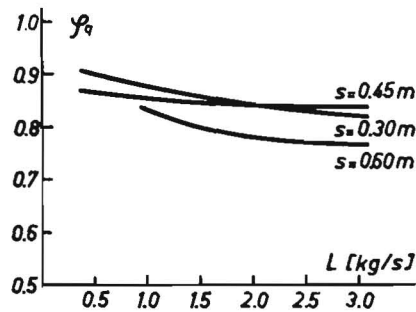


Abb. 17: Tangentialer Querschlupf in Abhängigkeit von L und s

Abhängigkeit des tatsächlichen Längsschlupfes S_{lr} von der Belagdicke m feststellen zu wollen (Abb. 18). Als neue Bezugsstrecke s_r muß gelten: $s_r = s \cdot S_q$ und der auf den Querschlupf bezogene Längsschlupf S_{lr} ist somit:

$$S_{lr} = \frac{s \cdot S_q - l}{s \cdot S_q} = \frac{s \cdot S_q - s \cdot (1 - S_l)}{s \cdot S_q}$$

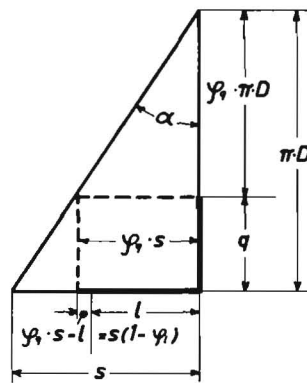


Abb. 18: Schlupfgrößen S_l , S_q , S_{lr} beim Schneckensteigungswinkel α

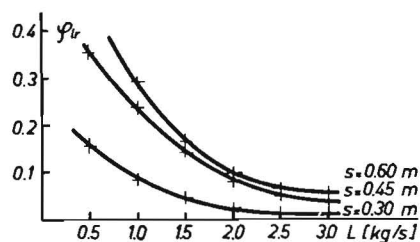


Abb. 19: Tatsächlicher Längsschlupf S_{lr} in Abhängigkeit von L

$$S_{lr} = \frac{S_q + S_l - 1}{S_q}$$

Dieser Schlupf S_{lr} (Abb. 19) nimmt mit Vergrößerung der Zugabemenge und damit auch der Belagdicke deutlich ab und wird bei hoher Belagdicke sehr gering. Hierbei bestätigt sich die Beobachtung, daß bei genügend starker Zusammenpressung des Halmgutes eine Art Verzahnung der Schneckenwindungen im Halmgut stattfindet und die Schnecke bei hoher Belagdicke günstig fördert. Nach den in den Versuchen gefundenen Werten der Belagdicke m und des Schlupfes S_l kann nun für die untersuchten Schnecken die Förderleistung analog der Leistungsformel für körniges Gut gefunden werden.

Förderleistung

Für körniges Gut gilt die bekannte Leistungsformel:

$$L = 60 \cdot n \cdot s \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot f \cdot \gamma \text{ (t/h)}$$

Hierbei sind:

- n = Schneckenendrehzahl (U/min)
- s = Schneckensteigung (m)
- D = Außendurchmesser der Schnecke (m)
- f = Füllungsgrad
- γ = Spezifisches Gewicht des Fördergutes (t/m³)

Für den Füllungsgrad werden folgende Erfahrungswerte angegeben [3]:

$f = 0,33$ für kleine Schnecken mit $s = 0,8$ D bei $D \approx 100$ mm und $n \approx 100$ U/min

$f = 0,25$ für große Schnecken mit $s = 0,65$ D bei $D \approx 600$ mm und $n \approx 45$ U/min

Für die Halmgutförderung muß nun berücksichtigt werden:

1. Die Fördergeschwindigkeit wird um den Schlupf S_l verkleinert.
2. Der Förderquerschnitt F wird gebildet aus Muldenabstand A und Auslaufbreite B des Halmgutbelages, es ist: $F = A \cdot B$ (m²).
3. Für das spezifische Gewicht γ gilt nun die mittlere Belagdicke m .

Damit wird: L Halmgut

$$= 60 \cdot n \cdot s \cdot (1 - S_l) \cdot F \cdot m \text{ (kg/h)}$$

Hierbei sind:

- n = Schneckenendrehzahl (U/min)
- s = Schneckensteigung (m)
- S_l = Schlupf in axialer Förderrichtung
- F = Förderquerschnitt (m²)
- m = Belagdicke (kg/m³)

Die entsprechenden Erfahrungswerte für die untersuchten Schnecken mit Außendurchmesser $D = 0,48$ m, den Steigungen $s = 0,3$ bis $0,6$ m, einem Muldenabstand $A = 0,008$ m, einer Auslaufbreite $B_{max} = 0,75$ m, einer mittleren Förderlänge von 1 m und Förderleistungen von 18 bis 108 dz/h kön-

nen den Schaubildern (Abb. 13, 15 und 16) entnommen werden. (Für ungedroschenen Roggen einer mittleren Halm-länge von 125 cm, einem Korn : Stroh-Verhältnis von 1 : 1,6 und einem Feuch-tigkeitsgehalt von 14,5 %.)

