

Untersuchung über den Leistungsbedarf und die Streugüte von Stallungstreuern mit überlagerter Streuwalzenbewegung

Von **Werner Darnedde**, Braunschweig-Völkenrode¹⁾

Wegen der relativ geringen Leistungen der Schlepper in den ersten Nachkriegsjahren war man bemüht, den Leistungsbedarf der Stallungstreuer möglichst klein zu halten. Heute interessieren neben einem geringen Leistungsbedarf vor allem die Funktionssicherheit und die Qualität der Streuarbeit der verschiedenen Streuwerktypen. An Hand von Versuchen mit einfach rotierenden Streuwalzen und solchen mit einer zusätzlichen Bewegungskomponente wird über deren Leistungsbedarf, Streubreite und -güte vergleichend berichtet.

Neben den üblichen Streuwerken mit ortsfest angeordneten Streuwalzen sind auch solche Streueinrichtungen entwickelt worden, die außer der Drehbewegung der Streuwalzen um ihre eigene Achse noch eine zusätzliche Bewegungskomponente — im folgenden kurz Sekundärbewegung genannt — aufweisen. Diese zusätzlichen Bewegungen können gradlinige Hin- und Herbewegungen, Pendelbewegungen oder kreisende Bewegungen sein, die in einer oder um eine der drei Achsrichtungen des Koordinatensystems erfolgen. Ein Teil dieser Streueinrichtungen, die vielfach wegen der relativ aufwendigen Konstruktion das Stadium des Entwurfs bzw. der Patentanmeldung nicht überschritten haben, wurden in ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise von Köhler [1] beschrieben. Wesentliches Ziel dieser Konstruktionen war zumeist eine Verminderung des Leistungsbedarfs. Aber auch an eine Verbesserung der Streueigenschaften, beispielsweise durch Verwendung einstellbarer Leitbleche oder zusätzlicher Verteileinrichtungen, wurde dabei gedacht.

Theoretische Überlegungen

Zu dem Problem der Verminderung des Leistungsbedarfs von Stallungstreuerwalzen, die eine Sekundärbewegung aufweisen, wurde von Dreyer [2] mit seinen Untersuchungen über die mechanische Zerspannung von Festmist ein wesentlicher Beitrag geleistet (siehe auch Schulze [3]). Darin wird festgestellt, daß der Leistungsbedarf der Streuwerkzeuge von der entstehenden Trennfläche je Zeiteinheit abhängig ist. Die auf einem Prüfstand unter genau definierten Bedingungen von Dreyer erhaltenen Ergebnisse zeigen allerdings, daß man keine exakte zahlenmäßige Relation zwischen der errechneten Trennfläche je Zeiteinheit und dem tatsächlichen Leistungsbedarf aufstellen kann. Seine Vorausberechnung bleibt also auch weiterhin schwierig. Dies ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Kenntnisse über den Trennvorgang selbst immer noch sehr gering sind. Aus eigenen Untersuchungen [4] über den Verlauf der Biegebeanspruchung eines Einzelzinkens ließ sich lediglich folgern, daß offensichtlich kein Abscheren, sondern ein Losreißen der einzelnen Dungteilchen eintritt. Dieses Losreißen erfolgt erst von einer Mindestspanndicke an, die bei dem heute vorwiegend verwendeten intermittierenden Vorschubantrieb nur in einer bestimmten Zeitspanne während des Vorschubtaktes erreicht wird. In der übrigen Zeit streichen die Zinken nur die Oberfläche der durch den Zinkeneingriff entstehenden Rillen glatt bzw. leisten dabei elastische Verformungsarbeit. Beide Vorgänge zusammen ergeben die Reibungsleistung der Streuwalzen. Wesentlich dabei ist, daß die tatsächlich erzeugte Trennfläche nicht immer mit der nach den geometrischen Gegebenheiten von Dreyer errechneten Trennfläche übereinstimmt und daher, wie bereits erwähnt, keine zahlenmäßig konstante Relation zwischen Leistung und errechneter Trennfläche besteht. Trotzdem kann es für den Kon-

strukteur eine Hilfe sein, wenn er ungefähr abschätzen kann, wie sich verschiedene Konstruktionen oder etwaige Änderungen einer Konstruktion voraussichtlich auf den Leistungsbedarf auswirken werden.

Ein solcher Vergleich läßt sich in stark vereinfachter Form durchführen, indem man die Streuwerke nach **Bild 1 bis 3** in drei verschiedene Gruppen einordnet: erstens in solche mit ortsfest angeordneten, dauernd im Eingriff befindlichen Walzen, zweitens in solche mit beweglichen, dauernd im Eingriff befindlichen Walzen und drittens in solche mit beweglichen, nicht dauernd im Eingriff befindlichen Walzen.

Die theoretische Trennfläche je Zeiteinheit ist abhängig von der Umfangsgeschwindigkeit der Zinken, deren Form, Zahl und Anordnung, von der Zahl der Walzen z , dem Eingriffswinkel φ und der momentanen Vorschubgeschwindigkeit des Dungstapels und gegebenenfalls der Streuwalzen. Gemeint sind hier die tatsächlich während der Bewegung auftretenden Vorschubgeschwindigkeiten im Gegensatz zu der bei intermittierendem Vorschubantrieb zu definierenden geringeren durchschnittlichen Vorschubgeschwindigkeit des Dungstapels.

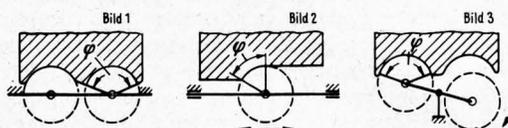


Bild 1 bis 3. Schematische Darstellung von Stallungstreuerwerken verschiedener Systeme.

