

Gesichtspunkte für die Gestaltung von automatischen Schrotfütterungsanlagen für Schweine

Institut für Landmaschinen, Technische Hochschule Braunschweig

Die Mechanisierung der Rindvieh- und Schweinefütterung ist heute in Deutschland noch nicht weit fortgeschritten. Obwohl bereits gewisse ausländische Geräte und Erfahrungen vorliegen, sind noch grundsätzliche Probleme zu lösen. Daher werden im Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig im Rahmen eines Forschungsauftrages¹⁾ schon seit längerer Zeit Untersuchungen an Fütterungseinrichtungen durchgeführt, die die bei der Mechanisierung der Fütterung auftretenden technischen Probleme klären sollen. Da auf dem Gebiet der Rindviehfütterung Einsatzversuche am Institut für Landtechnik in Weihenstephan durchgeführt werden, werden in Braunschweig auf diesem Gebiet nur technologische Probleme behandelt. Das Schwergewicht der praktischen Untersuchungen liegt hier auf dem Gebiet der Schweinefütterung. Dabei wurden besonders die Möglichkeiten für die mechanisierte Schrotfütterung untersucht, der bei der zunehmenden Veredlungswirtschaft in Zukunft größere Bedeutung zukommen wird.

Die im folgenden wiedergegebenen Ausführungen haben das Ziel, dem Konstrukteur in der Industrie und dem technisch interessierten Landwirt auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen einen Überblick über die Möglichkeiten für die Mechanisierung der Schrotfütterung zu geben. Darüber hinaus werden Hinweise zur Gestaltung entsprechender Geräte gebracht.

Schrotverteiler- oder Schrotdosieranlagen?

Technisch gesehen ist die Fütterung in erster Linie ein Fördervorgang, bei dem das dem Vorratsbehälter entnommene Futter über gewisse Entfernungen in die Tröge gefördert wird. Wie bereits in einer früheren Arbeit [1] festgelegt wurde, unterteilt man die Fütterungsgeräte in Futterverteilanlagen, die praktisch nur Fördergeräte darstellen, die das Futter dosiert dem Trog zuteilen, und in Futterdosieranlagen, die das Futter dosiert zuteilen. Welche der beiden Anlagen für den jeweiligen Fütterungsvorgang in Frage kommt, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Zweifellos erfordert die Futterdosieranlage einen etwas größeren Arbeitsbedarf, da die Rationen von Hand eingestellt werden müssen. Auch sind höhere Investitionskosten erforderlich, da die Einrichtung etwas komplizierter ist. Andererseits hat die Dosieranlage aber den Vorteil, daß weniger Futter verschwendet wird und außerdem „gezielt“ gefüttert werden kann. Die Entscheidung, ob eine Futterverteilanlage genügt oder ob eine Futterdosieranlage erforderlich ist, hängt nicht nur von der Tierart, sondern auch vom Futtermittel ab. So sollten für Futtermittel mit hoher Nährstoffkonzentration, wie es das Schrot für die Schweinemast darstellt, möglichst Futterdosieranlagen verwendet werden, um die Futterkosten, die etwa 70% der Gesamterzeugungskosten in der Schweinemast ausmachen [2], durch beste Futterverwertung herabzudrücken. Zum anderen sollte für die Schweinemast auch deswegen eine Dosieranlage verwendet werden, um die physiologische Entwicklung der Schweine besonders hinsichtlich eines günstigen Fleisch-Fett-Verhältnisses beim schlachtreifen Schwein beeinflussen zu können, da in Zukunft nur bei der Produktion von magerem Schweinefleisch mit einer Verbrauchssteigerung zu rechnen ist [3]. Zwar haben Fütterungsversuche an Schweinen gezeigt, daß eine exakte Futterdosierung nur in der letzten Mastperiode (zwischen 50 und 110 kg Lebendgewicht der Tiere) und nicht in der ersten (bis 50 kg Lebendgewicht) erforderlich ist, aber es wäre nicht sinnvoll, deswegen zwei verschiedene Arten von Fütterungsanlagen aufstellen zu wollen. Wenn der Fütterungsvorgang für sämtliche Buchten eines Stalles mechanisiert werden soll, dann muß eine einzige Anlage gewählt werden, und zwar bei der reinen Schrotmast eine Futterdosieranlage. Deshalb entsprechen die heute noch in der Praxis anzutreffenden sogenannten „Schrotfutterautomaten“, aus denen die Schweine beliebige

Schrotmengen entnehmen können, nicht mehr den Anforderungen einer wirtschaftlichen Schweinemast.

Eine Schrotfütterungsanlage für den Schweinestall besteht aus zwei Hauptteilen: dem Fördergerät und dem Dosiergerät. Wie Bild 1 zeigt, kann man diese beiden Teile auf verschiedene Weise einander zuordnen. Entweder wird das Gut undosiert zum Trog gefördert und dort dosiert (Dosierung am Trog), oder es werden dosierte Futtermengen zum Trog gefördert (Dosierung am Silo). Da man die Fördergeräte entsprechend ihrer Arbeitsweise in un-stetige Förderer (b und d), bei denen der Fördervorgang in einzelne Arbeitsspiele zerlegt ist, und in Stetigförderer (a und c) mit un-unterbrochenem Gutstrom unterteilt, ergeben sich die schematisch angedeuteten vier Lösungsmöglichkeiten. Obwohl sämtliche Verfahren für die Mechanisierung dieses Fütterungsvorganges von Interesse sind, dürfte die Lösungsmöglichkeit (a) dann Vorzüge haben, wenn eine automatisch funktionierende Schrotdosieranlage verlangt wird, die zu einer Mahlzeit mehrere Futtermischungen fördern kann und die ohne umfangreiche bauliche Veränderungen relativ leicht in Ställe nachträglich eingebaut werden kann. Deshalb wurden die Untersuchungen auf solche Schrotdosieranlagen beschränkt, bei denen das Futter mit Stetigförderern transportiert und über Dosiergeräte, die direkt über dem Freßtrog angeordnet sind, zugeteilt wird.

Bei den Dosiergeräten unterscheidet man die Gewichtsdosierer (Waagen) und die Volumendosierer. Obwohl die dem Schwein zuzuteilenden Schrotmengen in Gewichtseinheiten angegeben werden, hat die Volumendosierung, die den Anforderungen an die Dosiergenauigkeit vollkommen genügt, wegen der einfacheren Bauweise der Geräte die größere Bedeutung für eine Schrotdosieranlage. Daher soll hier nur auf diese Art der Futterdosierung eingegangen werden.

Ausländische Schrotdosieranlagen

Schrotdosieranlagen, die nach der Lösungsmöglichkeit (a) arbeiten, werden heute in Dänemark und Schweden in drei verschiedenen Ausführungen eingesetzt, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll [4].