Folgerung aus den Versuchsergebnissen

Mit der Belagdichte ist ein Kriterium für eine brauchbare Schneckenförde-rung von Halmgut gefunden worden. Sie darf einen Mindestwert nicht un-terschreiten und kann reguliert werden durch Veränderung von

- Förderleistung
- Schnecken-drehzahl
- Zufuhr-geschwindigkeit

- Schneckensteigung
- Muldenabstand

Dieser Mindestwert liegt bei hoher Schnecken-drehzahl wesentlich günsti-ger als bei niedriger (Abb. 12).

Beim Mähdrusch schwankt beispiels-weise die Förderleistung erfahrungsge-mäß stark. Eine Verstellbarkeit der Schneckensteigung und des Muldenab-standes fällt aus Konstruktionsgründen weg. Sollen nun auch Schnecken-drehzahl und Zufuhr-geschwindigkeit mög-lichst wenig verstellt werden, ist es empfehlenswert, die Schnecke bei mög-lichst hoher Drehzahl (600 bis 900 U/ min) zu betreiben. Da die Mindestbe-lagdichte mit steigender Drehzahl ab-

nimmt, ist bei hoher Betriebsdrehzahl die Gewähr für gute Betriebsverhält-nisse auch bei großem Wechsel der Fördermenge und damit der Belag-dichte gegeben.

Die Förderlänge ist bei offener Schneckenmulde durch die schraubenförmige Förderbewegung des Halmgutes in der Mulde begrenzt.

Die Beanspruchung der Schnecke und der Schneckenlager liegt durch die not-wendige Zusammenpressung des Halm-gutes zwischen Schneckenwindung und Mulde im Vergleich zur Schneckenför-derung von kornförmigem Gut sehr hoch.

Um das Fördergut stark in der Längs-richtung und wenig in der Drehrichtung mitzunehmen, sollte die Förderkante der Schneckenwindung möglichst scharf und glatt sein; durch Längsrippen oder Grenzleisten in der Mulde kann eine Drehbewegung des Fördergutes um die Schneckenachse verhindert werden. Der Förderwirkungsgrad = Förderlei-stung/Antriebsleistung dürfte nach den gemachten Beobachtungen bei der Schneckenförderung von Halmgut des hohen Verschiebungswiderstandes we-gen so ungünstig liegen, daß eine solche Förderung nur bei kurzem För-derweg oder auch dann in Frage kommt, wenn die Vorteile der Schneckenförderung, geschlossene Bauform und einfacher Antrieb, ausschlagge-bend sind.

Schrifttum:

- [1] Aumund und Knaust: Hebe- und Förderan-lagen, Springer-Verlag, Berlin, 1950
- [2] Mey: Förderung von Massengütern, Ver-lag Knapp, Halle, 1951
- [3] Hanfstengel: Die Förderung von Massen-gütern, Band I, Springer-Verlag, Berlin, 1921
- [4] Scheffter: Technologische und oszillogra-phische Untersuchungen des Preßvorganges bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Dissertation Berlin

Englische Forschungen zur Reihendüngung

Nach der Zeitschrift „Farm Implement and Machinery Review“ laufen englische wissenschaftliche Untersuchungen zu der Frage der gleichzeitigen Aussaat und Reihendüngung seit 1947 in Rothamsted (Dr. G. W. Cooke). Bei Erbsen, die als Kulturpflanzen mit geringem Wurzelsystem und einem relativ kurzen Wachstumsbereich besonders stark auf gleichzeitige Reihendüngung bei der Aussaat reagieren, ergab sich ein Mehrertrag von über 1 dz je acre (= 2,5 dz/ha) bei gleichzeitiger Saat- und Reihendüngung gegenüber der üblichen Ausbringung des Handelsdüngers (Versuche mit Phosphor und Kali). Insgesamt zeigen die englischen Versuche, daß die ackerbauliche Zweckmäßigkeit der Reihendüngung bei gleichzeitiger Saat außer Zweifel steht. Die englische Landmaschinen-Industrie hat nun in jüngster Zeit eine Reihe von sogenannten „Fertiliser Placement Drills“ auf den Markt gebracht und liefert außerdem für gewöhnliche Sämaschinen und die in England weitverbreiteten Combinedrills (Maschinen, die Dünger und Saat gleichzeitig durch gemeinsames Schar ausbringen). Allgemein sind die Maschinen dann so eingerichtet — entsprechend den Rothamsteder Versuchen —, daß der Dünger seitlich (5—6 cm) unterhalb (2—4 cm) der Saatreihe ausgebracht wird. Wichtig erscheint die Form der Sä- und Düngerschare, um die Saat- und Düngerbänder schmal zu halten, damit eine Vermischung beider vermieden wird. In diesem Fall würde der keimende Same erhebliche Schädigungen erleiden. Die Düngerschare verlaufen im allgemeinen vor dem Drillschar, damit das Saatband nicht aufgewühlt wird. Es finden sich allerdings auch Lösungen, bei denen die Düngerschare seitlich von den Säscharen angebracht sind. Albrecht