Bild 1: ortsfest, dauernd im Eingriff

Bild 2: beweglich, dauernd im Eingriff

Bild 3: beweglich, nicht dauernd im Eingriff

Die Vorschubgeschwindigkeiten bestimmen das Verhältnis der Fräsdauer t_F zur gesamten Streuzeit t_{ges} . Unter der Voraussetzung, daß die Zahl der Zinken, deren Anordnung und Umfangsgeschwindigkeit bei den verschiedenen Streuwalzen gleich sind, ist der Quotient t_F/t_{ges} ein Maß für die Zahl der Zinkeneingriffe bzw. Dungteilchen je Dungmenge bei gegebenem Durchsatz. Für die Trennleistung N_T , die etwa gleich der Fräsleistung N_F ist, ergibt sich danach folgende Beziehung:

$$N_T \approx N_F \approx \varphi z \frac{t_F}{t_{ges}}$$

Das in dieser Formel enthaltene Produkt φz ist bei Streuwerken mit beweglichen, dauernd im Eingriff befindlichen Streuwalzen (Bild 2) immer kleiner als bei Streuwerken mit ortsfesten Walzen (Bild 1), weil beide Faktoren kleiner sind. Dagegen ist der Quotient t_F/t_{ges} bei dem erstgenannten Streuwerk immer 1, während er beim zweiten Streuwerk nur in dem praktisch kaum vorhandenen Fall des kontinuierlichen Dungvorschubs 1 wird, sonst aber < 1 ist. Hier lassen sich also die Trennflächen nur bei genauer Kenntnis aller Einflußgrößen vergleichen. Beim Vergleich der ersten mit der dritten Streuwerksgruppe darf das Produkt φz als ungefähr gleich angenommen werden. Entscheidend ist wiederum das Verhältnis von Fräszeit und Gesamtstreuzeit. Dies ist bei kontinuierlichem Dungvorschub bei den bewegten Streuwalzen kleiner. Das gilt auch für intermittierenden Vorschub, wenn die Bewegungen des Dungstapels und der zum Eingriff gelangenden Walze gleichzeitig erfolgen, da sich dann beide Vorschubgeschwindigkeiten addieren. Nur wenn die Bewegung der Streuwalze während des Stillstandes der Ladung erfolgt und ihre Geschwindigkeit geringer ist als die des Dungstapels, ergibt sich ein höherer Wert für den Quotienten t_F/t_{ges} bei der bewegten Walze.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich auch über die Reibungsleistung N_R der drei Streuwerksgruppen anstellen. Unter den

¹⁾ Vorgetragen auf der 22. Tagung der Landmaschinen-Konstrukteure in Braunschweig-Völkenrode am 9. 4. 1964.

Dipl.-Ing. Werner Darnedde ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Landmaschinenforschung (Direktor: Prof. Dr.-Ing. Franz Wieneke) der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode.

bereits genannten Voraussetzungen gilt für diese entsprechend

$$N_R \approx \varphi z \frac{t_E}{t_{ges}}$$

Diese Beziehung unterscheidet sich von der obigen nur durch die an Stelle der Fräszeit t_F eingesetzte Eingriffszeit t_E . (Zu der Fräszeit t_F ist gegebenenfalls noch die Zeit zwischen zwei Vorschubbewegungen des Dungstapels bzw. der bewegten Walze zu addieren, um auf die Eingriffszeit zu kommen: $t_F \leq t_E$). Der Vergleich zeigt, daß die Reibungsleistung bei Streuwerken mit Sekundärbewegung immer geringer ist als bei solchen mit ortsfesten Streuwalzen. Zunächst ist bei Streuwerken mit dauernd im Eingriff befindlichen beweglichen Walzen (Bild 2) sowohl z als auch φ kleiner als bei üblichen Streuwerken. Bei den Streuwerken der dritten Gruppe (Bild 3) ist dagegen der Quotient $t_F/t_{ges} < 1$ gegenüber 1 bei Streuwerken der ersten Gruppe.

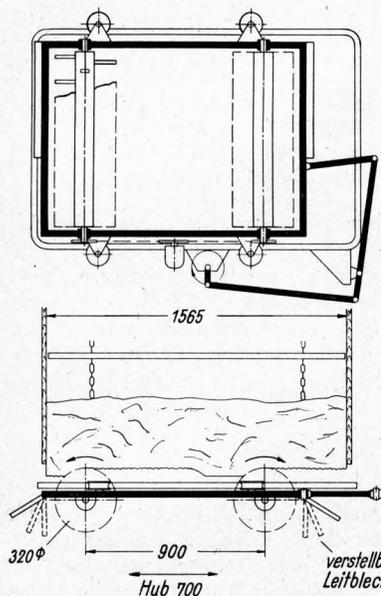


Bild 4. Frässtreuwerk mit zwei senkrechten Streuwalzen.
Ansicht von hinten (oberes Bild) und Draufsicht (unteres Bild).

Versuche

Das Ziel der im folgenden beschriebenen Untersuchungen an Stallungstreuern war, Vergleichswerte des Leistungsbedarfs und der Streugüte für praktisch ausgeführte Streuwerke der drei Gruppen zu ermitteln. Daher wurden Messungen an je einem für die Gruppe charakteristischen Streuwerk vorgenommen. Dabei handelt es sich um das unter der Bezeichnung „Frässtreuwerk“¹⁾ bekannte Streuwerk mit zwei senkrechten Walzen, das in **Bild 4** schematisch dargestellt ist, um eine Versuchsausführung des ebenfalls bekannten „Pendelstreuwerks“ mit zwei waagerechten Walzen, **Bild 5**, und die entsprechenden Streuwerke mit ortsfesten Walzen.

Die Versuche wurden in ähnlicher Form durchgeführt wie bei den Versuchen mit den Streuwerken mit ortsfesten Walzen [4]. Als Versuchsmaterial wurde wiederum Tiefstallung verwendet.

