

Spezialmeßkabel als Verbindungsstück zur Meßelektrode

Das Anzeigergerät und die eigentliche Meßelektrode sind durch ein kleines 2poliges Meßkabel verbunden. Dabei ist besonderer Wert darauf gelegt worden, ein Spezialkabel mit hochwertigen Isoliereigenschaften zu verwenden, um durch mangelhafte Verbindungssteile sich einschleichende Meßfehler zu eliminieren.

Die Becherelektrode

Die Feuchtigkeitsbestimmung des ungeschroteten Getreides (Ganzkornmessung) erfolgt mit Hilfe einer besonders ausgebildeten Becherelektrode. Diese wird zusammen mit einem Adapter, an dem das Meßkabel angebracht ist, unmittelbar auf das Anzeigergerät aufgesteckt (Bild 1). Die Klemme des Meßkabels wird in die Buchse am Deckel der Becherelektrode eingesteckt. Ferner wird ein geeichtes Thermometer zur Messung der Materialtemperatur in den Deckel eingeschoben. Mit Hilfe eines dazugehörigen kleinen Meßbechers werden die zu bestimmenden Getreideproben abgemessen und in die Becherelektrode gefüllt. Anschließend wird durch Betätigung der Einstell- sowie der Meßtaste der einfache Meßvorgang ausgeführt.

Weitere Meßelektroden

Infolge einer sehr differenziert gestalteten Elektrodenausstattung ist es außerdem möglich, die „Hygromette“ für Feuchtigkeitsmessungen verschiedenartiger weiterer hygroskopischer Materialien einzusetzen. Erwähnt sei hier nur die Meßmöglichkeit des Feuchtigkeitsgehaltes von Stroh, Heu, Holzwolle, Hölzern aller Art, Tabak, Papier, Zellstoff, Textilien, Baustoffen, Leder u. a. m.

Sonstige Vorzüge

Bemerkenswert ist, daß die die Feuchtigkeitsmessung beeinflussenden Temperaturunterschiede des Materials bei der „Hygromette“ berücksichtigt werden. Wo dies nämlich nicht der Fall ist, wirken sich Temperaturunterschiede als Meßungenauigkeiten aus. Denn 1°C Temperaturunterschied im Material bedeutet bereits eine Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes von etwa 0,1%. Die Materialtemperatur wird durch eine besondere Einstellvorrichtung am Anzeigergerät korrigiert und im Meßergebnis automatisch berücksichtigt. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Meßgenauigkeit des Gerätes.

Ferner ist beachtlich, daß mit der „Hygromette“ auch Messungen an überfeuchtem Getreide vorgenommen werden können, eine für Feldmessungen unabdingbare Voraussetzung. Die „Hygromette“ mit Becherelektrode schließt daher auf dem Gebiet der Getreidewirtschaft eine wesentliche Bedarfslücke. Das Gerät hilft insbesondere den MTS und LPG sowie anderen Betrieben der Landwirtschaft, die erforderliche Feuchtigkeitsbestimmung des Getreides ohne großen Zeitaufwand oder zusätzlichen Personeneinsatz auszuführen. Dabei wird eine für schnelle Betriebsmessungen vollkommen ausreichende Genauigkeit von 0,8% garantiert.

Allen landwirtschaftlichen Betrieben ist damit die Möglichkeit gegeben, vor und während der Ernte nicht nur nach Erfahrungswerten zu handeln, sondern den Feuchtigkeitsgehalt des Getreides in einwandfreien Meßwerten zu erfassen. Wesentlich ist dabei, daß der Meßvorgang in denkbar einfacher Weise, ohne komplizierte Apparatur, von jeder Arbeitskraft ausgeführt werden kann und trotzdem für die Betriebspraxis ausreichend genaue Meßwerte schnell zu erzielen sind.

A 2801

Dipl.-Volksw. H. KUNST

Dipl.-Ing. S. NEULING, Potsdam-Bornim *)

Aut. Nr. 1982

Die maschinentechnische Berechnung von Schwemmentmistungsanlagen¹⁾

Im Bestreben, die Arbeiten der Innenwirtschaft stärker zu mechanisieren, gilt das besondere Augenmerk der Mechanisierung der Stallmistarbeitskette. Es sind in den letzten Jahren verschiedene Entmistungssysteme mit ihren Folgeeinrichtungen entwickelt worden, von denen die Schwemmentmistung besondere Beachtung verdient. Während bei den bisherigen Entmistungsarten an den alten Stallmistaufbereitungsverfahren festgehalten wurde und damit jedes Glied der Arbeitskette zur Mechanisierung besondere Maschinen und Geräte erforderte, ist durch Schwemmentmistungsanlagen ein grundsätzlich neuer Weg der Stallmistarbeitskette beschritten.

Die Vorteile der Schwemmentmistung gegenüber anderen Entmistungssystemen sind vor allem in der lückenlosen Mechanisierung der gesamten Stallmistarbeitskette durch nur wenige Maschinen und Einrichtungen zu sehen. Durch die Pumpenanlage einer Schwemmentmistung können infolge der Aufbereitung des Stallmistes bei der Entmistung zu einem pumpfähigen Gut sämtliche erforderlichen Stallmistungslagarbeiten durch einfache Maschinenarbeit erledigt werden. Die arbeitswirtschaftlichen Vorteile der Schwemmentmistungsanlage führten zu einer überraschend schnellen Einführung dieser Anlagen in die landwirtschaftliche Praxis sowohl in Westdeutschland als auch neuerdings in der Deutschen Demokratischen Republik. Auf Grund des Beschlusses der Technisch-Wissenschaftlichen Konferenz im November 1955 in Leipzig und eines Ministerratsbeschlusses sind gegenwärtig mehrere Schwemmentmistungsanlagen in der DDR im Bau. Weitere Anlagen werden z. Z. projektiert, wobei sich immer wieder zeigt, daß die maschinentechnische Berechnung einer Schwemmentmistungsanlage durch die Entwurfsbüros infolge Unkenntnis der Berechnungsmethoden und Erfahrungswerte Schwierigkeiten bereitet.

1 Arbeitswirtschaftliche Gesichtspunkte zur Bestimmung der Pumpenzahl

Der Arbeitsaufwand zur Entmistung eines Rindvieh- oder Schweinestalles mit einer Schwemmentmistungsanlage beträgt im Durchschnitt einschließlich des Abpumpens von abge-

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGGER).

