

Im Rahmen der Forschungs- und Prüfarbeiten zur Mechanisierung der Schweinemast wurde im Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim eine größere Anzahl verschiedener Pumpentypen auf ihre Eignung zum Fördern von fließfähigen Futtermischungen untersucht. Im folgenden werden einige Gedanken zur Auswahl geeigneter Pumpentypen dargelegt, sowie die wichtigsten Versuchsergebnisse bekanntgegeben.

Das fließfähige Futter kann als inhomogene zähe Flüssigkeit mit hohem Feststoffanteil definiert werden, in der außerdem — z. B. beim Einsatz von Wirtschaftsfuttermitteln oder Küchenabfällen — Fremdkörper in unregelmäßiger Größe, Form und Menge enthalten sein können. Deshalb muß eine zum Fördern des Futters geeignete Pumpe unempfindlich gegen Verstopfung durch Feststoffteilchen und Beschädigung durch Fremdkörper sein, sowie einen hohen Nenndruck bei verhältnismäßig geringer Förderleistung aufweisen. Anzustreben ist weiterhin Wartungsfreiheit und eine lange Nutzungsdauer der Verschleißteile. Schätzt man daraufhin die bekannten Typen der Zentrifugal- und Verdrängungspumpen ein, so scheiden die einstufigen Kreiselpumpen infolge ihres ungünstigen Verhältnisses zwischen Nenndruck und Förderleistung aus. Aber auch mehrstufige Kreiselpumpen können nicht verwendet werden, weil die Umlenkanäle verstopfen. Von den Verdrängungspumpen sind alle Kolbenpumpen mit federbelasteten Ventilen wegen der Verstopfung der Ventile ebenfalls nicht einsetzbar. Übrig bleiben somit zur Förderung der fließfähigen Futtermischungen die Kolbenpumpen mit Kugelventilen und die ventillosen Verdrängungspumpen.

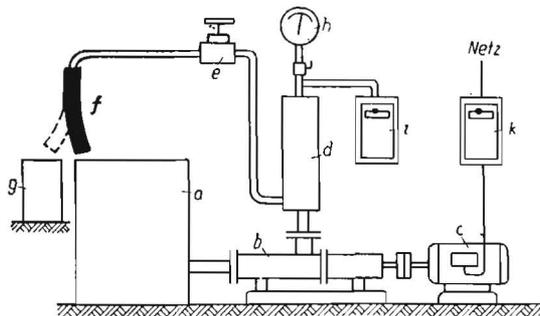


Bild 1. Schematische Darstellung des Pumpenversuchstandes. a Vorratsbehälter, b Pumpe, c Motor, d Windkessel, e Drosselschieber, f Schwenkschlauch, g Meßgefäß, h Feinmeß-Manometer, i Druckschreiber, k Leistungsschreiber

Prüfstandsversuche zur Überprüfung der Eignung dieser wahrscheinlich verwendbaren Pumpentypen u. a. an einer älteren Doppelkolbenpumpe bekannter Bauart mit Tauchkolben und an einer neuartigen Kolbenpumpe der Gebr. BÖTTNER<sup>1</sup>, sowie an ventillosen Einspindelpumpen des VEB Pumpenwerk Karl-Marx-Stadt durchgeführt. Der hierzu aufgebaute und in Bild 1 schematisch dargestellte Versuchstand gestattete eine Veränderung des Gegendruckes der Pumpe durch eine einstellbare Drosselstelle in der Druckleitung. Das Futter wurde in einem Vorratsbehälter gemischt, von der Pumpe angesaugt und durch die Drosselstelle im Umlauf wieder in den Vorratsbehälter zurückgefördert.

Als Pumpenkennwerte wurden während des Versuches der Gegendruck mit Hilfe eines — an einem in der Druckleitung liegenden Windkessel angeschlossenen — Druckschreibers bzw. Feinmeßmanometers, die Förderleistung mit Meßgefäß und Stoppuhr, der Leistungsbedarf mit einem Leistungsschreiber bestimmt. Zu den Versuchen wurden die in Tafel 1 angegebenen Mischungen Nr. 1 bis 4 benutzt.