¹⁾ Das Streuwerk wurde dankenswerterweise von der Landmaschinenfabrik W. Kemper, Stadtlohn/Westf., zur Verfügung gestellt.

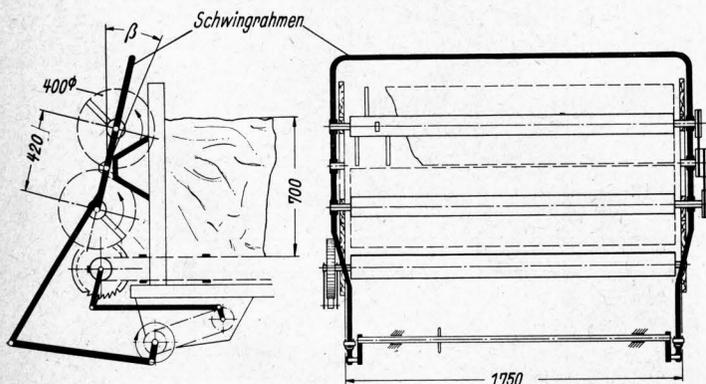


Bild 5. Pendelstreuwerk mit zwei waagerechten Streuwalzen.
Ansicht von der Seite (linkes Bild) und von hinten (rechtes Bild).

Leistungsbedarf

Pendelstreuwerk

Die Ergebnisse der Drehmomentmessungen am Pendelstreuwerk sind in **Bild 6 bis 10** wiedergegeben. Das Diagramm in **Bild 6** zeigt die Leistungskennlinien für das Pendelstreuwerk und für das gleiche Streuwerk ohne Pendelantrieb über dem Durchsatz. Danach liegt der Leistungsbedarf des Pendelstreuwerks um etwa ein Viertel unter demjenigen des üblichen Schmalstreuwerts. Diese Differenz muß im wesentlichen auf eine geringere Reibungsleistung zurückgeführt werden, da sich die experimentell ermittelten Zeiten für die Fräsdauer t_F wie 0,9:1,0 zugunsten des Pendelstreuwerks verhielten. Der Unterschied in

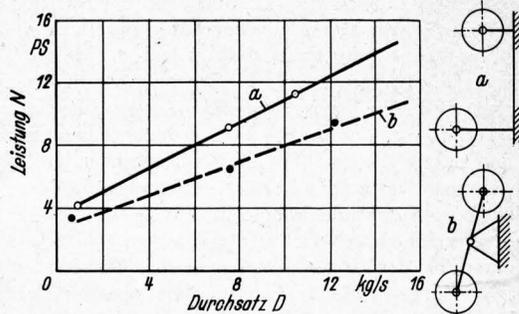


Bild 6. Vergleich des Leistungsbedarfs von Streuwerken mit ortsfesten und beweglichen Walzen (hier Pendelstreuwerk). Die Schwingungsdauer der Pendelbewegung T_1 ist gleich der doppelten Zeit eines Vorschubintervalls T_2 ($T_1 = 2 T_2$).

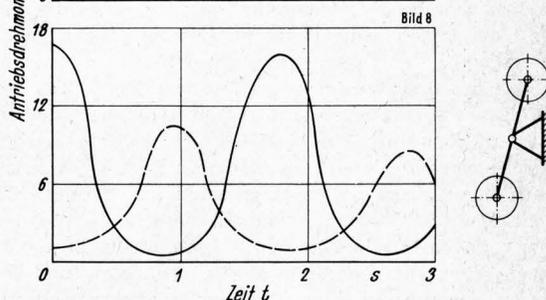
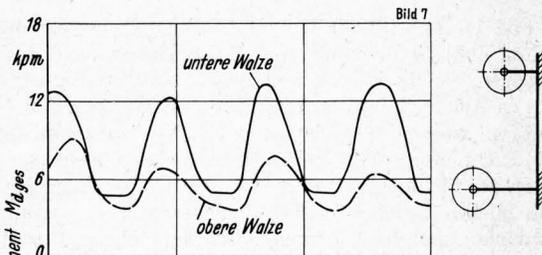


Bild 7 und 8. Drehmomentverlauf bei Streuwerken mit ortsfesten und beweglichen Walzen (Pendelstreuwerk).
 $T_1 = 2 T_2$

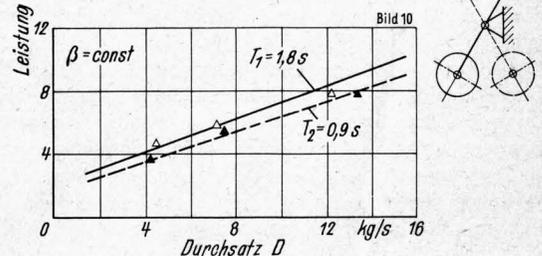
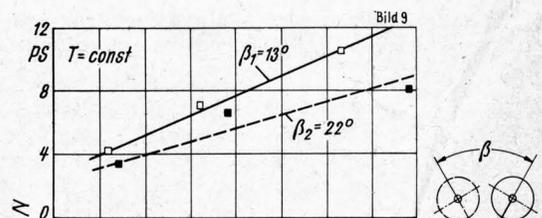


Bild 9 und 10. Leistungsbedarf des Pendelstreuwerks bei verschiedener Schwingungsdauer und -amplitude.

der Trennleistung kann also nicht sehr groß sein. Dies ist auch aus dem in Bild 7 und 8 dargestellten Drehmomentverlauf an den einzelnen Streuwalzen zu erkennen. Dieser zeigt, daß die Drehmomente bei ortsfesten Walzen nach Beendigung des Vorschubs nur auf etwa die Hälfte des maximalen Wertes absinken. Dagegen gehen die Drehmomente der Pendelwalzen nach jedem Eingriff fast bis auf Null zurück. Gleichzeitig ist aber auch zu erkennen, daß die Schwankungen des Antriebsmomentes bei den ortsfesten Walzen geringer sind und somit auch die Beanspruchung des Triebwerkes gleichmäßiger ist.