¹⁾ Dieser Beitrag wurde auf Anregung des Arbeitskreises „Düngewirtschaft“ beim Ministerium für Land- und Forstwirtschaft geschrieben, um den Entwurfsbüros, die Schwemmentmistungsanlagen projektieren, Einblick in die ordnungsgemäße maschinentechnische Berechnung einer Schwemmentmistungsanlage zu geben.

schwemmtem Mist aus der Mischgrube in die Düngeschlammsilos etwa 1,25 Pers.min/GV und Tag [1]. Bei großen Stallanlagen lassen sich an gut ausgelegten Schwemmentmistungsanlagen noch günstigere Werte erzielen, während man für verbaute oder kleine Ställe (insbesondere Schweineställe) mit notwendigen Arbeitszeiten in Höhe von 1,40 bis 1,75 Pers.min/GV und Tag für die Entmistung rechnen muß. Für größere Anlagen zur Viehhaltung mit mehreren Ställen ergibt sich hieraus die Forderung nach ausreichender Pumpenkapazität, um die Ställe gleichzeitig in den gewohnten Zeiten entmisten zu können. Eine ungenügende Fördermenge der Zentral-

pumpe führt zu langen Entmistungszeiten für den gesamten Stallkomplex und bedeutet eine Beunruhigung des Viehes während seiner Ruhezeiten. Es muß bei jeder größeren Schwemmentmistungsanlage darauf geachtet werden, daß die tägliche Betriebszeit der Anlage, die sich aus der geringsten notwendigen Fördermenge der Zentralpumpe ergibt, arbeitswirtschaftlich vertretbar ist.

Unter Berücksichtigung eines höheren Mistanfalles bei der Entmistung des Rindviehstalles am Morgen gegenüber der Entmistung am Nachmittag und der Bedingung, daß nicht gleichzeitig an mehreren Abschwemmlungen entmistet wird, ergeben sich z. B. für die Frühentmistung folgende Entmistungszeiten:

Anzahl der Ställe	Stallart	Arbeitsaufwand
1	60er Typenstall für Milchvieh	48,0 Pers. min
2	60er Typenstall für Milchvieh	96,0 Pers. min
3	60er Typenstall für Milchvieh	144,0 Pers. min
1	90er Typenstall für Milchvieh	67,5 Pers. min
2	90er Typenstall für Milchvieh	135,0 Pers. min
3	90er Typenstall für Milchvieh	202,5 Pers. min

(Die Differenz des notwendigen Arbeitsaufwandes zwischen einer Haltung im 60er und 90er Typenstall ergibt sich aus dem vorteilhafteren Entmisten im größeren 90er Typenstall.)

Die angeführten Entmistungszeiten zeigen eindeutig, daß es bei großen Viehbeständen auf Grund des notwendigen Arbeitsaufwandes zur Störung des zügigen Arbeitsablaufs im Stall kommen kann. Abhilfe kann nur dadurch geschaffen werden, daß jeweils zwei Arbeitskräfte gleichzeitig an zwei verschiedenen Stellen einer Abschwemmlung entmisten oder die Fördermenge der Pumpenanlage erhöht wird. Hierbei ist die erste Lösung zu bevorzugen, um die Pumpenanlage möglichst klein zu dimensionieren.

Sind an einer Entmistungsanlage außer mehreren größeren Rindviehställen zusätzlich noch Schweineställe angeschlossen, und sind aus arbeitswirtschaftlichen Gründen Überschneidungen von Entmistungsfolge und -zeiten nicht zu vermeiden, muß die Fördermenge der Pumpenanlage erhöht werden. Es ist in diesem Fall zweckmäßiger, für die Entmistungsanlage zwei kleinere Pumpen vorzusehen als eine große, die für die der Entmistung folgenden Arbeitsgänge (Zerstören der Schwimmdecken, Tanken von Düngeschlamm) überdimensioniert wäre. Gleichzeitig wird damit die Betriebssicherheit der Gesamtanlage erhöht. Bei Ausfall einer Pumpe kann die Anlage allerdings unter Verlängerung der täglichen Betriebszeit — mit der zweiten Pumpe ordnungsgemäß weiterbetrieben werden.

2 Bestimmung der Fördermenge der Zentralpumpe

Die erforderliche Fördermenge der Zentralpumpe einer Schwemmentmistungsanlage wird aus der notwendigen Spülstrommenge für die größte Abschwemmlung bestimmt. Bisherige Untersuchungen zeigten, daß für Einstreumengen von 2,0 bis 6,0 kg Einstreu/GV und Tag mittlere Profilhöhen von 100 mm notwendig sind. Als optimale Spülstromgeschwindigkeit wurden 2,0 bis 2,5 m/s in den Abschwemmlungen ermittelt [2].

Unter diesen Bedingungen kann die erforderliche Mindestfördermenge der Zentralpumpe nach der Mengenformel ermittelt werden:

$$Q_e = F \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{h}]. \quad (1)$$

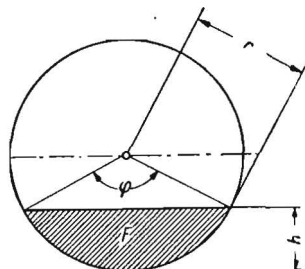


Bild 1

Q_e Fördermenge $[\text{m}^3/\text{h}]$

F Fläche des strömenden Mediums $[\text{m}^2]$

v Geschwindigkeit des strömenden Mediums $[\text{m}/\text{h}]$

Bisher sind für Abschwemmlungen fast ausschließlich nur glasierte Steinzeugrohre mit kreisrundem Querschnitt verwendet worden. Man erhält für diesen Fall die folgenden Beziehungen (Bild 1):

$$F = \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi}{180^\circ} \varphi^\circ - \sin \varphi \right). \quad (2)$$

Da der Zentriwinkel im allgemeinen nicht bekannt ist, muß er aus der Bogenhöhe, d. h. der erforderlichen Profilmittelhöhe ermittelt werden:

$$h = r \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right). \quad (3)$$

Unter Umrechnung der Dimensionen ergibt sich damit als erforderliche Fördermenge der Zentralpumpe für den Fall einer Abschwemmlung mit kreisrundem Querschnitt:

$$Q_e = \frac{3,6 \cdot r^2}{2 \cdot 10^3} \left(\frac{\varphi^\circ \pi}{180^\circ} - \sin \varphi \right) v. \quad (4)$$

r Radius der Abschwemmlung $[\text{mm}]$

φ Zentriwinkel $[\circ]$

v Geschwindigkeit des strömenden Mediums $[\text{m}/\text{s}]$

Bei sich wiederholenden Ermittlungen der Fördermengen für verschiedene Geschwindigkeiten und Durchmesser der Abschwemmlungen ist die Verwendung eines entsprechenden Nomogrammes zur Einsparung von Rechenarbeit zu empfehlen [3].