Hievon wurden Nr. 1 und 2 von SCHOLZ und SIEGEL [1; 2] Mischung Nr. 2 bis 4 von SCHUMM und KIRMSE [3] als günstig für die Schweinemast erkannt.

\* Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

<sup>1</sup> s. S. 375

Von den drei genannten Pumpentypen wurden durch stufenweise Änderung des Gegendruckes die Kennlinien der Förderleistung und des Leistungsbedarfs in Abhängigkeit vom Gegendruck aufgenommen. Außerdem erfolgte die Errechnung des Wirkungsgrades ( $\eta$ ) nach der Formel

$$\eta = \frac{Q \cdot p}{36,7 \cdot N_k} \quad \begin{array}{l} Q = \text{Förderleistung [m}^3/\text{h]} \\ p = \text{Gegendruck [kp/cm}^2\text{]} \\ N_k = \text{Leistungsbedarf an der Kupplung [kW]} \end{array}$$

und des Ausnutzungsgrades ( $\lambda$ ) nach der Beziehung

$$\lambda = \frac{Q}{Q_{\text{theor.}}} \quad \begin{array}{l} Q_{\text{theor.}} = \text{Theoretische Förderleistung [m}^3/\text{h]} \end{array}$$

Die Untersuchung der Doppelkolbenpumpe ergab, daß die Förderleistung gegenüber Wasser (max. 16 m<sup>3</sup>/h) bei den benutzten Futtermischungen Nr. 1 (max. 11 m<sup>3</sup>/h) und 2 (max. 8 m<sup>3</sup>/h) stark absinkt. Der Leistungsbedarf nimmt mit der Druckerhöhung bei allen Flüssigkeiten stetig zu.

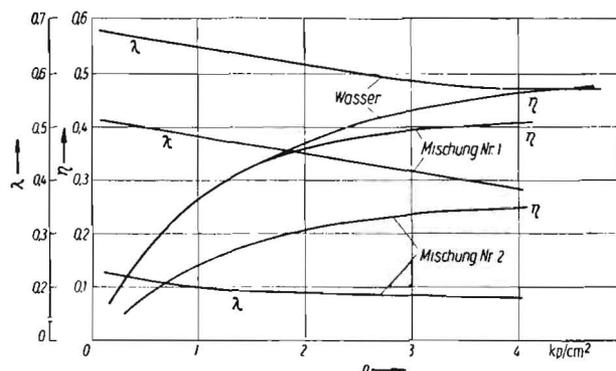


Bild 2. Wirkungsgrad und Ausnutzungsgrad der Doppelkolbenpumpe

Bild 2 zeigt den Wirkungsgrad und Ausnutzungsgrad dieser Pumpe für die Drehzahl von 50 min<sup>-1</sup>. Hieraus ist ersichtlich, daß der Wirkungsgrad mit steigendem Druck infolge des sinkenden Anteils des Leerlaufleistungsbedarfs am Gesamtleistungsbedarf ansteigt.

Tafel 1. Verwendete Futtermischungen

Mischung Nr.	Bestandteile Kartoffeln	[Massen-%] Gerstenschrot	Wasser	Futter-Wasser-Verhältnis
1	42,8	7,2	50,0	1 : 1
2	—	33,3	66,7	1 : 2
3	52,2	10,4	37,4	1 : 0,6
4	46,3	9,3	44,4	1 : 0,8