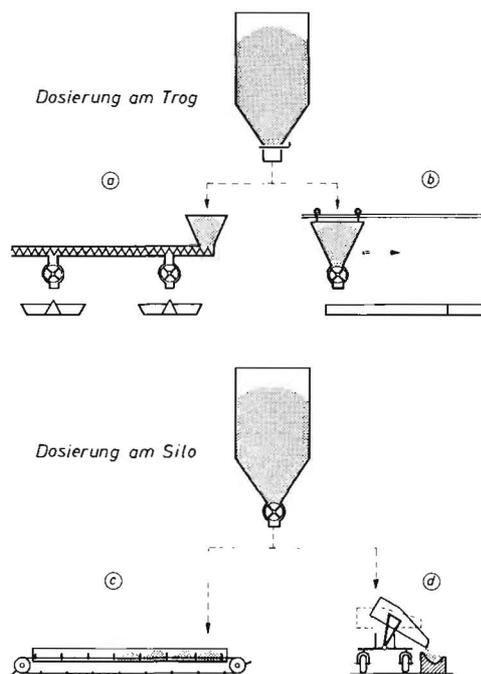


Bild 1: Einteilung der Schrotfütterungsanlagen a und c mit Stetigförderern, b und d mit unstetigen Förderern

¹⁾ Die Untersuchungen werden mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt

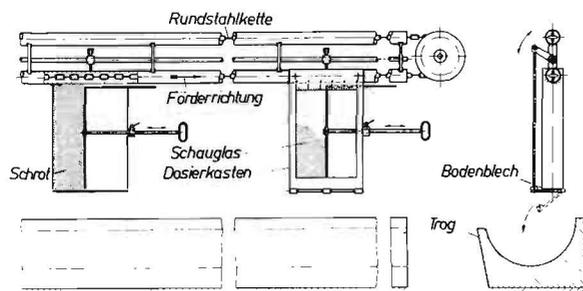


Bild 2: Schema der Schrotdosieranlage A

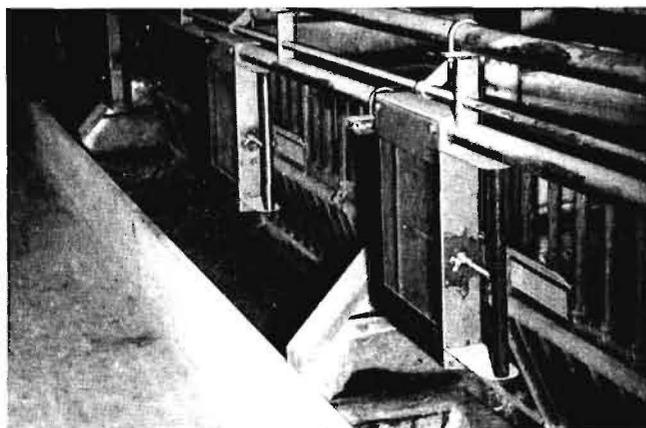


Bild 3: Schrotdosieranlage A

Die Dosiervorrichtungen sind bei den drei Anlagen konstruktiv sehr unterschiedlich ausgebildet, obwohl sie alle in ähnlicher Weise befüllt werden. Bei der Anlage A (Bilder 2 und 3) befinden sich über einem Trog für sechs ausgewachsene Schweine zwei 300 mm lange Dosierkästen, die in einem Abstand von etwa 1,2 m voneinander entfernt angebracht sind. Da eine Seitenwand des Dosierkastens verstellbar ist, kann die Futtermenge kontinuierlich von 0 bis 5 kg je Kasten variiert werden. Die Kästen werden von einer zentralen Stelle aus durch Abklappen der Bodenbleche entleert.

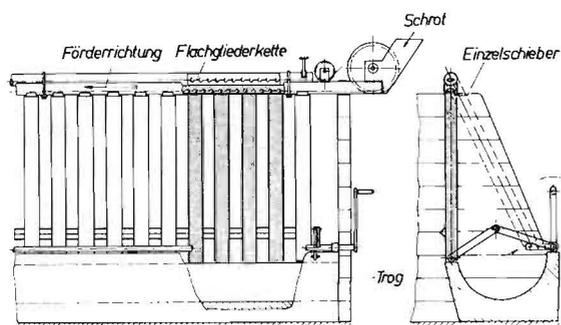


Bild 4: Schema der Schrotdosieranlage B



Bild 5: Schrotdosieranlage B

Infolge der Abstände zwischen den Dosierbehältern kann das Futter nicht gleichmäßig im Trog verteilt werden.

Hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Futterverteilung im Trog ist die Dosiereinrichtung der Anlage B (Bilder 4 und 5) günstiger als die der Anlage A. Sie besteht aus einem Gitterwerk von senkrecht angeordneten Rechteckrohren (50×25 mm), die einen Abstand von 140 mm voneinander haben und gleichmäßig über der Troglänge verteilt sind. Die dem Trog zuzuteilende Futtermenge kann man dadurch verringern, daß man ein oder mehrere Rechteckrohre oben durch einen kleinen Blechschieber abschließt. Man kann auf diese Weise die Futtermenge in Stufen, die dem Inhalt eines Rechteckrohres entsprechen, variieren. Die Dosiereinrichtung wird zur Fütterungszeit durch Klappen des gesamten Gitterwerkes, das gleichzeitig das Freßgitter darstellt, zum Futtergang hin entleert.

Während sich bei den Anlagen A und B mehrere Dosierbehälter an einer Bucht befinden, besitzt die Anlage C (Bilder 6 und 7) je Bucht nur einen Behälter, der so lang wie der Trog ist, so daß das Futter völlig gleichmäßig im Trog verteilt werden kann. Die Futtermenge kann in Stufen durch Änderung des Abstandes zwischen Dosierbehälterboden und Förderkette variiert werden. Alle drei Anlagen verwenden Kettenförderer (Rundstahlkette, Flachgliederkette, Rollenkette mit Mitnehmern), die das Schrot

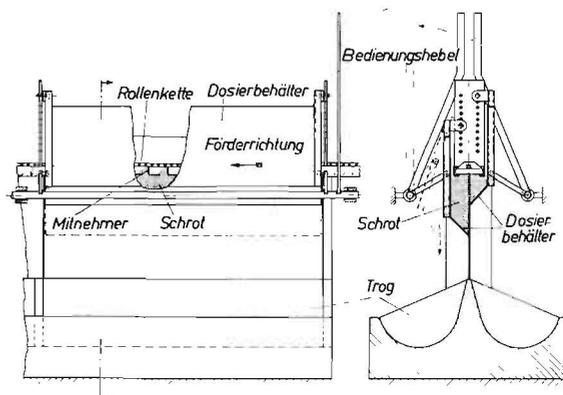


Bild 6: Schema der Schrotdosieranlage C

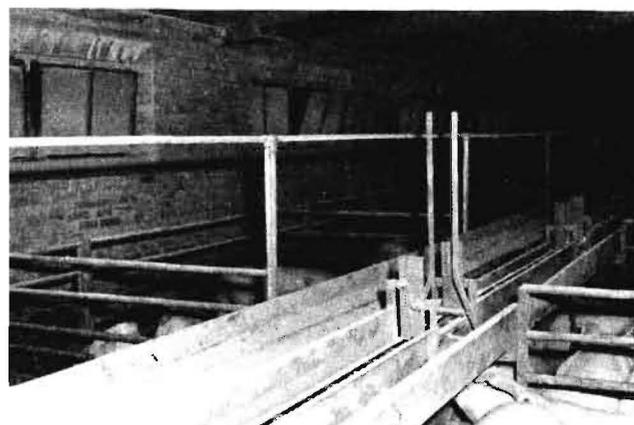


Bild 7: Schrotdosieranlage C

(pelletiert oder feinkörnig) in die Dosierbehälter kratzen. Das Schrot wird entweder direkt (Anlage B) oder über einen Vibrationsförderer (Anlage A) oder über eine Schnecke (Anlage C) dem Förderkanal zugeführt. Die Kettengeschwindigkeit beträgt bis zu 1,5 m/s; die Motorleistung bei den Anlagen A und B für etwa 15 m Futterganglänge rund 0,5 PS. Die Motore sind meist als Getriebemotore ausgebildet. Die bei der Anlage B verwendete Flachgliederkette kann nur in der vertikalen Ebene umgelenkt werden, so daß mit einer Kette nur eine Trogreihe links beziehungsweise rechts vom Futtergang beschickt werden kann. Die Rollenkette mit Mitnehmern (Anlage C) kann nur in der horizontalen Ebene umgelenkt werden, was jedoch wesentlich günstiger als die vertikale Umlenkbarkeit ist, da man dadurch eventuell für den gesamten Stall mit nur einer Kette und einem Antriebsaggregat auskommt. Noch besser geeignet ist die Rundstahlkette (Anlage A),

da man diese sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Ebene umlenken kann. Diese Förderkette wird später noch eingehender behandelt werden.