Beispiel 1. In einem 90er Typenstall für Milchvieh ist eine Schwemmentmistungsanlage einzubauen. Die Einstreu beträgt 3,0 kg/GV und Tag, so daß ein Durchmesser der Abschwemmlung von $d = 250$ mm notwendig ist. Die Profilmittelhöhe soll $h = 100$ mm bei einer Geschwindigkeit der Abschwemmlüssigkeit in der Abschwemmlung von $v = 2,5$ m/s betragen. Es wird nur jeweils in einer Abschwemmlung entmistet.

Der Zentriwinkel wird nach (3) ermittelt:

$$\cos \frac{\varphi}{2} = 1 - \frac{h}{r} = 0,200$$

$$\varphi = 156^\circ 50';$$

damit kann nach (4) die erforderliche Fördermenge errechnet werden:

$$Q_e = \frac{3,6 \cdot 125^2}{2 \cdot 10^3} \left(\frac{156^\circ 50' \cdot \pi}{180^\circ} - \sin 156^\circ 50' \right) \cdot 2,5$$

$$Q_e = 164,54 \quad [\text{m}^3/\text{h}].$$

3 Berechnung der Druckverluste in den Rohrleitungen

Neben der Fördermenge ist für die Auswahl der Zentralpumpe einer Schwemmentmistungsanlage die notwendige Förderhöhe maßgebend. Grundsätzlich muß stets nachgeprüft werden, ob die aus den Erfordernissen des Abpumpens von Schwemmist aus der Mischgrube in die Düngeschlammilos ermittelte Förderhöhe (siehe Abschnitt 4) zur Überwindung der Druckverluste und des statischen Druckes in der Druckleitung von der Zentralpumpe zur Abschwemmlung genügt.

Während die Bestimmung des statischen Druckes leicht aus der Höhendifferenz zwischen Pumpe und Einmündung der Druckleitung in die Abschwemmlung möglich ist, erfordert die Bestimmung der Druckverluste in den Rohrleitungen einige Rechenarbeit. Bei der Auslegung von Druckleitungen für Schwemmentmistungsanlagen muß wie für jede Rohrleitung der wirtschaftliche Rohrdurchmesser angestrebt werden. Die Druckverluste werden mit Verringerung der Durchflußgeschwindigkeit, also größerem Rohrdurchmesser bei gleicher Durchflußmenge, geringer, während andererseits aber mit wachsendem Rohrdurchmesser die Amortisations- und Betriebskosten steigen. Keinesfalls darf jedoch der Rohrdurchmesser zu klein gewählt werden, so daß sich durch

Ablagerungen und Verschmutzung der Rohrleitung nach mehrjähriger Betriebszeit zu hohe Durchflußgeschwindigkeiten in der Rohrleitung ergeben. Im allgemeinen wird das bereits dadurch vermieden, daß man entsprechend dem errechneten Rohrdurchmesser den nächstgrößeren Normdurchmesser wählt.

Bei der Errechnung des Rohrdurchmessers geht man so vor, daß nach Annahme einer bestimmten Geschwindigkeit w in der Rohrleitung der Rohrdurchmesser nach

$$\frac{Q}{w} = F \quad (5)$$

Q Mengenstrom [m^3/s],
 w mittlere Geschwindigkeit [m/s],
 F Rohrquerschnitt [m^2]

bestimmt wird. Danach erfolgt dann die Überprüfung des Druckverlustes für diesen Durchmesser.

Nach den bisherigen Erfahrungen an Schwemmenmischungsanlagen kann man für die Druckleitungen von der Zentralspumpe zur Abschwemmlleitung mit zulässigen Geschwindigkeiten von 3,0 bis 5,0 m/s rechnen, während für die Druckleitungen von der Pumpe zum Düngeschlamm-silo eine mittlere Geschwindigkeit von 1,25 bis 2,50 m/s zu wählen ist. Als Vergleich seien hierzu in der Tafel 1 zulässige Geschwindigkeiten für andere Rohrleitungen angegeben [4].

Tafel 1. Zulässige Geschwindigkeiten für Rohrleitungen

Trink- und Brauchwasser-Hauptleitungen	1 bis 2 m/s
Trink- und Brauchwasser-Ortsnetze	0,5 bis 0,8 m/s
Turbinenrohrleitungen	1 bis 7 m/s
Preßwasserleitungen	bis 30 m/s
Speiswasserleitungen, maximal	3 bis 4 m/s

Der durch Reibung entstehende Druckverlust Δp ist das Produkt aus dem Staudruck und dem Gesamtwiderstandsbeiwert ξ_g .

$$\Delta p = \xi_g \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} \quad [\text{mm WS}] \quad (6)$$

γ spezifisches Gewicht (kp/m^3),
 g Erdbeschleunigung (m/s^2).

Der Widerstandsbeiwert ξ_g setzt sich zusammen aus dem Widerstandsbeiwert ξ_R für die gerade Rohrleitung und der Summe der Widerstandsbeiwerte für die Einzelwiderstände ξ_E . Für eine gerade Rohrleitung ohne Einzelwiderstände kann geschrieben werden:

$$\xi_R = \lambda \frac{l}{d} = f \left(\text{Re}; \frac{d}{K} \right) \frac{l}{d} \quad (7)$$

λ Reibungszahl,
 l Rohrlänge [m],
 d Rohrdurchmesser [mm],
 K absolute Rauigkeit [mm]

und damit für den Druckverlust einer geraden Rohrleitung

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} \quad (8)$$

Die Reibungszahl λ ist eine Funktion der Re-Zahl und der relativen Rohrrauigkeit d/K . Durch ihre Einführung wird der Widerstandsbeiwert ξ_R proportional dem Verhältnis der Rohrlänge zum Rohrdurchmesser.

Die Re-Zahl kann nach der folgenden Beziehung ermittelt werden:

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{w \cdot d \cdot \gamma}{\eta \cdot g} \quad (9)$$

ν kinematische Zähigkeit [m^2/s] = $\frac{\xi \cdot g}{\gamma}$

η dynamische Zähigkeit [$kp s/m^2$].

Bis zur Reynoldsschen Zahl $\text{Re} = 2320$ herrscht sogenannte laminare Strömung, darüber die turbulente. Bei $\text{Re} 10000$ ist die turbulente Strömung voll ausgebildet.