Er liegt zwischen 0,25 und 0,46 bei  $\approx 4$  kp/cm<sup>2</sup> und ist erwartungsgemäß bei Wasser am höchsten und bei der Getreideschrotmischung am niedrigsten. Der Ausnutzungsgrad zeigt, daß das theoretische Fördervolumen bei Wasser zu etwa 60%, bei Mischung Nr. 1 zu etwa 45% und bei Mischung Nr. 2 sogar nur zu 20 bis 30% genutzt werden kann. Diese äußerst schlechte Ausnutzung ist wahrscheinlich auf die verwendeten Kugelventile in Verbindung mit der Gestaltung des Innenraums der Pumpe zurückzuführen, wodurch bei Umkehr der Bewegungsrichtung des Kolbens der Saug- oder Druckraum nicht schnell genug abgeschlossen wird, so daß sehr hohe Verluste durch Flüssigkeitsrückfluß auftreten. Bei der Schrotmischung lagern sich noch zusätzlich Schrotteilchen am Ventilsitz ab, so daß die Ventile nicht mehr vollständig dicht schließen.

Die Untersuchung der Pumpe der Gebr. BÖTTNER ergab ein wesentlich günstigeres Bild. Die Pumpe förderte Mischung Nr. 2 bis 4 ohne Störungen. Die Förderleistung liegt zwischen 6 und 9 m<sup>3</sup>/h und sinkt bei allen drei Futtermischungen mit wachsenden Gegendruck nur wenig ab, während der Leistungsbedarf entsprechend ansteigt. Der Wirkungsgrad ist bei Mischung Nr. 2 und 4 mit  $\eta = 0,5$  ( $p = 3,5$  kp/cm<sup>2</sup>) im gemessenen Bereich am höchsten und mit  $\eta = 0,38$  bei Mischung Nr. 3 am niedrigsten.

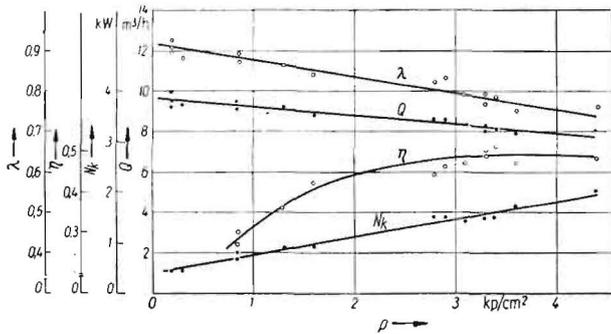


Bild 3. Kennlinien der Pumpe der Gebr. BÖTTNER beim Fördern der Futtermischung Nr. 4

Der Ausnutzungsgrad von 75 bis 90% bei Mischung Nr. 2 und 4 ist sehr gut für eine Dickstoffpumpe. Er sinkt erwartungsgemäß bei der dickeren Mischung Nr. 3 ab, ist aber mit 60 bis 75% immer noch gut. Als Beispiel werden im Bild 3 die Kennlinien dieser Pumpe beim Fördern der Mischung Nr. 4 gezeigt, die das Gesagte in anschaulicher Weise bestätigen. Analoge Diagramme liegen von den beiden anderen Mischungen vor.

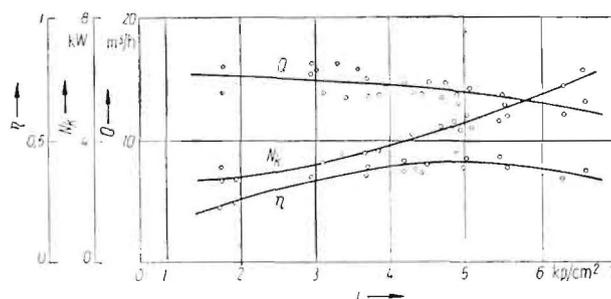
Bei der Untersuchung der Einspindelpumpen zeigte sich ein ähnliches Kennlinienbild wie bei der zuletzt genannten Kolbenpumpe. Als Beispiel soll hier die Pumpe vom Typ M 13 82 × 100 dienen, die mit Mischung Nr. 1 und 2 erprobt wurde (Bild 4).