Bild 9 und 10 geben die Leistungsdiagramme des Pendelstreuwerkes mit den Versuchsvarianten Schwingungsdauer und Schwingungsamplitude wieder. In Bild 9 ist die Amplitude — also der Winkel β zwischen den beiden Umkehrstellungen — bei konstant gehaltener Schwingungszeit verändert worden. Dabei zeigt sich, daß der Leistungsbedarf bei dem großen Hub geringer ist. Hier ist also infolge der größeren Bewegungsgeschwindigkeit des Streuwerkes bei größerem Hub die Fräsdauer je Dungmengen-einheit und damit auch die Trennleistung geringer. In Bild 10 sind die Versuchswerte bei veränderter Schwingungsdauer und gleichbleibender Amplitude dargestellt. Die Zeiten für eine volle Schwingung verhalten sich wie 1:2. Auch hierzu ist zu sagen, daß die Fräsdauer bei der kurzen Schwingungszeit kleiner ist als bei der doppelt so langen. Offenbar bewirkt aber die erheblich höhere Geschwindigkeit der Walzen beim Auftreffen auf den Dungstapel einen größeren Anpreßdruck, so daß die Reibungsleistung erhöht und die verminderte Trennleistung nahezu kompensiert wird.

Frässtreuwerk

In Bild 11 sind die mit Hilfe einer Regressionsrechnung ermittelten Leistungskennlinien des Frässtreuwerkes und des entsprechenden Streuwerkes mit fünf gleichartigen ortsfesten Streuwalzen in Abhängigkeit vom Durchsatz aufgetragen. Für beide Streuwerke wurden die Leistungen bei den Zinkenumfangsgeschwindigkeiten $u = 11,0$ und $15,5$ m/s ermittelt. Geht man einmal von der für übliche Breitstreuwerke mit ortsfesten Walzen gebräuchlichen Umfangsgeschwindigkeit von $11,0$ m/s aus, so erkennt man, daß der Leistungsbedarf des üblichen Breitstreuwerkes über dem des Frässtreuwerkes liegt. Dies gilt auch für die höhere Umfangsgeschwindigkeit von $15,5$ m/s; dabei liegt der Leistungsbedarf des Frässtreuwerkes bei $15,5$ m/s sogar noch unter dem des Breitstreuwerkes bei $11,0$ m/s. Dies dürfte neben der geringeren Trennleistung auch auf die verminderte Reibungsleistung zurückzuführen sein. Denn daß die Reibung bei den hohen Umfangsgeschwindigkeiten eine erhebliche Rolle spielt, erkennt man aus dem Verlauf der Leistungskennlinien. Bei dem Streuwerk mit den fünf Walzen liegt die erforderliche Leistung schon bei sehr geringen Durchsätzen relativ hoch, was nicht durch die im wesentlichen vom Durchsatz abhängigen Trenn- und Wurfleistungen, sondern nur durch die vom Durchsatz weniger beeinflusste Reibungsleistung verursacht sein kann.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß das Frässtreuwerk leistungsmäßig günstiger arbeitet, wobei man diese Tatsache durch Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit zur Verbesserung der Streubreite benutzen kann, wie später gezeigt wird.

Bei dem Frässtreuwerk ist noch eine interessante Einzelheit zu erwähnen. Infolge der gleichbleibenden Drehrichtung der beiden Streuwalzen ergibt sich beim Hin- und Hergang des Schwingrahmens eine unterschiedliche Spanbildung, die aus der spangebenden Metallverarbeitung unter den Bezeichnungen Gleichlauf- und Gegenlauffräsen bekannt sind, Bild 12. In der Darstellung sind die Verhältnisse für die Verschiebung des Schwingrahmens von rechts nach links gezeichnet. Dabei fräst die linke Walze den Dung im Gegenlauf und die rechte Walze den Dung im Gleichlauf ab. Bei einer getrennten Auswertung der Drehmomentkurven für beide Fräsorgane wurde festgestellt, daß die Drehmomente beim Gleichlauffräsen nur etwas mehr als die Hälfte der beim Gegenlauffräsen auftretenden Werte betragen. Dies ist nicht, wie man zunächst annehmen könnte, darauf zurückzuführen, daß beim Gleichlauf die Dungteilchen leichter abgetrennt werden. Das geringere Walzendrehmoment beim Gleichlauffräsen beruht vielmehr darauf, daß beim Gleich-

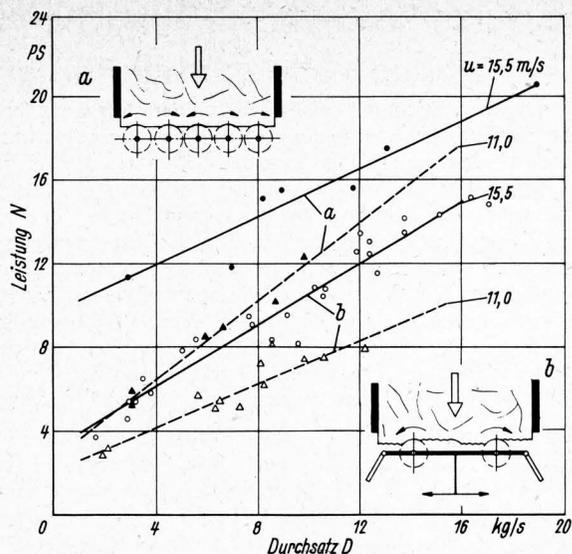


Bild 11. Vergleich des Leistungsbedarfs von Streuwerken mit ortsfesten und beweglichen Walzen (hier Frässtreuwerk).

lauftakt weniger Dung ausgebracht wird, was sich aus der Analyse des Streubildes ergab. Da vom Vorschub her gesehen — der Vorschub wird jeweils zu Beginn eines Hin- und Hergangs eingeleitet — kein Unterschied gegeben ist, muß daraus geschlossen werden, daß der Dung leichter abgetrennt wird, wenn die Zinken die einzelnen Dungspäne vom Stapel weg losreißen, als wenn sie gegen den Stapel gerichtet den Dung eindrücken und nur zum Teil abquetschen.