Allgemeine Hinweise

Der für die Mechanisierung des Fütterungsvorganges interessante Lebensabschnitt der Schweine liegt zwischen einem Lebendgewicht von 20 und 110 kg. Da in Deutschland die Schweine während dieser Mastzeit mindestens zwei verschiedene Schrotmischungen (eiweißreiches Anfangsmastfutter und eiweißärmeres Endmastfutter) bekommen, müssen mit einer derartigen Anlage zur Fütterungszeit mindestens zwei verschiedene Futterarten gefüttert werden können, wenn sich im Stall Tiere aus allen Mastperioden befinden. Da die beschriebenen drei ausländischen Anlagen bekanntlich nur eine einzige Schrotmischung fördern können, sind sie in ihrer augenblicklichen Form nicht so ohne weiteres in vielen deutschen Betrieben einsetzbar. Der deutsche Landwirt ist aus wirtschaftlichen Gründen zur Zeit noch nicht bereit, ähnliche Kompromisse zu schließen, wie es die dänischen und schwedischen Landwirte getan haben, die beim Einsatz einer Schrotdosieranlage entweder nur Schweine gleichen Alters halten und zu einer bestimmten Zeit die gesamte Anlage von der einen auf die andere Futtermischung umstellen oder den Tieren während der gesamten Mastzeit immer die gleiche Futtermischung verabreichen. Allenfalls könnte man das Problem der mechanisierten Zuteilung zweier Schrotmischungen mit den beschriebenen Anlagen auf die Weise lösen, daß man entweder in einem Stall zwei voneinander unabhängige Anlagen einbaut, oder entsprechend den Mastperioden zwei Ställe verwendet. Für Schweineställe, die eine exakte Trennung der Anfangsmastbuchten von den Endmastbuchten zulassen, sind zwei voneinander unabhängige Futterkreise eventuell sinnvoll, wenn auch die Anschaffungskosten infolge der notwendigen zwei Antriebsaggregate steigen. In Deutschland sind jedoch viele verbaute Ställe zu finden, die nicht in der beschriebenen Weise unterteilt werden können. Ferner möchten häufig die Landwirte, die das Getreide im eigenen Betrieb mahlen und mischen, ein eiweiß- und ballastreiches Schrotfutter am Trog in einem bestimmten Verhältnis entsprechend dem Lebendgewicht der Schweine vermischen und den Tieren zuteilen. Aus diesen Gründen ist für deutsche Verhältnisse eine Anlage, die zu einer Mahlzeit zwei verschiedene Schrotarten den Trögen zuteilen kann, die beste Lösung.

Bei Neubauten von Schweineställen kann man unter Einsparung von Baukosten den herkömmlichen Futtergang wegfällen lassen, wenn eine entsprechende Schrotdosieranlage eingebaut wird. Diese gleiche Fütterungseinrichtung muß aber auch ohne wesentliche Änderung in Ställe mit Futtergängen eingebaut werden können. Zur Erzielung eines guten Masterfolges sollen die Tiere am Tag nur zweimal gefüttert werden, da ein mehr als zweimaliges Füttern unnötige Unruhe in den Stall bringt. Außerdem soll die Fütterungsanlage zwischen den Futterzeiten möglichst keine Geräusche verursachen; die Dosierbehälter können für die nächste Mahlzeit während der Futteraufnahme gefüllt werden. Letzteres ist beispielsweise bei der Anlage B nicht möglich.

Die Schweine nehmen neben Schrot noch Wasser auf, und zwar in Mengen bis zu maximal 4 Litern je Tier und Tag. Obwohl ausländische Anlagen bekannt geworden sind, die neben der Schrot-dosierung eine über Schwimmer geregelte Wasserzuteilung durchführen, ist eine Dosiereinrichtung für Wasser nicht erforderlich. Es hat sich gezeigt, daß beim Einsatz von Wasserdosierern keine Vorteile gegenüber Selbststränken, aus denen die Tiere beliebige Wassermengen entnehmen können, erzielt werden. Auch ist es für den Masterfolg unwesentlich, ob das Schwein das Schrot angefeuchtet oder trocken aufnimmt.

Gesichtspunkte für die Konstruktion

Die nun folgende eingehende Erläuterung der Gesichtspunkte für die konstruktive Gestaltung von Schrot-dosieranlagen soll in vier Abschnitten vorgenommen werden, in denen über die technologischen Grundlagen, die Gestaltung des Förderorgans, die Gestaltung der Dosiereinrichtung und die Möglichkeiten für die Automatisierung berichtet werden soll.

Tafel 1: Technologische Daten von Schrot

Schrotart	Reibungswinkel zwischen Schrot und			Schüttgewicht [kp/dm ³]	Böschungswinkel [°]
	Aluminium-Blech	Stahl-Blech	Holzspanplatte		
Schrot X, mehlig	33...36	37...40	40...45	0,5	41
Schrot Y, mehlig	33...36	37...40	40...45	0,56	39
Schrot, pelletiert (4 mm Durchm.)	18...20	25...30	25...30	0,6	35

Technologische Grundlagen

Die technologischen Eigenschaften des Futtermittels sind von entscheidender Bedeutung für die Konstruktion einer Fütterungseinrichtung. Im Gegensatz zu anderen Schweinefuttermitteln, beispielsweise gedämpften oder silierten Kartoffeln, bereitet Schrot hinsichtlich der konstruktiven Ausbildung des Förderorgans und der Dosiereinrichtung keine großen Schwierigkeiten, da man es mit einem sehr feinkörnigen, rieselnden Schüttgut zu tun hat. Die wichtigsten technologischen Eigenschaften des Schrots sind: das Schüttgewicht (z. B. für die Dimensionierung der Dosierbehälter), der Reibungswinkel (z. B. für die Festlegung der Mindestneigung von Fallrohren und Rutschen) und der Böschungswinkel (zum Beispiel hinsichtlich der Futterverteilung im Trog bei Dosierbehältern, die kürzer sind als der Freßtrog). In Tafel 1 sind Zahlen für diese drei Größen (gemittelte Versuchswerte) für verschiedene Schrotarten angegeben. Die Versuche haben gezeigt, daß zwischen den technologischen Daten bei Anfangs-, Mittel- und Endmastfutter kaum Unterschiede bestehen, wenn die Futtermischungen von einer Kraftfuttermittelfirma stammen. Erst ein Vergleich von Schrotmischungen verschiedener Firmen (X und Y) ergab beim Schüttgewicht und beim Böschungswinkel unterschiedliche Werte, die auf die verschiedenartige Zusammensetzung und Körnung des Futters zurückzuführen sind. Die Erklärung für die Tatsache, daß das Schüttgewicht von pelletiertem Schrot trotz der großen Verdichtung nicht erheblich höher liegt als das von pulverförmigem Schrot, ist auf das große Hohlraumvolumen zwischen den Körnern zurückzuführen. Der Reibungswinkel wurde zwischen Schrot und drei verschiedenen Materialien (Aluminium-Blech, Stahlblech und Holzspanplatte) bestimmt. Das Aluminiumblech zeigte hierbei die günstigsten Werte. Durch Pelletieren des mehligten Futters konnte der Reibungswinkel um mehr als 10° verringert werden.