Im Bild sind die Kennlinien für Mischung Nr. 1 gezeigt. Die Förderleistung liegt hierbei zwischen 12 und 15 m³/h im gemessenen Bereich. Bei der Schrotmischung wurden mit 14 bis 16 m³/h etwas günstigere Werte erzielt. Der Leistungsbedarf ist bei beiden Futtermischungen gleich. Dementsprechend liegt der Wirkungsgrad bei der Schrotmischung mit maximal 0,45 bei Mischung Nr. 2 etwas höher als bei Mischung Nr. 1, wo der Höchstwert etwa 0,40 beträgt.

Ein Vergleich der Prüfstandsversuche dieser drei Pumpentypen zeigt, daß die Doppel-Kolbenpumpe nicht verwendet werden kann, die beiden anderen Pumpen jedoch zur Förderung von fließfähigen Futtermischungen geeignet sind, wobei Kennlinienverlauf und Wirkungsgrad sowie erzielbare Förderleistungen und Nenndrücke weitgehend gleich sind.

Neben der Bestimmung der Kennlinien wurden mit den beiden zuletzt genannten Pumpen Versuche mit Fremdkörpern unternommen. Hierbei zeigte sich, daß von der Pumpe der Gebr. BÖTTNER noch Steine mit einer größten Abmessung von 70 × 40 × 30 mm gefördert wurden, ohne daß die Pumpe verstopfte. Da diese Fremdkörper bereits eine Rohrleitung von 80 mm Dmr. an den Krümmern, Abzweigstellen und Armaturen verstopfen, ist die Pumpe als völlig sicher gegenüber allen Fremdkörpern, die bei der fließfähigen Fütterung gefördert werden können, anzusehen. Außerdem ist es möglich, an die Pumpe eine Vorrichtung anzubauen, die den Eintritt größerer Fremdkörper in die Pumpe verhindert. Hiergegen ist die Einspindelpumpe sehr empfindlich gegenüber Fremdkörpern im Futter, weil sich kleinere Fremdkörper (z. B. Knochensplinter, Metallteile) in den Gummi des Stators eindrücken und somit den Stator beschädigen. Größere Fremdkörper führen zur Blockierung der Pumpe.

Bild 4. Kennlinien der Einspindelpumpe M 13 82 × 100 beim Fördern der Futtermischung Nr. 1



Auf Grund von Hinweisen aus der landwirtschaftlichen Praxis über den vorzeitigen Verschleiß des Gummistators und den Bruch der Gelenkwelle der Einspindelpumpen wurden außerdem Dauerstandsversuche am Typ M 13 98 × 120 mit Wasser von 20 °C bei einem Gegendruck von 3,5 kp/cm² unternommen. Hierbei wiesen die vom Herstellerwerk serienmäßig gelieferten Gelenkwellen eine völlig ungenügende Nutzungsdauer auf. Erst nach Einbau einer im IIL hergestellten Gelenkwelle konnte eine Laufzeit von 840 h erzielt werden. Den zugehörigen Verlauf der Förderleistung, des Leistungsbedarfs und des Wirkungsgrades während der Erprobung zeigt Bild 5. Hieraus ist ersichtlich, daß kein Abfall der Förderleistung, der auf einen unzulässigen Statorverschleiß hindeuten würde, festzustellen ist. Im Gegenteil weist der absinkende Leistungsbedarf und der folglich ansteigende Wirkungsgrad auf eine gute gegenseitige Anpassung von Rotor und Stator der Pumpe hin. Somit ist der unzulässige Verschleiß des Stators in der landwirtschaftlichen Praxis auf ungünstige Einsatzbedingungen für die Pumpe zurückzuführen, vor allem auf Fremdkörperbesatz im Futter und auf einen durch falsche Anpassung der Rohrleitung an die Pumpe entstehenden zu hohen Gegendruck an der Pumpe, der ebenfalls in Kürze zur Zerstörung des Gummistators führt.

Abschließend sollen noch einige Hinweise für die Weiterentwicklung dieser beiden Pumpen sowie den Einsatz der z. Z. in der Landwirtschaft angewendeten Einspindelpumpen gegeben werden.