Streugüte

Pendelstreuwerk

In der Verteilung des Dungs quer zur Fahrtrichtung konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen dem mit waagerechten Walzen arbeitenden Pendelstreuwerk und dem entsprechenden Streuwerk mit ortsfesten Walzen beobachtet werden. Daher sollen hier nur ein paar Bemerkungen über die Gleichmäßigkeit der Verteilung in Längsrichtung gemacht werden. Sie wird durch die periodische Ausbringung des Dungs infolge des intermittierenden Vorschubs des Dungstapels wie auch beispielsweise der Streuwalzen beim Pendelstreuwerk beeinflusst.

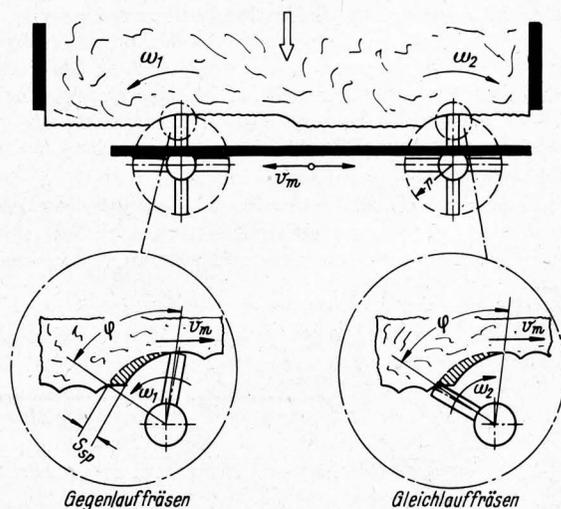


Bild 12. Spanbildung beim Frässtreuwerk unter dem Einfluß der Vorschubrichtung.

$\omega_1 = \omega_2 = \text{const}$	Gegenlauffräsen	Gleichlauffräsen
Relativgeschwindigkeit zwischen Zinken und Dungstapel (Reibung!)	$v_{\text{rel}} = r\omega + v_m$ $= 15,5 + 0,6$ $= 16,1$ m/s	$v_{\text{rel}} = r\omega - v_m$ $= 15,5 - 0,6$ $= 14,9$ m/s
Leistungsbedarf (Durchschnittswerte der Verhältniszahlen aus 14 Versuchen)	$N = 100$	$N = 57$

Die Verteilung des Dungs in Längsrichtung für einen Arbeitstakt läßt sich genügend genau durch ein Dreiecksprofil darstellen, wie es das Beispiel auf **Bild 13** zeigt. Legt man ein solches Dreieck den theoretischen Betrachtungen zugrunde, so gelten nach **Bild 14** die Beziehungen:

$$s_f = v_f T$$

$$l \leq s_f \rightarrow M = \frac{M_0 L}{2 s_f} = \text{const.},$$

wobei T die Zeit je Vorschubintervall, v_f die Fahrgeschwindigkeit und s_f die Fahrstrecke je Taktzeit bedeuten.

Dabei wird weiter angenommen, daß der Ausstoß des Hauptanteils der während eines Vorschubintervalls ausgebrachten Dungmenge in einem Bruchteil der gesamten Intervallzeit geschieht, wie es in der Praxis der Fall ist. Danach ist die Summe

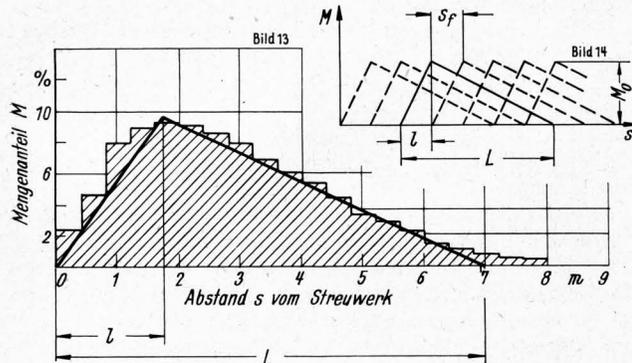


Bild 13 und 14. Gleichmäßigkeit der Dungverteilung in Längsrichtung für ein Vorschubintervall.

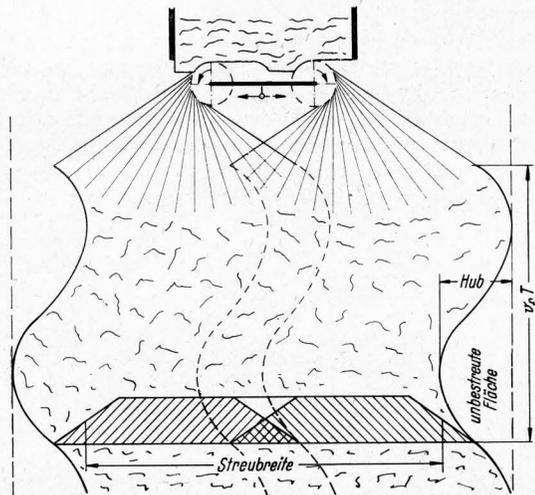


Bild 15. Das theoretische Streubild des Streuvorganges beim Frässtreuwerk.



Bild 16. Praktisches Streubild des Frässtreuwerts bei einer Fahrgeschwindigkeit von 4 km/h und einer Zinkenumfangsgeschwindigkeit von 15,5 m/s.



Bild 17. Ausschnitt aus der Fräsfläche des Frässtreuwerts. (Ansicht der gefrästen Dungfläche von der Rückseite des Dungstreuers).