Gestaltung des Förderorgans

Wie schon erwähnt, besteht die Hauptaufgabe der Fördereinrichtung darin, das Schrot vom Silo zu den Freßtrogen zu transportieren. Gefördert wird in der Weise, daß das Schrot an den Stellen, an denen der Förderkanalboden unterbrochen ist, in darunter angebrachte Dosierbehälter fällt. Daneben stellt das Förderorgan noch einen Teil der Dosiereinrichtung dar, da es die gefüllten Dosierbehälter glattstreichen muß. Diese beiden Aufgaben können nur solche Stetigförderer erfüllen, bei denen das Fördergut auf dem Kanalboden entlanggeschoben wird. Im wesentlichen kommen hierfür die Schnecken- und Kettenförderer infrage, wobei letzteren deswegen der Vorzug zu geben ist, weil man eine Kette bei entsprechender Ausbildung der Kettenglieder und der Kettenräder sowohl vertikal als auch horizontal umlenken kann. Allseitige Umlenkbarkeit des Förderorgans sollte auf jeden Fall angestrebt werden, weil man sich dann viel besser den baulichen Gegebenheiten der Ställe anpassen kann. Ferner kann dadurch nicht nur eine Verbauung des Futterganges vermieden werden, sondern man kann auch fast immer mit nur einer Antriebsstation und einer Kettenspanneinrichtung für den ganzen Stall auskommen. Für vollautomatische Hühnerfütterungsanlagen sind bereits allseitig umlenkbare Förderketten entwickelt und mit Erfolg in verschiedenen Ausführungen eingesetzt worden. Bild 8 zeigt drei Hühnerfütterketten, die in einem bis zu 80 mm breiten Kanal mit Kettengeschwindigkeiten von 0,05 bis 0,1 m/s laufen. Aus verschiedenen Gründen, nicht zuletzt aus preislichen, erschien eine mit Mitnehmern versehene Rundstahlkette für die Verwendung in Schweinefütterungsanlagen besonders gut geeignet. Sie wurde daher auch eingehender untersucht. Durch diese Untersuchungen

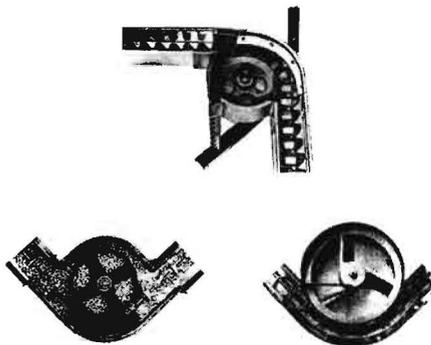


Bild 8: Verschiedene Förderketten für Hühnerfütterungsanlagen

sollten drei Fragen geklärt werden: Die Wahl des Kettenwerkstoffes, die Ausbildung des Mitnehmers und die Gestaltung der Kettenräder.

Die Lebensdauer und die Funktionssicherheit einer Rundstahlkette ist bekanntlich in erster Linie abhängig vom Verschleiß, der in den Gelenken an den Berührungsstellen zweier Kettenglieder auftritt. Dieser Verschleiß bewirkt eine Vergrößerung der Kettenteilung und damit neben einem unruhigen Lauf insbesondere eine Verlängerung der gesamten Kette, was sich bei langen Ketten sehr unangenehm auswirken kann. Um Anhaltswerte über die Größe des Verschleißes bei der für die Fütterungseinrichtung vorgesehenen Rundstahlkette (7 mm \varnothing , 43 \times 28 mm) zu erhalten, wurden auf einem Kettenprüfstand²⁾ eine ungehärtete und eine einsatzgehärtete Kette untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in Bild 9 dargestellt. Die ungehärtete Kette zeigt hinsichtlich der Verschleißfestigkeit ein wesentlich schlechteres Verhalten als die gehärtete. Beispielsweise war nach einer Laufdauer von einer Stunde die mittlere Teilungsvergrößerung bei der ungehärteten Kette etwa zwanzigmal so groß wie bei der gehärteten. Das heißt, daß sich die Versuchskette, die aus 54 Kettengliedern besteht, nach einstündiger Versuchsdauer im ungehärteten Zustand um etwa 60 mm gegenüber 3 mm bei der gehärteten Kette gelängt hat. Deshalb sollte auf jeden Fall bei einer Schrottdosieranlage, wo im allgemeinen lange Ketten notwendig sind, eine gehärtete Rundstahlkette verwendet werden, obwohl diese bei den oben angegebenen Abmessungen um etwa 30% teurer ist.

Die Mitnehmer wurden an den Kettengliedern festgeschraubt. Sie bestehen im wesentlichen aus zwei Teilen, dem Kratzblech und dem Tragbügel, der den Mitnehmer in einer bestimmten Lage hält. Infolge der Mitnehmer wurden zwei unterschiedliche Kettenrad-

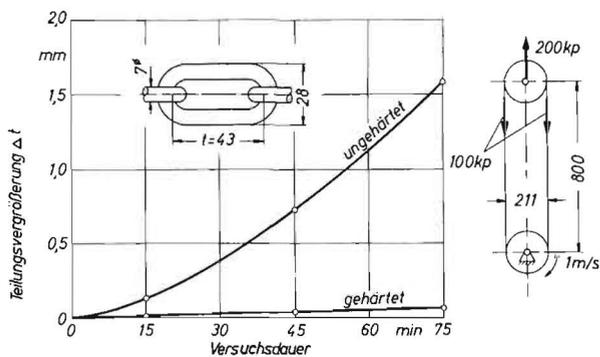


Bild 9: Die Abhängigkeit der Teilungsvergrößerung von der Versuchsdauer bei einer gehärteten und bei einer ungehärteten Rundstahlkette

ausführungen benötigt, damit die Kette sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Ebene umgelenkt werden kann. Bild 10 zeigt das Umlenkrad für die horizontale Ebene. Es hat eine Teilung von $2t$, wenn die Kettenteilung mit t bezeichnet wird. Würde man nun, was durchaus möglich wäre, an jedem zweiten Kettenglied einen Mitnehmer anbringen, so wäre eine Umlenkung in der vertikalen Ebene mit Zahnradern nicht mehr möglich. Aus diesem Grunde wurde jedes vierte Kettenglied mit einem Mitnehmer ausgerüstet, so daß das Kettenrad für die Umlenkung in der vertikalen Ebene eine Zähnteilung von $4t$ hat. In Bild 11 ist das entsprechende Kettenrad zu sehen. Wie man erkennen kann, liegt der Tragbügel des Mitnehmers fest auf dem Fußkreis der Kettenzähne, wodurch erreicht wird, daß sich auch das Kettenglied, an dem der Mitnehmer sitzt, auf dem Teilkreis des Rades befindet.

Gestaltung der Dosiereinrichtung

Es wurde schon erwähnt, daß die Volumendosierer, die man über das Schüttgewicht in Gewichtseinheiten eichen kann, wegen ihrer einfachen Bauweise den Gewichtsdosierern vorzuziehen sind. Man unterscheidet bei den Geräten für die Volumendosierung die Durchlaufdosierer, wie beispielsweise den Zellenrad- und den Schneckendosierer, die je Zeiteinheit eine über die Drehzahl veränderliche, aber konstante Gutmenge zuteilen, und die absätzig arbeitenden Dosierer, die praktisch ein Meßgefäß darstellen, dessen Rauminhalt man verändern kann. Für das oben beschriebene Verfahren kommen in Verbindung mit dem Kratzkettenförderer nur absätzig arbeitende Dosierer infrage.