Die Geschwindigkeit, bei der die eine Strömungsform in die andere übergeht, ist die sogenannte kritische Geschwindigkeit $w_K = 2320 \cdot \nu/d$. Unterhalb dieser kritischen Geschwindigkeit kann die Reibungszahl λ unabhängig von der Beschaffenheit der Rohrwand aus

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad \text{ermittelt werden.} \quad (10)$$

Im Gegensatz dazu ist die Größe der Reibungszahl λ im sogenannten turbulenten Strömungsbereich, also oberhalb

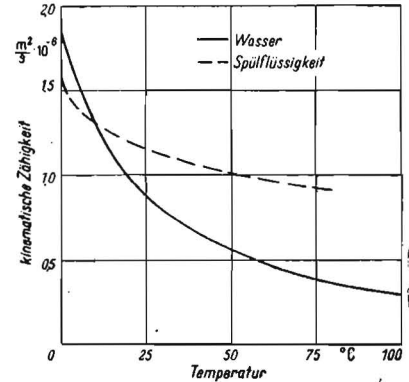


Bild 2. Kinematische Zähigkeit von Spülfüssigkeit und Wasser abhängig von der Temperatur

der kritischen Geschwindigkeit w_K , von der Beschaffenheit der Rohrwandung abhängig.

Zur genauen Berechnung muß also für jede Rohrleitung die Reynoldssche Zahl ermittelt werden. In der Literatur waren keine Angaben über die kinematische Zähigkeit von Jauche und Schwemmist zu finden, so daß diese Werte experimentell bestimmt werden mußten. Bild 2 gibt die Ergebnisse für Spülfüssigkeit, d. h. einen Gemisch aus Jauche und Schmutzwasser wieder (Einstreu = 2,9 kp/GV und Tag; Schmutzwasseranfall = 9,6 kp/GV und Tag; Häcksellänge der Einstreu etwa 65 mm ; zum Vergleich ist die kinematische Zähigkeit von Wasser im Bild 2 mit angegeben).

Bei der Berechnung der Re-Zahl für eine Schwemmist führende Rohrleitung ist zu beachten, daß für Schwemmist keine Zähigkeit im Sinne der Definition angegeben werden kann. Die nach dem Stokesschen Gesetz für Schwemmist ermittelten und aus dem Druckabfall einer Leitung zurückgerechneten Werte sollen darum als „Ersatzzähigkeit“ bezeichnet werden. Bei der experimentellen Bestimmung dieser „Ersatzzähigkeit“ zeigte sich, daß die Größe dieses Wertes von der Länge der Häckseleinstreu und dem Trockensubstanzgehalt des pumpfähigen Schwemmistes stark abhängig ist. Für eine durchschnittliche Häckseleinstreulänge von etwa 65 mm und einem Trockensubstanzgehalt von ungefähr 5,85% des Schwemmistes konnte eine „Ersatzzähigkeit“ von $\nu = 3,24 \cdot 10^{-6} [m^2/s]$ ermittelt werden. Eine Temperaturabhängigkeit der „Ersatzzähigkeit“ konnte infolge großer Streuung der Meßwerte nicht sicher festgestellt werden.

Es wird empfohlen, den ermittelten Wert der „Ersatzzähigkeit“ zur Berechnung der Re-Zahl für Schwemmist führende Rohrleitungen trotz gewisser Ungenauigkeiten, die bei der Messung auftraten, so lange zu verwenden, bis unsere landtechnischen Institute, die über geeignete Meß- und Versuchseinrichtungen verfügen, genauere Werte unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflußgrößen bekanntgeben.

Während die Bestimmungszahl λ bei laminarer Strömung relativ einfach möglich ist, muß bei turbulenter Strömung die relative Rauigkeit berücksichtigt werden. Aus der Tafel 2 kann für die verschiedenen Rohrarten die relative Rauigkeit bestimmt werden. Damit ist eine Ermittlung der Reibungszahl nach Bild 3 möglich [4]. Für turbulente Strömung gilt nach Kurve a in Bild 3:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \lg \frac{(\text{Re} \sqrt{\lambda})}{2,51} = 2 \lg (\text{Re} \sqrt{\lambda}) - 0,8, \quad (11)$$

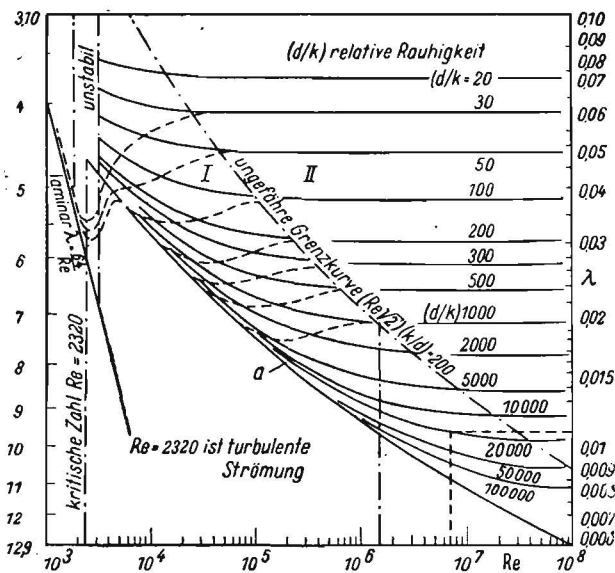


Bild 3. Bestimmung der Reibungszahl in Rohrleitungen

Tafel 2. Absolute Rauigkeit verschiedener Rohre

Material	Zustand der Rohre	Absolute Rauigkeit K [mm]
Gezogene Stahlrohre	neu, verschied. Glätte	0,01 bis 0,05
Geschweißte Stahlrohre	neu stärkere Verkrustung	0,05 bis 0,10 bis 3
Schmiedeeiserne Rohre	neu	0,05
Rohre aus Gußeisen	neu oder mit Bitumen ausgekleidet angerostet	0 (glatt) bis 0,12 bis 1,5
Asbest-Zement-Rohre	neu	0 (glatt) bis 0,10
Betonrohre	neu mit glattem Verputz	0,15
	neu, ohne Verputz	0,20 bis 0,80

im Übergangsbereich I gilt

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71 d}, \quad (12)$$

im Bereich II (rauhes Verhalten)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{3,71 d}{K} = 1,14 - 2 \lg \frac{K}{d}. \quad (13)$$

Zur Bestimmung des Druckverlustes durch die Einzelwiderstände der Rohrleitung müssen die Widerstandszahlen der Einzelwiderstände ermittelt werden. Im Bild 4 sind für die üblicherweise verwendeten Formstücke und Armaturen die Widerstandszahlen ξ angegeben. Es ist weiterhin zu beachten, daß sich ξ nicht von vornherein in Meter gleichwertige Rohrlänge ausdrücken läßt, weil der Durchmesser der geraden Leitung und der zugehörige λ -Wert mit berücksichtigt werden muß. Man geht zweckmäßigerweise so vor, daß der Druckabfall durch Reibung und der Druckabfall durch Einzelwiderstände getrennt berechnet wird.

$$\Delta p = \Delta p_R + \Delta p_E. \quad (14)$$

Der Druckabfall durch die Einzelwiderstände Δp_E läßt sich nach

$$\Delta p_E = \sum \xi_E \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} \quad [\text{mm WS}] \quad (15)$$

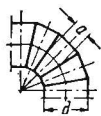
berechnen.