M der einzelnen Dungmengen, die aus aufeinanderfolgenden Arbeitstakten auf die gleiche Fläche fallen, so lange konstant, wie die Fahrstrecke je Vorschubtakt s_f gleich oder kleiner ist als die Projektion der kurzen Dreiecksseite, die hier mit l bezeichnet worden ist. Die Summe der Dungmenge ist dann

$$M = \frac{M_0 L}{2 s_f},$$

also Inhalt des Dreiecks geteilt durch die Fahrstrecke je Taktzeit. Für das in **Bild 13** gezeigte Beispiel bedeutet dies, daß bei der durch die Konstruktion vorgegebenen Taktzeit $T = 0,9$ s und einer Länge $l = 1,75$ m noch eine gleichmäßige Verteilung bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von

$$v_f = \frac{l}{T} = \frac{1,75}{0,9} \approx 2 \text{ m/s}$$

zu erwarten ist.

Frässtreuwerk

Die Streugüte des Frässtreuwerts ist von einer Reihe von Einflußgrößen abhängig. Durch die Hin- und Herbewegung des Streuwerts ist theoretisch eine Verteilung zu erwarten, deren absolute Breite immer gleich bleibt, während das Zentrum derselben periodisch der Schwingung entsprechend hin- und herwandert, **Bild 15 und 16**. Ebenso ergibt sich für die Randbegrenzung eine sinusförmige Kurve, deren Amplitude derjenigen des Schwingrahmens entspricht. Die Länge einer vollen Schwingung dieser Kurve erhält man aus dem Produkt von Schwingungsdauer und Fahrgeschwindigkeit. Die absolute Streubreite wird im wesentlichen durch den Abwurfwinkel und die Wurfweite der Dungteilchen bestimmt. Die relativ ebene Fräsfläche beim Frässtreuwerk, **Bild 17**, hat einen günstigeren Abwurfbereich zur Folge als bei den ortsfesten Streuwalzen, bei denen der Abwurf-



Bild 18. Ausschnitt aus der Fräsfläche des üblichen Breitstreuwerkes.

(Ansicht der gefrästen Dungfläche von der Rückseite des Dungstreuers.)

bereich durch die seitlich vorstehenden Dungkämme eingeschränkt wird, **Bild 18**. Die Dungteilchen werden also beim Frästreuwerk quer zur Fahrtrichtung weiter geworfen als bei dem üblichen Breitstreuwerk, das die Dungteilchen stärker nach hinten wirft. Damit steigt auch der Einfluß der Umfangsgeschwindigkeit der Zinken und davon unmittelbar abhängig die Wurfweite der Dungteilchen, die sich um so stärker auf die Streubreite auswirkt, je mehr die Wurfrichtung quer zur Fahrtrichtung liegt.

In ähnlicher Weise beeinflusst die Masse bzw. die Größe der einzelnen Dungteilchen zunächst die Wurfweite und damit die Streubreite. Bei Annahme geometrisch ähnlicher Teilchen ist die ihnen mitgeteilte Bewegungsenergie der dritten Potenz und der Luftwiderstand der zweiten Potenz ihrer linearen Ausdehnung proportional. Mit wachsender Größe der Dungteilchen nimmt also die Wurfweite zu.

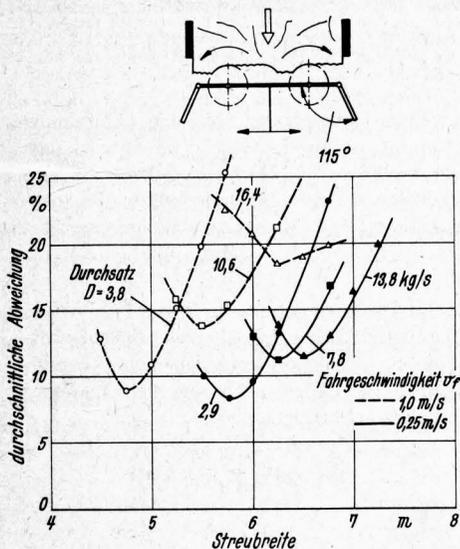


Bild 22. Einfluß von Durchsatz und Fahrgeschwindigkeit auf die Streubreite des Frästreuwerks.

Die Ergebnisse der Streuversuche mit dem Frästreuwerk sind in **Bild 19 bis 21** als Streudiagramme der verschiedenen Einstellungen der Leitbleche dargestellt. Die natürliche Verteilung aus einer Fahrt ist hierin durch die schraffierte Fläche wiedergegeben, die zusammen mit den darüber gesetzten weißen Flächen die endgültige Verteilung nach Überdeckung durch benachbarte Streuflächen ergibt.

Wie ein Vergleich der Diagramme zeigt, wird durch die Leitbleche, die jeweils den Abwurfwinkel der am weitesten nach außen fliegenden Dungteilchen begrenzen, eine befriedigende Einstellung der Streubreite erreicht. Sie geschieht praktisch dadurch, daß von der größtmöglichen Streubreite die äußeren Teile abgetrennt und etwas nach innen verschoben werden. Dadurch entsteht zunächst bei der mittleren Stellung der Leitbleche (**Bild 20**) ein kleines Tal, das aber bei engster Stellung wieder zugeschoben ist.

Die Streugüte läßt sich dadurch einfach angeben, daß man die durchschnittliche Abweichung der Dungmenge vom Mittelwert, der als Sollwert gleich 100% gesetzt wird, in Abhängigkeit von der genutzten Streubreite aufträgt. So entstehen sogenannte Fehlerkurven oder Abweichungsdiagramme, die meistens ein Minimum aufweisen, das die Streubreite mit optimaler Überdeckung angibt.