Résumé :

Dipl.-Ing. G. Römer und Dipl.-Ing. W. Urban : „Die Förderung von Halmgut durch Förderschnecken.“

Die Förderung von unzerschnittenem Halmgut durch Schnecken vollzieht sich zwischen der Windungs-Außenkante der Schnecke und dem Schnecken-trog und nicht innerhalb der Schneckenwindungen wie beim kornförmigen Gut. Nach Bestimmung des Schlupfes und der Belagdichte des Halmgutes und deren Abhängigkeit von der Zugabegeschwindigkeit, Schnecken-drehzahl und Schneckensteigung stellte der Verfasser eine Formel zur Berechnung der Förderleistung auf und nannte Erfahrungswerte für Belagdichte und Schlupf des Halm-gutes zwischen Schnecke und Trog. Bei der verhältnismäßig hohen Belagdichte tritt ein sehr hoher Verschiebungswiderstand auf, der die Schneckenwindungen und -lager hoch beansprucht und auf einen schlechten Förderwirkungsgrad schließen läßt.

Dipl.-Ing. G. Römer and Dipl.-Ing. W. Urban : „The Movement of Stalk Fodder by Screw Conveyors.“

The movement of uncut stalk fodder in screw conveyors takes place between the outer edge of the conveyor worm and the conveyor trough, and not inside the worm threads, as is the case with grains. After determination of the slip and the thickness of the layer of the stalk fodder and their relation to the velocity with which the fodder enters the conveyor, the revolutions of the worm and the pitch of the worm, the authors obtained a formula for the calculation of the output of the conveyor. Some figures, obtained from actual practice, are given for the slip and the thickness of the layer of the stalk fodder between the worm and the trough. A comparatively large thickness of the layer creates a very high resistance to movement, which, in turn, greatly stresses the threads of the worm and its bearings, with adverse influences on the performance of the conveyor.

Dipl.-Ing. G. Römer et Dipl.-Ing. W. Urban :

«Le transport du fourrage constitué par des végétaux à tiges à l'aide de vis transporteuses.»

Le transport du fourrage non haché à l'aide de vis transporteuses s'effectue entre le bord extérieur des filets et l'enveloppe de la vis et non pas à l'intérieur des filets comme c'est le cas pour les grains. Après avoir déterminé le patinage et la densité du fourrage transporté et la dépendance de ces facteurs de la vitesse de chargement, de la vitesse de rotation de la vis et du pas de la vis, l'auteur arrive à une formule permettant de calculer le rendement et il mentionne des chiffres tirés des expériences concernant la densité du fourrage transporté et le patinage qui se produit entre la vis et son enveloppe. Etant donné la densité élevée du fourrage transporté, il s'ensuit une résistance à l'avancement considérable qui a pour effet une usure excessive des filets et des paliers de la vis, de sorte que l'on peut en déduire que le rendement est très médiocre.

Ing. dipl. G. Römer e ing. dipl. W. Urban : «El transporte de tallos por roscas de transporte.»

El transporte de tallos sin cortar por roscas de transporte se opera entre el filo exterior de la rosca y la caja y no dentro de las cavidades entre los diferentes pasos, como sucede con los granos. Determinados el deslizamiento y el grueso de la capa de tallos y su dependencia de la velocidad adicional, del número de revoluciones de la rosca y de su rampa, el autor establece una fórmula para el cálculo del rendimiento, dando al mismo tiempo valores sacados de la experiencia, para el grueso de la capa y para el deslizamiento entre rosca y caja. Con el aumento relativamente elevado del grueso de la capa se produce una resistencia muy elevada al deslizamiento que exige sollicitaciones elevadas a los pasos de la rosca y a los cojinetes que permite sacar la conclusión de un rendimiento de transporte muy bajo.