Beispiel 2. Für die in Bild 5 dargestellte Schwemmentmischungsanlage soll der Druckverlust der längsten Druckleitung von der Pumpe bis zur Abschwemmlleitung errechnet werden. Die erforderliche Fördermenge zum Entmisten in jeweils einer Abschwemmlleitung beträgt $Q_e = 165 \text{ m}^3/\text{h}$.

Der sekundliche Mengenstrom beträgt damit $Q = 165:3600 = 0,045 \text{ m}^3/\text{s}$. Als zulässige Geschwindigkeit wird für diese Leitung

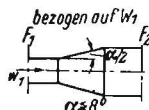


$\frac{r}{d}$	1	2	4	6	10
ξ	0,51	0,3	0,23	0,18	0,2



$\frac{a}{d} = \frac{\text{Segmentlänge}}{\text{Durchmesser}}$	6	4	2	1,5
--	---	---	---	-----

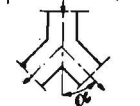
15°-Bogen	$\xi =$	0,07	0,07	0,06	0,05
30°-Bogen	$\xi =$	0,11	0,11	0,10	0,10
45°-Bogen	$\xi =$	0,18	0,17	0,15	0,14
60°-Bogen	$\xi =$	0,24	0,22	0,20	0,19
90°-Bogen	$\xi =$	0,30	0,28	0,26	0,24



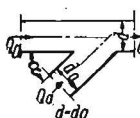
$\frac{F_2}{F_1}$	1,2	1,5	2	3	5	10
ξ	0,05	0,08	0,11	0,13	0,14	0,15



$\frac{K}{D}$	0,5	0,75	1	1,5	2
ξ	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2

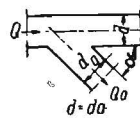


α	10°	30°	45°	60°	90°
ξ	0,1	0,3	0,7	1,0	1,4



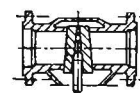
α	$\frac{Qa}{QD}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
----------	-----------------	---	-----	-----	-----	-----	-----

90°	ξ_a	0,95	0,88	0,89	0,96	1,10	1,29
	ξ_D	0,05	-0,1	-0,05	0,07	0,21	0,35
45°	ξ_a	0,90	0,66	0,47	0,33	0,29	0,35
	ξ_D	0,04	-0,06	-0,04	0,07	0,20	0,33



α	$\frac{QD}{Q}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
----------	----------------	---	-----	-----	-----	-----	-----

90°	ξ_a	-1,04	-0,4	0,1	0,47	0,73	0,92
	ξ_D	0,06	0,18	0,3	0,4	0,5	0,6
45°	ξ_a	-0,9	-0,37	0	0,22	0,37	0,38
	ξ_D	0,05	0,17	0,18	0,05	-0,20	-0,37



Für alle Schieber und Hähne, die den vollen Durchflußquerschnitt freigeben, kann $\xi = 0,3$ gesetzt werden.

Bild 4. Widerstandszahlen ξ für Formstücke und Armaturen

$w = 4,5 \text{ m/s}$ gewählt. Damit ergibt sich nach (5) ein notwendiger Rohrquerschnitt von

$$F = \frac{Q}{w} \frac{0,045}{4,5} = 0,0100 \text{ m}^2 = 100 \text{ cm}^2, \text{ somit } d = 11,3 \text{ cm}.$$

Gewählt wird der nächstgrößere Normdurchmesser $d = 125 \text{ mm}$. Es ergibt sich als neue mittlere Geschwindigkeit

$$w = \frac{Q}{F} = \frac{0,045}{0,012} = 3,75 \text{ m/s}.$$

Mit diesen Werten kann unter Verwendung des Bildes 2 die Reynoldszahl nach (9) berechnet werden (Temp. der Spülflüssigkeit +14° C):

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{3,75 \cdot 0,125}{1,25 \cdot 10^{-6}} = 3,75 \cdot 10^5.$$

Es liegt demnach turbulente Strömung vor. Zur Bestimmung der Reibungszahl λ wird nun die relative Rohrrauigkeit d/K berechnet. Es ist die Verwendung von Asbest-Zement-Rohren (Eternitrohr) vorgesehen. Mit Rücksicht auf Ablagerungen wird die absolute Rauigkeit mit $K = 0,10 \text{ mm}$ (s. Tafel 2) angenommen. Als Wert für die relative Rauigkeit erhält man

$$\frac{d}{K} = \frac{125}{0,10} = 1250.$$

Aus Bild 3 kann damit die Reibungszahl $\lambda = 0,0195$ bestimmt werden.

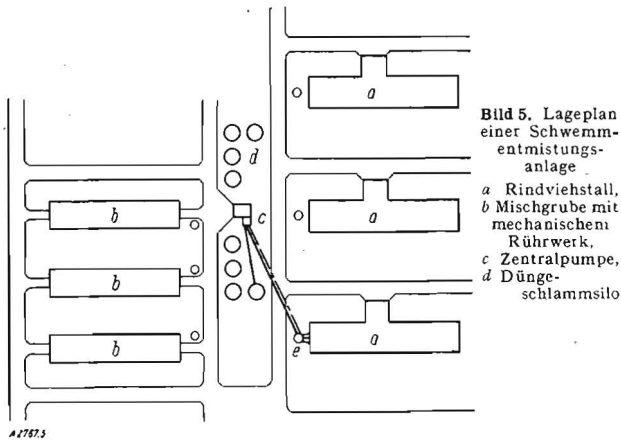


Bild 5. Lageplan einer Schwemmentmischungsanlage
 a Rindviehstall, b Mischgrube mit mechanischem Rührwerk, c Zentralpumpe, d Dünge-schlamm-silo

Der Druckverlust für die gerade Rohrleitung (Rohrlänge $l = 102$ m) ergibt sich nach (8) zu:

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} = 0,0198 \cdot \frac{102}{0,125} \cdot \frac{3,75^2 \cdot 1000}{2 \cdot 9,81} = 11\,394 \text{ mm WS.}$$

(Das spezifische Gewicht γ kann für Spülflüssigkeit mit ausreichender Genauigkeit mit $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ angenommen werden.)