Im vorliegenden Fall liegen die Streubreiten mit der optimalen Überdeckung je nach Stellung der Leitbleche zwischen 4,00 m und 6,75 m und die Streubreiten mit einer durchschnittlichen Abweichung von 15% zwischen 4,70 und 7,50 m. Diese Werte, die für eine Zinkenumfangsgeschwindigkeit von 15,5 m/s und eine Fahrgeschwindigkeit von 3,6 km/h gelten, liegen erheblich über denen üblicher Breitstreuwerke. Die mit dem Vergleichsstreuwerk mit ortsfesten Walzen erzielten Werte lagen bei gleichen Voraussetzungen je nach Drehrichtung der Walzen zwischen 4 und 5 m.

Mit Hilfe der Fehlerkurven lassen sich auch die Einflüsse von Fahrgeschwindigkeit, Durchsatz und Zinkenumfangsgeschwindigkeit auf die Streubreite zeigen. In **Bild 22** sind die Fehlerkurven für jeweils drei verschiedene Durchsätze und zwei Fahrgeschwindigkeiten dargestellt. Man erkennt die größere Streubreite bei geringerer Fahrgeschwindigkeit (voll ausgezogene Kurven), ebenso den Einfluß des Durchsatzes, dessen Steigerung

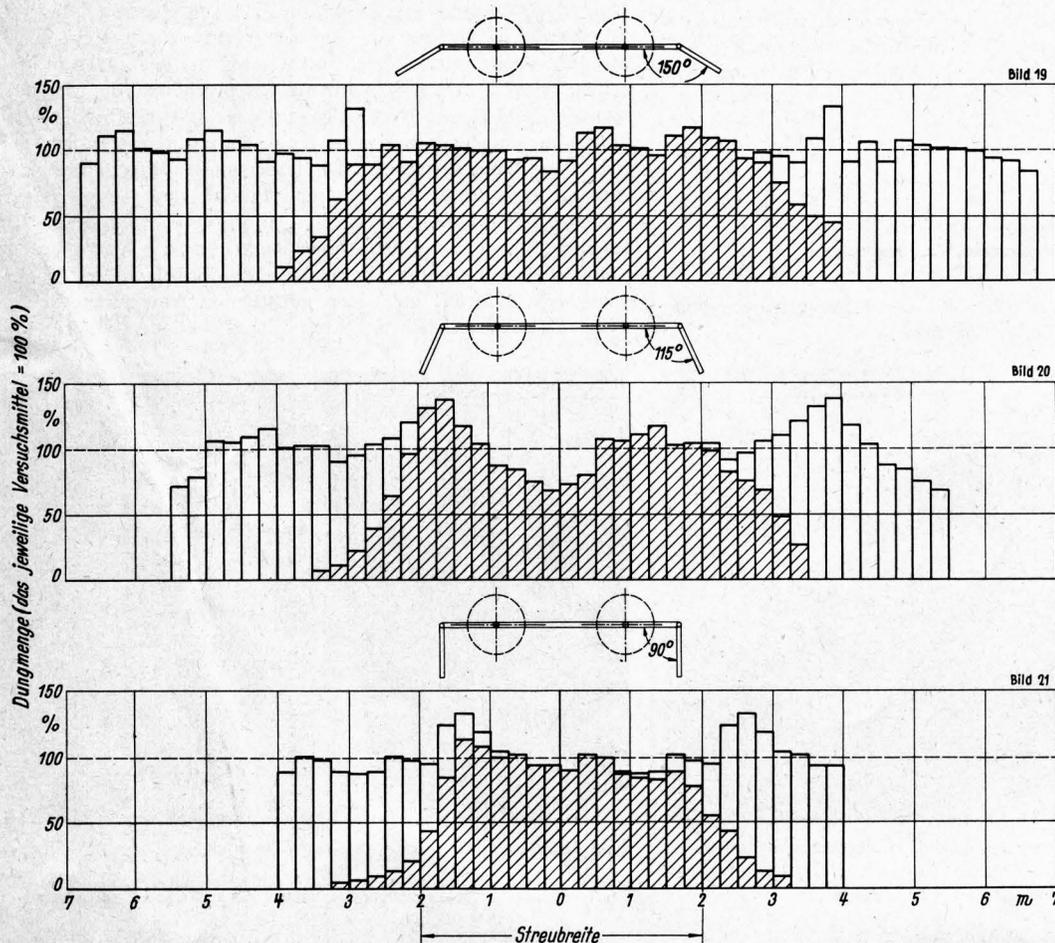


Bild 19 bis 21. Einfluß der Leitblechstellung auf die Streubreite des Frästreuwerks.

eine Erhöhung der Streubreite und gleichzeitig eine Vergrößerung der durchschnittlichen Abweichung bewirkt.

Bild 23 zeigt den großen Einfluß der Zinkenumfangsgeschwindigkeit auf die Streubreite. Die Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit von 11,0 auf 15,5 m/s vergrößert die Streubreite um etwa 2 m bei annähernd gleicher Abweichung.

Zusammenfassung

Eine zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse der hier und in [4] beschriebenen Versuche zeigt **Bild 24**. Darin werden zunächst die Verhältniszahlen für den Leistungsbedarf der verschiedenen Streuwerke bei einem Durchsatz von 5 kg/s angegeben. Es handelt sich hierbei um die ab- bzw. aufgerundeten Durchschnittswerte der Versuchsergebnisse. Daneben sind die nutzbaren Streubreiten aufgeführt, die bei einer durchschnittlichen Abweichung von 15% erreicht werden.

Der Vergleich zeigt den bereits beschriebenen geringeren Leistungsbedarf der Streuwerke mit Sekundärbewegung. Der Leistungsbedarf des Breitstreuwerkes mit ortsfesten Walzen unterscheidet sich nicht wesentlich von dem des Schmalstreuwerkes und ist unter anderem von der Drehrichtung der Walzen abhängig.