Für die konstruktive Ausbildung des Dosierbehälters sind einige Punkte zu beachten. Die Breite des Dosierbehälters soll möglichst der Förderkanalbreite entsprechen, da auf diese Weise der Meßraum am sichersten mit Schrot ausgefüllt werden kann. Ferner sollte sich der Dosierbehälter möglichst über den ganzen Trog erstrecken, damit nach der Entleerung das Schrot gleichmäßig über die Troglänge verteilt wird. Die zuzuteilenden Schrotmengen kann man dann am besten über einen verstellbaren Behälterboden einstellen. Neben dieser Verstellvorrichtung muß am Behälter eine Abklappvorrichtung vorgesehen werden, mit der man den Behälterinhalt in den Trog entleeren kann. In Bild 12 sind verschiedene Möglichkeiten schematisch skizziert. Setzt man voraus, daß der Dosierbehälter etwa so lang wie der Trog ist, so braucht bei einer Schrotmengenverstellung nur der Dosierraumquerschnitt geändert zu werden. Die Größe des Dosierraumes kann man aus der Futterration (je Tier und Mahlzeit), der vorhandenen Troglänge (je Tier) und dem Schüttgewicht des Schrottes bestimmen. Futtertabellen, die die tägliche Schrotration in Abhängigkeit vom Lebendgewicht des Schweines enthalten, sind hinreichend bekannt. Optimale Troglängen in Abhängigkeit vom Lebendgewicht des Schweines wurden von WANDER [5] ermittelt. Um sich diesen optimalen Troglängen für eine bessere Raumausnutzung anpassen zu können, werden die Schweine in gewissen Zeitabständen umgebuchtet. Man kann jedoch zeigen, daß sich eine wesentliche Grundflächensparnis nur bei ein- und zweimaligem Umbuchten ergibt — entgegen der teilweise in der Praxis vertretenen Auffassung, daß die Schweine in ihrer halbjährigen Mastzeit bis zu sechsmal umgetrieben werden müssen [5]. Für die mechanisierte Schrotzuteilung ist das Umtreiben deswegen besonders günstig, weil das Umtreiben zu der Zeit vorgenommen werden kann, bei der auch beim Schwein die Futtermischung geändert wird (bei einem Lebendgewicht von 60 kg). Dadurch würde man zwei Buchtengrößen

²⁾ Die Versuche wurden mit dankenswerter Unterstützung des Instituts für Landtechnische Grundlagenforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, auf dem dort vorhandenen Kettenprüfstand durchgeführt



Bild 10 (links): Kettenrad für die Umlenkung einer mit Mitnehmern versehenen Rundstahlkette in der horizontalen Ebene

Bild 11 (rechts): Kettenrad für die Umlenkung einer mit Mitnehmern versehenen Rundstahlkette in der vertikalen Ebene

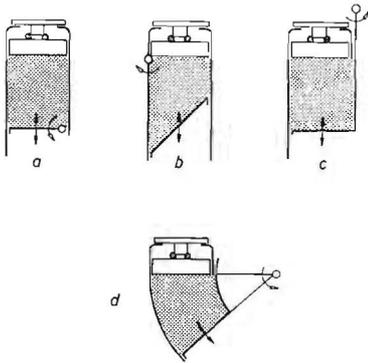


Bild 12 (oben): Verschiedene Möglichkeiten für die Ausbildung der Verstell- und Abklappvorrichtung bei einem Dosierbehälter (schematisch)

Bild 13 (Mitte): Die Abhängigkeit des Dosierraumquerschnittes und der Fütterung vom Lebendgewicht des Schweines

(Zwei Mahlzeiten je Tag; Dosierbehälter so lang wie Freßtrög; Schüttgewicht des Schrotts 0,5 kp/dm³)

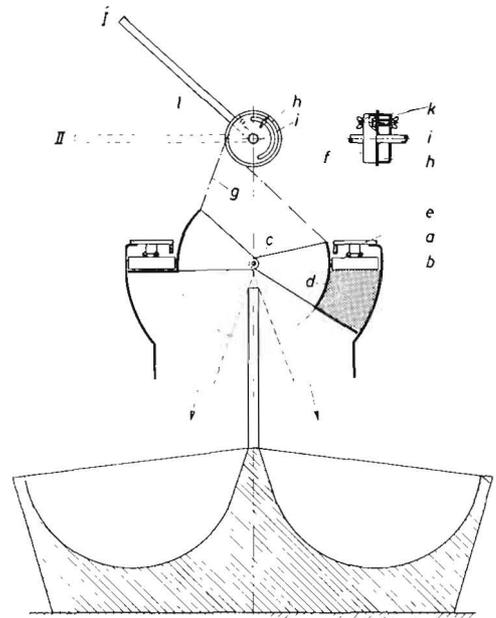
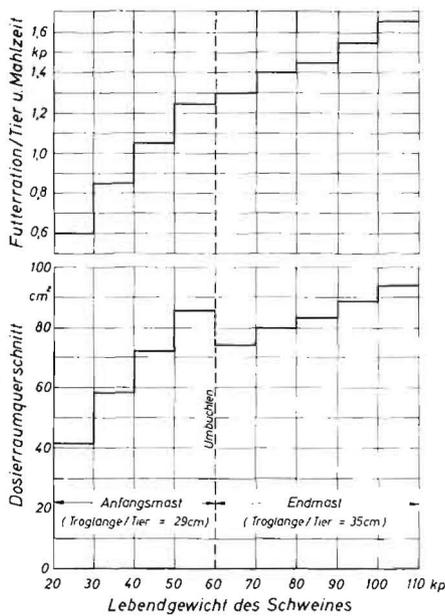


Bild 14: Schema der Schrottdosieranlage D

bekommen: die Anfangsmastbucht mit den Dosierbehältern für das Anfangsmastfutter und einer erforderlichen Troglänge von 29 cm je Tier entsprechend dem 60 kg-Schwein und die Endmastbucht mit den Dosierbehältern für das Endmastfutter und einer erforderlichen Troglänge von 35 cm je Tier entsprechend dem 110 kg-Schwein. In Bild 13 ist der erforderliche Dosierraumquerschnitt für den Anfangs- beziehungsweise Endmastfutterbehälter in Abhängigkeit vom Lebendgewicht des Schweines aufgetragen worden. Dabei wurde vorausgesetzt, daß die Tiere zweimal täglich gefüttert werden, daß die Dosierbehälter so lang wie die Freßtröge sind und daß während der gesamten Mastzeit nur einmal umgebucht wird. Daneben wurde in dieses Diagramm noch die Fütterung je Tier und Mahlzeit in Abhängigkeit vom Lebendgewicht der Schweine eingetragen. Für die exakte Einhaltung der geforderten Fütterung wäre es gut, wenn man die Futtermengen, die dem Trog zugeteilt werden, am Dosierbehälter stetig, also nicht in Stufen, verstellen kann, was beispielsweise bei der Anlage B nicht möglich ist. Ferner soll man die Futtermengen bis an den Wert 0 kg heran einstellen können, was beispielsweise bei der Ausführung nach Bild 12b nicht zu erreichen ist. Schließlich ist es zweckmäßig, den Dosierbehälter so auszubilden, daß er sowohl in einem Stall mit als auch in einem Stall ohne Futtergang eingesetzt werden kann.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Forderungen wurde eine Dosiereinrichtung D³⁾ entwickelt, die im folgenden beschrieben werden soll. Bild 14 zeigt den Querschnitt durch dieses Gerät in schematischer Darstellung, wobei ein Schweinestall ohne Futtergang vorausgesetzt wurde (die gleichen Bauteile können aber auch für einen Stall mit Futtergang verwendet werden). Die beiden Dosierräume, die die oben beschriebene Kette (a) mit Schrot befüllt, werden von je einer festen, kreisförmig gebogenen Blechwand (b) und je einem auf einer Welle (c) drehbar gelagerten Winkelblech (d) begrenzt (s. Bild 12d). Durch Änderung des Abstandes zwischen der Kratzkette, die durch die Tragbügel (e) der Mitnehmer geführt wird und die am Ende des Stalles jeweils durch zwei große Kettenräder umgelenkt wird, und dem schwenkbaren Winkelblech kann die zuzuteilende Schrotmenge variiert werden. Die gewünschte Schrotmenge kann durch eine Einstellscheibe (f) variiert werden, die über Stahlbänder (g) mit den Winkelblechen verbunden ist. Eine Einstellscheibe besteht aus drei Teilen: aus einer Blechscheibe (h), die fest auf dem Rohr (i) sitzt, und aus zwei Blechtellern (k), an denen die Stahlbänder (eines für den linken und eines für den rechten Dosierbehälter) befestigt sind (Bild 15). Fest mit der Blechscheibe verschweißt sind zwei Gewindebolzen, die jeweils durch die entsprechenden Langlöcher der beiden Blechteller ragen. Mit diesem Bolzen und einer Flügelmutter kann man den Blechteller, der auf dem Rohr frei drehbar ist, fest mit der Blechscheibe verbinden, wodurch die