In der zu berechnenden Rohrleitung sind folgende Formstücke und Armaturen eingebaut:

- 2 Krümmer 90° , NW 125, $r_i/d = 2$, $\xi = 0,3$,
- 3 Segment-Krümmer 45° , NW 125, $a/d = 2$; $\xi = 0,15$,
- 2 Schieber NW 125, $\xi = 0,30$,
- 1 Hosenstück NW 125, $R/D = 1,5$, $\xi = 0,25$,
- 1 Flanschübergangsstück 125/150, $F_2/F_1 = 1,5$, $\xi = 0,08$.

Der Druckverlust durch die Einzelwiderstände wird nach (15) errechnet:

$$\Delta p_E = \sum \xi_E \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} = 1,98 \cdot \frac{3,75^2 \cdot 1000}{2 \cdot 9,81} = 1419 \text{ mm WS.}$$

Der Gesamtdruckabfall der berechneten Leitung beträgt also:

$$\Delta p = \Delta p_R + \Delta p_E = 11\,394 + 1419 = 12\,813 \text{ mm WS.}$$

4 Berechnung der notwendigen Förderhöhe einer Zentralpumpe

Außer der im Abschnitt 3 erläuterten Berechnung der notwendigen Förderhöhe der Zentralpumpe zur Überwindung der Strömungsverluste der Druckleitung und des statischen Druckes infolge der Höhendifferenz zwischen Pumpe und Abschwemmlleitung ist die Berechnung der notwendigen Förderhöhe der Pumpe für das Abpumpen von Schwemmist aus den Mischgruben in die Dünge-schlamm-silos und für das Zerstören der Schwimmdecken in den Dünge-schlamm-silos erforderlich. In fast allen Fällen wird die hierfür ermittelte Förderhöhe größer als die notwendige Förderhöhe für den Fall des Entmistens sein. Grundsätzlich setzt sich die Förderhöhe für das Abpumpen von Schwemmist und Zerstören von Schwimmdecken in Dünge-schlamm-silos aus drei Forderungen zusammen:

- a) Die Zentralpumpe muß den statischen Druck durch Füllung der Dünge-schlamm-silos überwinden,
- b) die Druckverluste in den Rohrleitungen von der Mischgrube bis zu den Dünge-schlamm-silos decken und
- c) einen kräftigen Spülstrahl zur Zerstörung der Schwimmdecke am Spülkopf im Dünge-schlamm-silo erzeugen.

Die Ermittlung des statischen Druckes durch die Schwemmistssäule in den Dünge-schlamm-silos erfolgt aus der Höhendifferenz zwischen Pumpe und maximaler Füllhöhe des Dünge-schlamm-silos. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Höhendifferenz $H = h_1 + h_2$ für genaue Berechnungen nicht gleich dem notwendigen Förderhöhenanteil nach Forderung a in Meter Wassersäule [mWS] gesetzt werden darf. In den Dünge-schlamm-silos bilden sich auf Grund der verschiedenen spezifischen Gewichte von Kot, Stroh, Harn und Schmutzwasser Schwimmdecken, die ein geringeres spezifisches

Gewicht als Jauche und Schmutzwasser besitzen. Der statische Druck durch Füllung eines Dünge-schlamm-silos ergibt sich aus

$$H_{ST \max} = h_1 \cdot \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 \quad [\text{kp/m}^2] \quad (16)$$

h_1 Höhe der Flüssigkeitssäule von der Zentralpumpe bis zur Grenzschicht zwischen Schwimmdecke und Flüssigkeit [m].

h_2 Dicke der Schwimmdecke [m].

γ_1 spez. Gewicht der Flüssigkeit in der Rohrleitung des Dünge-schlamm-silos [kp/m^3].

γ_2 spez. Gewicht der Schwimmdecke im Dünge-schlamm-silo [kp/m^3].

Während das spezifische Gewicht der Jauche und des Schmutzwassers gleich dem spezifischen Gewicht von Wasser ohne größeren Fehler angenommen werden kann ($\gamma_1 = 1000 \text{ kp/m}^3$), ist das spezifische Gewicht der Schwimmdecke von mehreren Faktoren abhängig. Es wird vorwiegend durch den Grad der Austrocknung der Schwimmdecke, d. h. durch den Zeitraum zwischen zwei Schwimmdeckenzerstörungen bestimmt. Außerdem ist das Einstreumaterial von Einfluß. So ergeben z. B. Schwimmdecken bei Stroheinstreu andere spezifische Ge-

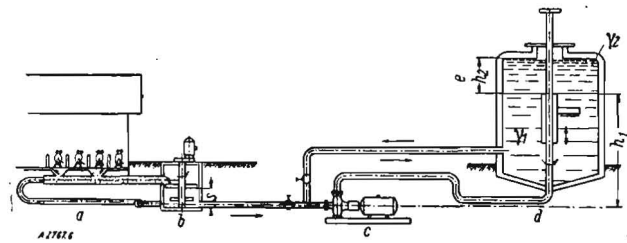


Bild 6. Höhendifferenzen der Flüssigkeitsspiegel im Dünge-schlamm-silo und der Mischgrube
 a 90er Typenstall für Milchvieh, b Mastschweine-stall, c Pumpenhaus, d Dünge-schlamm-silos, e Mischgrube

wichte als Schwimmdecken bei Laubeinstreu. Für den Normalfall von Stroheinstreu und wöchentlicher Zerstörung der Schwimmdecken kann mit spezifischen Gewichten in der mittleren Zone einer Schwimmdecke von $\gamma_2 = 750 \text{ kp/m}^3$ bis $\gamma_2 = 900 \text{ kp/m}^3$ gerechnet werden.

Aus Bild 6 kann leicht geschlossen werden, daß die Flüssigkeitssäule in der Mischgrube von der Flüssigkeitssäule im Dünge-schlamm-silo bis zur Zentralpumpe zur Bestimmung des statischen Druckes subtrahiert werden kann, da sie entgegen der Flüssigkeitssäule im Dünge-schlamm-silo und der Rohrleitung bis zur Zentralpumpe wirkt. Eine solche Betrachtungsweise ist jedoch nur für den Beginn des Abpumpens der Mischgrube zulässig. Infolge des relativ kleinen Fassungsvermögens der Mischgrube und der großen notwendigen Fördermenge der Zentralpumpe nach (4) ist die Mischgrube bereits nach wenigen Minuten Betriebszeit der Zentralpumpe abgepumpt. Die Flüssigkeitssäule s in der Mischgrube verändert sich also mit der Betriebszeit der Pumpe. Für das Ende des Abpumpens und damit zur Bestimmung des notwendigen Förderhöhenanteiles zur Überwindung des statischen Druckes durch die Flüssigkeitssäule im Dünge-schlamm-silo und der Rohrleitung bis zur Zentralpumpe verwendet man vorteilhaft die Beziehung (16). Beim Zerstören der Schwimmdecken in den Dünge-schlamm-silos wird von der Zentralpumpe Flüssigkeit aus der unteren Hälfte des Dünge-schlamm-silos abgesaugt, über eine Rohrleitung bis in die Höhe der Schwimmdecke gedrückt und hier durch einen horizontal veränderlichen und rotierenden Spülkopf ein kräftiger Spülstrahl erzeugt. In diesem Fall ist kein statischer Druck von der Zentralpumpe zu überwinden, der durch eine Flüssigkeitssäule hervorgerufen wird. Die Flüssigkeitssäulen in der Saugleitung und in der Zuleitung zum Spülkopf sind gleich hoch und heben sich gegenseitig auf. Die Ermittlung der Druckverluste beim Abpumpen von Mischgruben und beim Zerstören der Schwimmdecken erfolgt nach den im Abschnitt 3 angegebenen Verfahren. Bisherige Versuche haben eindeutig gezeigt, daß zum funktionssicheren Betrieb von Schwemmentmischungsanlagen