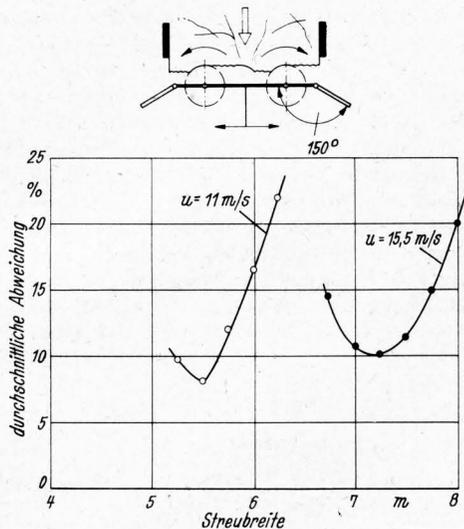


Bild 23. Einfluß der Zinkenumfangsgeschwindigkeit auf die Streubreite des Frässtreuwerkes.

Streuwerk *)		U m/s	Leistungsbedarf (für D = 5 kg/s) %	Streubreite **) m
1	Schmalstreuwerk	11	100	1,65
2	Pendelstreuwerk	11	70	1,55
3	Breitstreuwerk	11	110	4,0
4	Breitstreuwerk	11	85	4,3
5	Frässtreuwerk (u _r = 3,6 km/h)	11	70	5,0
		15,5	105	7,5

*) Zinkenabstand bei Streuwerk 4 größer als bei Streuwerk 1, 2 und 3

**) bei 15% durchschnittlicher Abweichung

Bild 24. Gesamtübersicht der Ergebnisse der Untersuchungen an Stallungstreuwerken bezüglich Leistungsbedarf und Streubreite.

Die nutzbare Streubreite des Schmalstreuwerkes entspricht etwa der Kastenbreite. Die Bewegung der Streuwalzen beim Pendelstreuwerk hat darauf keinen Einfluß. Bei den üblichen Breitstreuwerken ergibt sich auch für die Streubreite eine starke Abhängigkeit von der Walzendrehrichtung und -anordnung. Die Streubreite des Frässtreuwerkes liegt infolge des günstigeren Abwurfwinkels höher als diejenige üblicher Breitstreuwerke. Sie kann durch eine Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit, die bei dem relativ geringen Leistungsbedarf leichter zu verwirklichen ist, noch gesteigert werden.

Schrifttum

- [1] Köhler, H.-J.: Stallungstreuer mit zweiter Bewegungskomponente für das Streuwerk. Landtechn. Forsch. **11** (1961) S. 83/88.
- [2] Dreyer, H.: Untersuchungen über die mechanische Zerspannung von Festmist. Diss. Univ. Gießen 1963.
- [3] Schulze, K. H.: Zum Leistungsbedarf von Stallungstreuern. Grundle. Landtechn. **15** (1965) Nr. 1, S. 22/28.
- [4] Dervedde, W.: Untersuchungen über Streugüte und Leistungsbedarf von Stallungstreuern mit einer Systematik der Streuwerke. Grundle. Landtechn. Heft 18 (1963) S. 58/66.

Untersuchungen über das Fördern von Schrot mittels Rundstahlketten

Von A. Stroppel und J. Paul, Braunschweig

Rundstahlketten werden bei der mechanisierten Schrotfütterung als Förder- und Verteilgerät eingesetzt. Da keine Angaben über die Förderleistung dieser Ketten vorliegen, wurde sie mittels eines Versuchsstandes in Abhängigkeit vom Förderwinkel, der Ketteneschwindigkeit und des Rohrdurchmessers bestimmt.

Für die mechanisierte Verteilung und Dosierung von mehligem Mischfutter bei der Hühner- und Schweinefütterung wird in der Praxis vielfach eine in einem Rohr laufende Rundstahlkette als Fördergerät verwendet. **Bild 1** zeigt eine ausgeführte Schweinefütterungsanlage mit einer derartigen Fördereinrichtung. Die Kette (im Bild nicht zu sehen) fördert das Futter im Rohr 1 vom Vorratsbehälter in die über den Trögen angebrachten Dosierbehälter 2 und streicht diese nacheinander bis oben hin voll. Zur Fütterungszeit wird die gesamte Anlage über einen Entleerungsmechanismus, der auch von der Kette betätigt wird, in die Tröge entleert.

Dipl.-Ing. Alfred Stroppel ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. J. Matthies); cand. mach. Joachim Paul studiert Landmaschinenbau an derselben Hochschule.

Das Fördergerät besteht zum größten Teil aus genormten Bauelementen, die man im Handel in den verschiedensten Abmessungen beziehen kann. Daneben bietet diese Kettenförderanlage den Vorteil, daß man mit ihr das Gut in jede Richtung (horizontal, schräg, vertikal) transportieren kann. Außerdem kann man die Kette so anordnen, daß sie neben dem Fördern auch noch die Aufgabe übernimmt, das Futter aus dem Vorratsbehälter zu entnehmen. Bei einer Anordnung, wie sie **Bild 2** zeigt, ist es sogar möglich, mit einer Kette zwei verschiedene Schrotarten, also z. B. das Anfangs- und das Endmastfutter für die Schweinemast, aus zwei verschiedenen Behältern zu entnehmen und zu fördern. Je nach der Förderrichtung der Kette wird Schrot A oder B gefördert.

Obwohl die Förderleistung der Ketten, besonders bei Verwendung in Schweinefütterungsanlagen, von Interesse ist, fehlen bisher Angaben darüber. Die Förderleistung der Kette muß aber bei der Planung einer Schweinefütterungsanlage deswegen bekannt sein, weil die Dosierbehälter in dem Zeitraum, in dem die Tiere fressen, wieder für die nächste Mahlzeit gefüllt werden müssen, um eine Beunruhigung der Schweine während der Liegezeiten zu vermeiden. Hat man beispielsweise einen Stall mit