Einstellscheibe und das Rohr eine Einheit bilden. Durch Drehung des Tellers kann man also das Winkelblech des Dosierbehälters in die gewünschte Stellung heben, die man dann durch die Flügelmutter festhält. Ist die Fütterungsanlage gefüllt, so wird zur Fütterungszeit der Hebel (l), der fest mit dem Rohr (i) verbunden ist, aus Stellung I nach II geschwenkt, wodurch die Winkelbleche der Dosierbehälter die gestrichelte Stellung einnehmen und diese dadurch entleert werden. Im Bild 14 sind die beiden Dosierbehälter so eingestellt, daß dem linken Trog kein Schrot zugeteilt wird und dem rechten nahezu die maximal mögliche Schrotmenge. Da sämtliche Einstellscheiben einer Buchtenreihe auf dem Rohr (i) angebracht sind, kann man von zentraler Stelle aus die gesamte Dosiereinrichtung bedienen. Man kann also mit einem Hebel sämtliche Dosierbehälter in Füllstellung bringen beziehungsweise entleeren.

Mit der oben beschriebenen Dosiereinrichtung kann man nur eine einzige Futtermischung den Trögen zuteilen. Sollen zwei verschiedene Schrotmischungen verfüttert werden, beispielsweise in der linken Trogreihe das Endmastfutter und in der rechten das Anfangsmastfutter, so sind zwei übereinander angeordnete Einstellscheiben pro Doppeltrog notwendig. Man hat also dann zwei

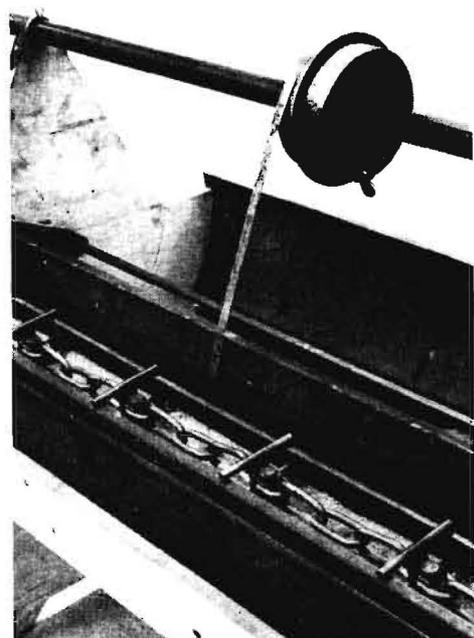


Bild 15: Ausschnitt aus der Schrottdosieranlage D (der rechte Dosierbehälter ist abmontiert)

³⁾ Diese Anlage wurde im Institut für Landmaschinen der TH Braunschweig entwickelt. Sie steht interessierten Firmen zur Besichtigung und zum eventuellen Nachbau zur freien Verfügung

durchgehende Rohre (i) mit je einem Bedienungshebel, wobei sämtliche Einstellscheiben für das Anfangsmastfutter beispielsweise am oberen und für das Endmastfutter am unteren Rohr befestigt sind. Zu Beginn des Fördervorganges sind beide Bedienungshebel (I) in Stellung I. Wird zuerst das Anfangsmastfutter gefördert, so müssen die Winkelbleche der Dosierbehälter für das Endmastfutter in Nullstellung sein. Sind sämtliche Behälter für das Anfangsmastfutter gefüllt, so wird der obere Hebel in Stellung II geschwenkt. Dadurch werden die Endmastfutterbehälter in Füllstellung gebracht, während die anderen Dosierbehälter ihre Stellung beibehalten. Das Endmastfutter wird jetzt über die gefüllten Behälter hinweg in die leeren gekratzt. Nachdem sämtliche Behälter gefüllt sind, wird der zweite Hebel in Stellung II gebracht, wodurch der Inhalt sämtlicher Dosierbehälter in die Tröge fällt. In die beschriebenen Dosierbehälter kann man auch ohne weiteres zwei Futterkomponenten (Eiweiß- und Ballastfutter) in einem wählbaren Verhältnis fördern und anschließend den Tieren zuteilen.

Möglichkeiten für die Automatisierung

In dem nun folgenden Abschnitt soll gezeigt werden, wie man eine solche Schrottdosieranlage (Rundstahlkette und Kettenräder nach Bild 10 und 11, Dosiergerät nach Bild 14) vollautomatisch gestalten kann. Für die Betrachtungen wird ein Stall mit mittig angeordnetem Futtergang zugrundegelegt. Er soll Schweine aus allen Mastperioden enthalten, so daß mit der Fütterungseinrichtung sowohl Anfangsmast-(I) als auch Endmastfutter (II) gefördert werden muß. Bild 16 zeigt den Grundriß des Schweinestalles mit der schematisch angedeuteten Fütterungsanlage. Da die Stalltür nicht durch Teile der Fütterungseinrichtung verbaut werden darf, muß die Kette an dieser Stelle nach oben um die Tür herum geleitet werden. Bild 17 zeigt die entsprechende Ansicht A der Schrottdosieranlage mit der Abklappmechanik für die Dosierbehälter.

Die endlose Förderkette wird durch einen Getriebemotor (K) angetrieben und an sieben Stellen (1 bis 7) durch Kettenräder umgelenkt (Bilder 16 und 17). Die Kettenräder (2) und (6) lenken die Kette nach oben um, das Kettenrad (4) gehört zur Spannvorrichtung. Die beiden Schrottmischungen I und II werden über Schnecken von unten in den Förderkanal der Fütterungsanlage gedrückt. Da die Schnecken untereinander durch eine abnehmbare Zwischenwelle verbunden sind, ist nur ein Antriebsmotor (S) erforderlich, der jedoch umpolbar sein muß. Beide Schnecken sind rechtsgängig, so daß bei einer bestimmten Umlaufrichtung der Schneckenwelle die eine Schrottmischung (I) in die Fütterungsanlage gefördert wird, während die andere (II) in den Vorratsbehälter zurückgedrückt wird. Ändert man den Drehsinn des Schneckenmotors, so ist es umgekehrt. Wird nun beispielsweise die Schrottmischung I (Anfangsmastfutter) der Fütterungsanlage zugeführt, so muß die Förderkette in der mit I bezeichneten Pfeilrichtung umlaufen. Die Mitnehmer der Kette nehmen das Schrot mit und füllen nacheinander die entsprechenden Dosierbehälter. Bevor der Füllvorgang beginnen kann, müssen — wie im vorigen Kapitel erläutert — die Dosierbehälter I in Füllstellung und die Dosierbehälter II in Nullstellung gebracht werden. Dieser Vorgang ist automatisiert worden, und zwar sind an den Rohren (in Bild 14 mit (i) bezeichnet), auf denen die Einstellscheiben sitzen, statt eines Hebels, der von Hand umgelegt werden muß, am Rohrende jeweils eine Seilscheibe (a_1 bzw. a_2) angebracht worden (Bild 17).