die Verwendung von Rohrleitungen mit 150 bis 200 mm l. W. als Saugleitung von der Mischgrube zur Zentralpumpe und als Verbindung zwischen Pumpe und Düngeschlammsilo erforderlich sind. Im Gegensatz zu der Druckleitung von der Pumpe zur Entmistungsleitung müssen durch diese Rohrleitungen größere Feststoffmengen gefördert werden, die bei zu kleinen Durchmessern zu Verstopfungen führen. Zur Erzeugung des Spülstrahles in der Schwimmdecke durch den Spülkopf wird ein gewisser Vordruck in der Rohrleitung benötigt. Für die üblichen Durchmesser der Düngeschlammsilos von 5,5 m bis 6,5 m sind hierfür nach dem derzeitigen Entwicklungsstand Drücke von 15 bis 20 mWS erforderlich. Es bleibt abzuwarten, ob es zukünftig gelingt, diesen notwendigen Druck durch bessere Konstruktionen der Spülköpfe entscheidend zu senken.

Zusammenfassend ergibt sich damit die notwendige Förderhöhe der Zentralpumpe zu

$$H_{man} = H_{St\ max} + \Delta p' + H_Z \quad [\text{mWS}] \quad (17)$$

$H_{St\ max}$ max. statischer Druck durch die Füllung des Düngeschlammsilos [mWS],

$\Delta p'$ Druckverluste in den Rohrleitungen, die zum Abpumpen oder Zerstören der Schwimmdecken erforderlich sind [mWS],

H_Z Vordruck in der Rohrleitung kurz vor dem Spülkopf zur Erzeugung des Spülstrahles [mWS].

Beispiel 3. Für die Schwemmenmischungsanlage nach Bild 5 soll die notwendige Förderhöhe der Zentralpumpe für das Abpumpen von Schwemmist aus der Mischgrube ermittelt werden. Der Inhalt der Mischgrube soll dabei durch den Spülkopf gepumpt werden, um die Schwimmdecke teilweise zu zerstören und eine unerwünscht starke Austrocknung der Schwimmdecke zu vermeiden. Die lichte Höhe des Düngeschlammsilos beträgt 6,50 m. Die Höhendifferenz zwischen Zentralpumpe und Silodecke beträgt 8,24 m.

Zur Ermittlung des max statischen Druckes durch die Füllung des Düngeschlammsilos wird angenommen, daß bei größter Füllung die Schwimmdecke eine Dicke von 2,50 m erreicht. Das spezifische Gewicht der Schwimmdecke wird mit $\gamma_2 = 900 \text{ kp/m}^3$ angenommen. Nach (16) ergibt sich damit

$$\begin{aligned} H_{St\ max} &= h_1 \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 = (8,24 - 2,50) \cdot 1000 + 2,50 \cdot 900, \\ H_{St\ max} &= 5740 + 2250 = 7990 \text{ kp/m}^3, \\ H_{St\ max} &= 7,99 \text{ mWS}. \end{aligned}$$

Unter Berücksichtigung der zulässigen mittleren Geschwindigkeiten von 1,25 m/s bis 2,50 m/s und der im Beispiel 1 ermittelten Fördermenge von $Q_e = 165 \text{ m}^3/\text{h}$ wird ein Rohrdurchmesser von 200 mm l. W. für die Leitungen zwischen Mischgrube, Zentralpumpe und Düngeschlammsilo gewählt. Die tatsächliche Geschwindigkeit ergibt sich nach (5) zu:

$$w = \frac{Q}{F} = \frac{0,045}{0,0314} = 1,43 \text{ m/s}.$$

Die Reynoldssche Zahl wird damit nach (9)

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{1,43 \cdot 0,20}{3,24 \cdot 10^{-6}} = 0,88 \cdot 10^6.$$

Verwendet wird für diese Rohrleitungen Stahlrohr mit einer absoluten Rohrrauigkeit $K = 0,08 \text{ mm}$. Man erhält eine relative Rauigkeit $\frac{d}{K} = 2500$ und nach Bild 3 dafür eine Reibungszahl von $\lambda = 0,0214$. Bei einer Rohrleitungslänge von 63,40 m für den ungünstigsten Fall (d. h. entferntesten Düngeschlammsilo) beträgt der Druckverlust der geraden Rohrleitung

$$\Delta p_R = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} = 0,0214 \frac{63,4}{0,2} \cdot \frac{1,43^2 \cdot 1000}{2 \cdot 9,81}$$

$$\Delta p_R = 707 \text{ mmWS} = 0,707 \text{ mWS}.$$

Die Summe der Widerstandsbeiwerte beträgt für die vorliegende Leitung $\sum \xi = 1,01$, so daß sich der Druckverlust durch die Einzelwiderstände zu

$$\Delta p_E = \sum \xi_E \frac{w^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} = 1,01 \frac{1,43^2 \cdot 1000}{2 \cdot 9,81}$$

$$\Delta p_E = 105 \text{ mmWS} = 0,105 \text{ mWS} \text{ ergibt.}$$

Der Gesamtdruckabfall ist damit in Höhe von

$$\Delta p' = \Delta p_R + \Delta p_E = 0,707 + 0,105 = 0,812 \text{ mWS}$$

ermittelt worden.

Als Vordruck vor dem Spülkopf wird $H_Z = 20 \text{ mWS}$ gewählt, so daß sich eine notwendige Förderhöhe nach (17) von

$$\begin{aligned} H_{man} &= H_{St\ max} + \Delta p' + H_Z \\ &= 7,99 + 0,81 + 20,00 \end{aligned}$$

$$H_{man} = 28,80 \text{ mWS}$$

ergibt.