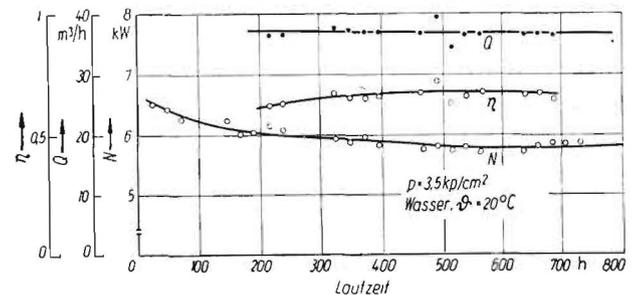


Bild 5. Kenndaten der Einspindelpumpe M 13 98 × 120 während der Dauererprobung mit konstantem Gegendruck

Die Kolbenpumpe der Gebr. BÖTTNER muß entsprechend den Anforderungen der fließfähigen Fütterung so umgeändert werden, daß sie in den Mischbehälter eingehängt werden kann, und daß Motor und Getriebe für Drücke bis zu 10 kp/cm² ausreichend sind. Gleichzeitig ist der Anbau eines Gitters oder einer ähnlichen Einrichtung zur Fremdkörperabtrennung am hin- und hergehenden Pumpenzylinder vorzunehmen.

Die Einspindelpumpe muß vor allem so weit verbessert werden, daß die Hauptverschleißteile eine genügende Lebensdauer (≈ 1000 h) aufweisen. Weiterhin ist die Qualität des Gummistators zu verbessern, damit er von kleineren Fremdkörpern nicht mehr beschädigt wird. Es ist zu untersuchen, inwieweit eine Vorrichtung zur Abschneidung größerer Fremdkörper angebracht werden kann und ob eine Steigerung des Nenndruckes auf 6 bis 10 kp/cm² möglich ist. Beim Einsatz der Einspindelpumpen ist folgendes zu beachten:

#### Aufstellung der Pumpe

1. Pumpe an tiefster Stelle der Saugleitung, möglichst aber nicht in einer Grube, sondern zu ebener Erde anordnen.
2. In Druckleitung unmittelbar hinter der Pumpe Sicherheitsausschalter vorsehen, der die Pumpe bei Überschreiten des Nenndruckes abschaltet.

#### Anpassung an das Rohrsystem

1. Bei Neuanlagen Durchmesser der Rohrleitung so groß wählen, daß der Nenndruck der Pumpe bei der größten Leitungslänge und der dicksten Futtermischung nicht überschritten wird.

2. In bereits vorhandenen Anlagen muß bei Überschreiten des Nenndruckes die Drehzahl der Pumpe und hiermit die Förderleistung der Pumpe so weit herabgesetzt werden, bis der Nenndruck bei der größten Leitungslänge und der dicksten Futtermischung nicht mehr überschritten wird. Zur Reduzierung der Drehzahl kann ein Keilriementrieb, Kettentrieb oder ein Getriebe benutzt werden.

#### Betrieb der Pumpe

1. Pumpe darf nie ohne Flüssigkeit laufen, da sonst Gummi- stator verbrennt.
2. Keine Fremdkörper, möglichst auch keinen Sand, im Futter zulassen.
3. Bei Aufstellung in einer Grube für gute Entwässerung sorgen, da sonst der Motor durch Wasser zerstört wird.
4. Funktionsfähigkeit des Sicherheitsausschalters regelmäßig überprüfen, da sonst Pumpe bei Verstopfungen oder Verschuß des Futterauslaßschiebers infolge unzulässig hohen Gegendruckes zerstört wird.