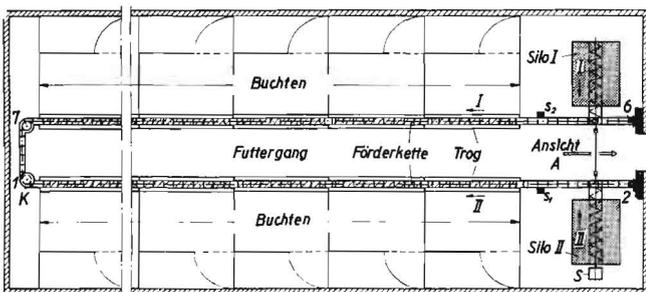


Bild 16: Grundriß des Schweinestalles mit schematisch angedeuteter Schrottdosieranlage

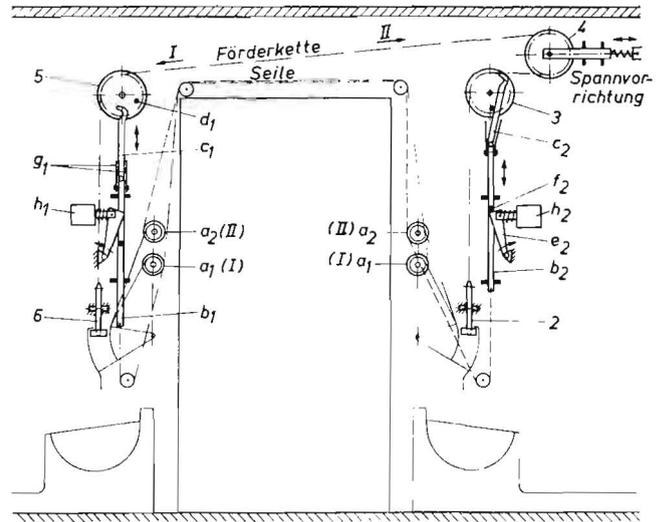


Bild 17: Fütterungsanlage mit Abklappmechanismus (schematisch) (Ansicht A aus Bild 16)

Die beiden Seilscheiben (a_1) sind über Umlenkrollen und Seile mit dem Zugeisen (b_1) verbunden, die beiden Seilscheiben (a_2) mit dem Zugeisen (b_2). Am oberen Ende der beiden Zugeisen sind Haken (c_1 und c_2) gelenkig angebracht. Wie auf dem Bild zu sehen ist, kann der Haken zwei verschiedene Stellungen einnehmen, die der gestrichelten und der ausgezogenen Stellung des Hebels (I) in Bild 14 entsprechen. Befindet sich der Haken in der unteren Stellung (c_1), so wird er von dem exzentrisch gelagerten Bolzen (d_1) des Kettenrades (5) nur dann ergriffen, wenn sich das Rad entgegen dem Uhrzeigersinne dreht. Dreht sich das Rad (5) im Uhrzeigersinne, so wird der Haken (c_1) in seiner unteren Stellung von dem Bolzen (d_1) nur zur Seite gedrückt, jedoch durch die Blattfedern (g_1) wieder in die alte Stellung gebracht. Sobald der Haken bei Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn jedoch über eine gewisse Höhe gehoben worden ist, wird der federbelastete Hebel (e_2) unter den Bolzen (f_2) gedrückt, so daß der Haken in der oberen Stellung arretiert wird.

Zu Beginn des Fütterungsvorganges nimmt der Abklappmechanismus die in Bild 17 gezeigte Stellung ein. Zur Fütterungszeit wird der Vorgang durch eine Zeituhr eingeleitet. Der Magnet (h_2) zieht an, das Zugeisen (b_2) fällt ab, wodurch sämtliche Dosierbehälter entleert werden. Gleichzeitig wird der Ketten- und Schneckenmotor entsprechend der Pfeilrichtung I (Anfangsmastfutter) in Betrieb gesetzt. Sobald die Kette sich bewegt, wird der Haken (c_1) angehoben, wodurch die Behälter für das Anfangsmastfutter in Füllstellung und die für das Endmastfutter in Nullstellung gehoben werden (der Haken (c_2) bleibt vorerst in der unteren Stellung). Sind sämtliche Behälter I vollgestrichen, so werden durch das an den Endschalter (s_1) gelangende überschüssige Schrot der Ketten- und Schneckenmotor und der Magnet (h_2) ausgeschaltet. Nun muß die überschüssige Futtermenge der Komponente I, die sich noch vor den Mitnehmern auf der Förderstrecke befindet, in den Behälter I zurücktransportiert werden. Deshalb läßt man nach kurzer Pause mit Hilfe eines Zeitrelais die Kette und die Schnecke in entgegengesetzter Richtung laufen, wobei der Haken (c_2) angehoben und arretiert wird. Nach einer gewissen Zeit, die etwa einem Kettenumlauf entspricht, wird der Magnet (h_1) betätigt. Dadurch fällt der Haken (c_1) in die untere Stellung, wodurch die Dosierbehälter für das Endmastfutter in Füllstellung gebracht werden, während die anderen Dosierbehälter ihre Stellung beibehalten. Das Futter wird jetzt entsprechend der Pfeilrichtung II gefördert. Sind sämtliche Behälter für das Endmastfutter gefüllt, so spricht der Endschalter s_2 an, der Magnet (h_1) sowie die Ketten- und Schneckenmotore ausschaltet. Nach kurzer Pause wird der Schnecken- und der Kettenmotor umgepolt und der Überschuß der Komponente II in den Vorratsbehälter II zurückgefördert. Durch eine einfache Vorrichtung wird verhindert, daß in diesem Fall der Haken (c_1) wieder mit nach oben gezogen wird. Danach ist der Füllvorgang beendet, so daß zur nächsten Fütterungszeit der Vorgang wieder von vorn beginnen kann.

Zusammenfassung

Will man die Schrotfütterung im Schweinestall mechanisieren, so benötigt man eine Schrotdosieranlage, mit der das Futter in dosierten Mengen dem Trog zugeteilt werden kann. Insbesondere in dänischen und schwedischen Betrieben sind für diesen Fütterungsvorgang schon einige gute Geräte zu finden, die teilweise sogar vollautomatisch arbeiten. Sie haben jedoch den Nachteil, daß sie jeweils nur eine Schrotmischung fördern und zuteilen können, was zu Kompromissen in der Tierhaltung oder -fütterung führen muß, da die Tiere während ihrer gesamten Mastzeit mindestens zwei verschiedene Futtermischungen bekommen sollen. Für deutsche Verhältnisse ist eine Anlage, die zu einer Mahlzeit zwei verschiedene Schrotarten den Trögen zuteilen kann, die beste Lösung. Da es ein derartiges Gerät bisher noch nicht gibt, wurden die Probleme der mechanisierten Schrotfütterung eingehend untersucht, mit dem Ziel, eine für deutsche Verhältnisse geeignete automatische Schrotdosieranlage für den Schweinestall zu entwickeln. In dieser Arbeit wurden die ersten Ergebnisse dieser Untersuchungen gebracht. Sie sollen dem Konstrukteur in der Industrie und dem technisch interessierten Landwirt einen Überblick über die Möglichkeiten der Mechanisierung der Schrotfütterung und Hinweise zur Gestaltung entsprechender Geräte geben.