## Neuentwickelte Dickstoffpumpe bewährte sich

Landwirtschaft, Industrie und kommunale Wirtschaft fordern seit langem Pumpvorrichtungen, mit denen sich zähflüssige, breiige oder mit festen Körpern durchsetzte Masse störungsfrei fördern läßt. Die Handwerksmeister P. und W. BÖTTNER in Neudietendorf haben sich diesem Problem zugewendet mit dem Ziel, ein Gerät zu schaffen, das die Entleerung von Schlammgruben maschinell bewältigen kann. Die bisher bekannten Dickstoffpumpen, wie z. B. Betonpumpen, müssen das Fördergut zugeführt bekommen. Andere wieder versagen, wenn das Fördergut breiig wird. Die im allgemeinen als Dickstoffpumpen vorzüglich arbeitenden Einspindel- oder Schneckenpumpen sind hingegen stör anfällig, wenn sich feste Körper im Fördergut befinden. Die Gebrüder BÖTTNER setzten sich zur Aufgabe, mit ihrer Pumpe auch Steine in Größe einer Streichholzschachtel ohne Beschädigung des Aggregats fördern zu können. Ebenso sollten langfaserige Textilabfälle und hanghalmige Beimengungen die Pumpe störungsfrei passieren. Dazu wurden neue Wege beschritten. Die Erfahrung zeigte, daß die Trägheit des Fördergutes sich dem Saugvorgang entgegenstellt. Das erzeugte Vakuum reicht nicht aus, um das Fördergut in die Pumpe zu saugen, bzw. der atmosphärische Luftdruck genügt nicht, um die breiige Masse in den Pumpraum zu bringen, damit es dann gefördert werden kann. Die Erkenntnis, die Trägheit des Fördergutes auszunutzen, war die Grundlage für die Erfindung der Gebr. BÖTTNER. Demzufolge rüsteten sie den Kolben mit einem Bodenventil aus und tauchten ihn direkt in das Fördergut. Die Trägheit der Masse verhindert dabei das Ausweichen und bewirkt das Einströmen in das Pumpeninnere. Der Füllvorgang wird außerdem noch durch das sich bildende Vakuum begünstigt. Daraus erklärt sich, daß man mit der Böttner-Pumpe bis zu 90 % der theoretisch möglichen Füllung erreicht. Beim Aufwärtshub des Kolbens wird das Fördergut durch das Auslaßventil in die Druckleitung verdrängt.

Damit darf man die Forderung der Landwirtschaft nach einer funktionstüchtigen Dickstoffpumpe, die auch unempfindlich und standfest ist, als erfüllt ansehen. Die Böttner-Pumpe (Bild 1) ermöglicht, die von der Wissenschaft als vorteilhaft erkannten dickbreiigen Futtermischungen zur Schweinemast einwandfrei zu fördern. Da das Futter aus unterflur liegenden und billig zu erstellenden Mischgruben von der Pumpe gefördert wird, entfallen Fördereinrichtungen, wie Schnecken und Förderbänder, zur Beschickung der Überflur-Mischbehälter. Fördermenge und Förderhöhe sowie der für die Überwindung von Entfernungen notwendige Druck können von den entsprechend stark ausgeführten Antriebsaggregaten ausreichend bewältigt werden.

Bei mechanischer oder hydraulischer Entmistung der Schweinställe fehlte bisher immer ein Gerät, um die in Gruben oder Becken gesammelten Kotmengen ohne Wasserzusatz auf Transportfahrzeuge zu fördern, auch Dungkran und Förderschnecke konnten die Handarbeit nicht ganz ersetzen. Die neuentwickelte Dickstoffpumpe der Gebr. BÖTTNER ermöglicht dagegen, Schweinekot ohne Jaucheanteil und ohne Wasserzusatz sogar in abgelagertem Zustand auf das Fahrzeug zu pumpen. Die Beladung eines Anhängers mit etwa 3 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen mit der Böttner-Pumpe in transportabler Ausführung (Masse  $\approx$  200 kg einschließlich Motor von 1,5 bis 2,5 kW) erfordert nur  $\approx$  10 min Zeitaufwand.