Schrifttum

- [1] MATTHIES, H. J.: Stand der Entwicklung auf dem Gebiete der Mechanisierung der Fütterung. *Landtechnik* 16 (1961) S. 738—743
- [2] HAVERMANN, H.: Futterverwertung und Wirtschaftlichkeit in der Schweinemast. *Mitteilungen der DLG* 77 (1962), S. 366—368
- [3] PLATE, R.: Die Aussichten für Veredelungserzeugnisse. *Deutsche Landwirtschaftliche Presse* 85 (1962), S. 217—218
- [4] STROPPEL, A.: Futterdosieranlagen für die Schrotfütterung im Schweinestall. *Landtechnik* 18 (1963), S. 178—185
- [5] WANDER, J.-F.: Zur Frage der Bute- enabmessungen in Mastschweineställen. *Landbauforschung* 11 (1961), S. 75—82

Résumé

Alfred Stroppel: «*Considerations on the Design of Automatic Pig Feeders for Coarse-Ground Grain*».

If one wants to mechanize the feeding of coarse-ground grain in the piggery, a dosing equipment allocating the food in measured quantities into the trough is needed. Some good equipment, working partly even fully automatically, can already be found on Danish and Swedish farms. However, they are disadvantageous inasmuch as they supply and allocate only one mixture of coarse-ground grain. This necessitates compromises in animal management or animal feeding as the animals are to be fed at least two different food mixtures during the period of fattening. An equipment allocating for one meal two different kinds of coarse-ground grain would be the best solution for German conditions. As such an equipment does not yet exist the problems concerning the mechanized feeding of coarse-ground grain were carefully examined with the aim to develop for the piggery an automatic dosing equipment for coarse-ground grain which suits German conditions. This paper reports the first results of these examinations. They are intended to give designers in industry and technically interested farmers an idea of the possibilities of a mechanized feeding of coarse-ground grain as well as hints regarding the construction of relative implements.

Alfred Stroppel: «*Directives pour la conception d'installations d'alimentation en grains concassés automatiques pour les porcs*».

Si l'on veut mécaniser l'alimentation des porcs en grains concassés, on a besoin d'une installation de dosage qui permet l'introduction de rations déterminées dans les mangeoires. On trouve déjà surtout dans les exploitations agricoles danoises et suédoises quelques bonnes installations pour cette opération qui fonctionnent en partie déjà entièrement automatiquement. Mais elles ont l'inconvénient qu'elles ne transportent et distribuent qu'un seul mélange de grains concassés à la fois ce qui conduit à des compromis dans l'élevage ou l'alimentation des porcs puisque les bêtes ont besoin au moins de deux mélanges différents pendant toute la période d'engraissement. La meilleure solution dans les conditions allemandes sera une installation qui permet l'introduction simultanée de deux mélanges différents dans les mangeoires à chaque repas. Puisqu'une telle installation n'existe pas encore, on a examiné de façon approfondie les problèmes d'une alimentation en grains concassés mécanique afin d'aboutir à une

Heinrich von Waechter 60 Jahre alt

Am 18. März dieses Jahres vollendete der Ministerialdirigent und Leiter der Unterabteilung Landtechnik, Wasserwirtschaft und Bauwesen im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, HEINRICH VON WAECHTER, sein 60. Lebensjahr.

Den „alten“ Landtechnikern gibt der Lebenslauf ihres Freundes und Kampfgenossen ein anschauliches Bild von der Entwicklung der Technik in der Landwirtschaft in Deutschland. Als HEINRICH VON WAECHTER 1930 in das damals gerade gegründete „Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft“ (RKTL) eintrat, konnte man von dem eigentlichen Beginn einer Ära der Landtechnik in Deutschland sprechen. Wer sich dieser Zeit noch erinnert, wird wissen, welche Umwälzungen mit dem Einsatz der ersten Ackerschlepper, mit dem Übergang von der Gespannwirtschaft zur Maschinenwirtschaft und mit dem Umdenken in den betriebswirtschaftlichen Theorien verbunden waren, welche Spannungen und Gegensätze aber auch die Männer auszugleichen hatten, die sich an den verantwortlichen Stellen mit der Landtechnik befaßten. Diese nicht immer leichte Aufgabe fiel auch HEINRICH VON WAECHTER zu, als er — mitten im zweiten Weltkrieg — in das Reichsernährungsministerium eintrat. Er trug seinen Teil dazu bei, daß alle Zweige der Landtechnik wie Landmaschinenindustrie, Landmaschinenhandel, Landhandwerk, landtechnische Wissenschaft und viele andere ihre Existenzbasis behielten und nach dem Kriege, als unser Freund von WAECHTER in das Bundesministerium übernommen wurde, wieder einen guten Start hatten.

In seiner wohlüberlegten, ruhigen und mit einem trockenen angelsächsischen Humor erfüllten Wesensart hat der Jubilar vielen Menschen geholfen und sich zu Freunden gemacht, ohne daß dies nach außen hin groß in Erscheinung trat. Es sei aber nicht vergessen, daß von WAECHTER mit zu denen gehörte, die sich für die Gründung dieser Zeitschrift mit einsetzten in dem Bewußtsein, daß für die Forschung und Lehre auf dem großen Gebiet der Landtechnik ein solches Sprachrohr notwendig war.

Unser Wunsch für seine weitere Lebensarbeit und sein Wohlergehen:

ad multos annos!

HR.

installation de dosage automatique appropriée aux conditions allemandes. L'auteur de l'article cite les premiers résultats de ces recherches. Ils doivent permettre aux techniciens de l'industrie et aux agriculteurs intéressés à la technique de se faire une idée sur les possibilités de mécanisation de l'alimentation en grains concassés et sur la conception de telles installations.

Alfred Stroppel: «*Puntos de vista para la estructuración de instalaciones automáticas abastecedoras de pienso triturado en granjas porcinas.*»

Si se quiere mecanizar en las granjas el suministro de pienso triturado para los cerdos, se necesita un grupo dosificador, mediante el cual llegue la comida al comedero en determinadas cantidades. Especialmente en granjas dinamarquesas y suecas se hallan ya, para este tipo de alimentación, algunos buenos aparatos que, en parte, trabajan incluso en forma completamente automática. No obstante, tienen la desventaja de que únicamente pueden transportar y distribuir una mezcla de pienso, lo que hace necesario determinados arreglos en lo que al proceder general y a la alimentación se refiere, ya que, según prescripciones, a los animales hay que distribuirlos, durante todo el período de ceba, por lo menos, dos mezclas distintas. Para las condiciones alemanas, una instalación que, durante una comida, puede abastecer los comederos con dos clases distintas de pienso triturado constituye la mejor solución. Como semejante aparato no existe hasta la fecha, se estudiaron detalladamente los problemas de la alimentación mecánica con pienso, a fin de proyectar y construir una instalación dosificadora automática para granjas porcinas que se adapte a las condiciones alemanas. Los primeros resultados de este estudio ya han visto la luz, y su finalidad ha de ser facilitar al fabricante en el sector industrial y al agricultor interesado en la técnica una vista de conjunto acerca de las posibilidades de la mecanización de la distribución del pienso e indicaciones para la estructuración de los correspondientes aparatos.