Im Institut für Tierhaltung Knau wurde der Kot eines Mastbullenstalles (Roststall mit streuloser Aufstellung) in einem Sammelraum unter den Rosten aufgefangen. Die Jauche konnte bis auf geringe Reste ablaufen. Nach etwa sechs Monaten sollte die Kotgrube entleert werden. Dazu wurden

## Zusammenfassung

Nach einer Einschätzung der bekannten Pumpentypen auf ihre Brauchbarkeit zum Fördern fließfähiger Futtermischungen werden die Ergebnisse der wichtigsten im IFL durchgeführten Untersuchungen beschrieben und zwei Typen als brauchbar für den Einsatz in der Landwirtschaft herausgestellt. Abschließend werden einige Hinweise für den Einsatz der z. Z. am häufigsten benutzten Einspindel-pumpen gegeben.

## Literatur

- [1] SCHOLZ, K. und SIEGL, O.: Untersuchungen über den Einsatz von pumpfähigem Wirtschaftsfutter in der Schweinemast. Die Deutsche Landwirtschaft (1959) S. 507
- [2] SCHOLZ, K. und SIEGL, O.: Untersuchungen über den Einsatz von pumpfähigem Futter in der Schweinemast im Vergleich zur trockenen Automatenfütterung. Die Deutsche Landwirtschaft (1958) S. 492
- [3] SCHUMM, H. R. und KIRMSE, K.: Ergebnisse über Rations- und Vorratsfütterung bei verschiedenen Futterkonsistenzen. Tierzucht (1963) S. 25

A 5299

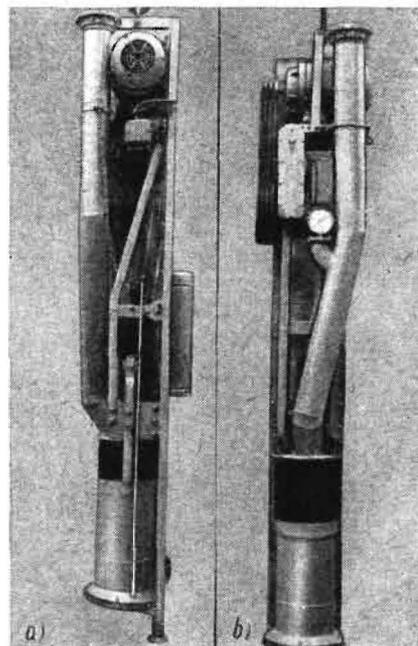


Bild 1. Die Böttner-Dickstoffpumpe. a Ansicht von der Seite, b Ansicht von vorn

die Schieber am Kopfende des Bunkers geöffnet, und der Kot floß als träge Masse in die angeschlossene Entnahmegrube. Auch hier dauerte die Beladung eines Anhängers mit der Böttner-Pumpe nur knapp 10 min.

Der VEB für Mast von Schlachtvieh in Gotha erprobte die Böttner-Pumpe in verschieden alten und abgelagertem Schweinekot. Auch hier erfüllte die Pumpe die in sie gesetzten Erwartungen vollauf. Schließlich sei über einen Sonder Einsatz dieser Pumpe im Klärwerk Stahnsdorf berichtet, wo sie die Entleerung von Faulkammern durchführen sollte. Dabei wurde sie durch ein Mannloch von 540 mm Dmr. etwa 8 m tief am Seilzug in die Faulkammern eingelassen, wo sie den dicken Schlamm direkt aufnahm. Dabei mußte sie nicht nur die Höhe von 8 m, sondern auch eine 30 m lange horizontal verlegte Druckschlauchleitung überwinden. Verstopfungen traten während der ganzen Arbeit nicht ein, für die Bedienung des Gerätes sowie Zuführen von Schwimmschlamm-Deckenstücken mit Haken waren 2 AK notwendig. Die Arbeitsproduktivität konnte um mehr als 1000 % gesteigert werden.

Diese guten Ergebnisse waren auch in vielen anderen Erprobungen und Versuchseinsätzen zu verzeichnen (s. a. S. 373). Es sollten deshalb alle Voraussetzungen geschaffen werden, um die Böttner-Pumpe schnellstens in genügender Anzahl an Landwirtschaft und Industrie liefern zu können.

A 5318