5 Auswahl der notwendigen Zentralpumpe aus einer vorliegenden Typenreihe

Entsprechend der Zahl der Arbeitsgänge, die von der Zentralpumpe durchgeführt werden, ergeben sich verschiedene Betriebspunkte. Im allgemeinen wird die Zentralpumpe für die Durchführung von drei Arbeitsgängen in Betrieb genommen werden müssen:

1. Für das Entmisten eines oder mehrerer Ställe.
2. Für das Abpumpen von Schwemmist aus der Mischgrube in die Düngeschlammsilos und für das Zerstören von Schwimmdecken in den Düngeschlammsilos.
3. Für das Tanken von Schwemmist in Düngeschlamm-Triebachsanhängern zur Ausfuhr auf das Feld oder für das Verpumpen von Schwemmist in Gülleleitungen zum Feld.

Die genauen Betriebspunkte lassen sich in jedem Fall nur durch die in den vorhergehenden Abschnitten erläuterten Berechnungen der Fördermengen und -höhen ermitteln. Für die Berechnung zur Auswahl einer bestimmten Pumpengröße genügt es jedoch in den üblichen Fällen, die Fördermenge zum Entmisten sowie die Förderhöhen für das Abpumpen, Entmisten und Zerstören von Schwimmdecken zu ermitteln.

Im allgemeinen wird die Zapfstelle zum Tanken von Düngeschlamm in Anhängern unweit des Maschinenhauses — oftmals sogar in unmittelbarer Nähe — angelegt, so daß die Druckverluste in den entsprechenden Rohrleitungen äußerst gering bleiben. Für den Fall einer längeren Gülleleitung muß jedoch eine Druckverlustberechnung durchgeführt werden. Es ist danach der Betriebspunkt für das Abpumpen von Schwemmist durch Gülleleitungen mit zur Auswahl einer bestimmten Pumpengröße heranzuziehen.

Die Auswahl der Zentralpumpe erfolgt auf Grund der Drosselkurven verschiedener Pumpengrößen. In Bild 7 sind die Drosselkurven von vier einstufigen Schmutzwasserpumpen eines Typs schematisch wiedergegeben. Bei der Auswahl ist

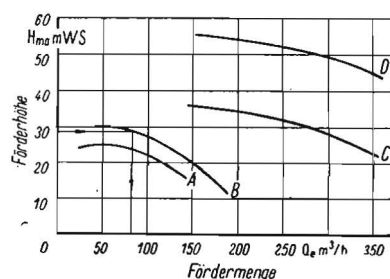


Bild 7. Drosselkurven für $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ von einstufigen Schmutzwasserpumpen

zu beachten, daß mit Veränderung der Fördermenge sich bei konstanter Drehzahl auch die Förderhöhe ändert.

Bei Fällen, in denen die Betriebspunkte stark von den Drosselkurven der Pumpen abweichen, ist es oftmals zweckmäßig, dem Pumpenherstellerbetrieb diese Betriebspunkte mitzuteilen. Der Hersteller kann dann u. U. durch eine Veränderung des Laufrades der Pumpe bei der Herstellung die Kennlinie den Betriebspunkten angleichen.

Beispiel 4. Für die in den Beispielen 1 bis 3 berechnete Schwemmentmigungsanlage soll die notwendige Pumpengröße gewählt werden.

Außer dem Druckverlust in der Druckleitung beim Entmisten ist ein statischer Druck durch die Höhendifferenz von Zentralpumpe und Abschwemmleitung in Höhe von $H = 2,12$ m zu berücksichtigen. Ermittelt wurden:

1. Für das Entmisten
 $Q_e = 165 \text{ m}^3/\text{h}$,
 $H_{\text{man}} = 14,93 \text{ mWS}$.
2. Für das Abpumpen von Schwemmist
 $H_{\text{man}} = 28,80 \text{ mWS}$.

Nach diesen Werten wird auf Grund der Drosselkurven in Bild 7 die Größe B gewählt. Die Fördermenge für das Abpumpen liegt demnach bei

$$Q_e = 79 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Für genaue Rechnungen schließt sich eine erneute Berechnung der Förderhöhen an, da die für die Berechnungen zugrunde gelegte Fördermenge nicht eingehalten werden kann.

Für den Fall des Abpumpens ergibt sich aus der tatsächlichen Fördermenge $Q_e = 79 \text{ m}^3/\text{h}$ z. B. eine neue mittlere Geschwindigkeit

keit für die in Frage kommenden Rohrleitungen. Damit muß die Förderhöhe für das Abpumpen korrigiert werden.

Es ergibt sich eine tatsächliche Förderhöhe von

$$H_{\text{man}} = 28,18 \text{ mWS}$$

(mittlere Geschwindigkeit $w = 0,67 \text{ m/s}$; $Re = 0,41 \cdot 10^6$; $\lambda = 0,024$). Eine nochmalige Korrektur der Fördermenge ergibt für diese Förderhöhe schließlich

$$Q_e = 78,7 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Damit ist dieser Betriebspunkt hinreichend genau bestimmt.

Literatur

- [1] Nach Messungen des Instituts für Landtechnische Betriebslehre der TH Dresden, Direktor: Prof. Dr. ROSEGGER (unveröffentlicht).
- [2] ROSEGGER: Neue Wege in der Stallentmistung. Deutsche Agrartechnik (1954) H. 6, S. 200 bis 203.
- [3] ROSEGGER/NEULING: Wege zur Berechnung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 1, S. 14 bis 17.
- [4] STADTMANN: Stahlrohr-Handbuch. Vulkan-Verlag, Essen, 1956, S. 104 u. S. 107.
- [5] Dubbel-Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer-Verlag, 1953, Bd. 1.

A 2767

K. RENITZ, Freital

Neue Wege im Gewächshausbau / Das sprossenlose Gewächshaus

Es ist eine Tatsache, daß für die Herstellung der z. Z. gebräuchlichen Gewächshäuser außerordentlich viel Holz benötigt wird. Entsprechend den Erfordernissen des Gewächshausbaues muß dieses Holz von bester Qualität sein, damit die daraus gefertigten Konstruktionselemente auch den Anforderungen des Gartenbaues entsprechen und von langer Lebensdauer sind. Leider steht Holz für den Gewächshausbau nur zum Teil in der erforderlichen Güte und benötigten Menge

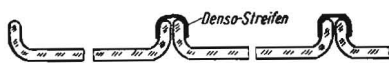
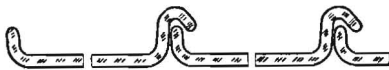


Bild 1. Verschiedene Profile von Glasmulden

zur Verfügung, da dieser Rohstoff zur Durchführung der Volkswirtschaftspläne ebenso notwendig an anderen Stellen benötigt wird.

Das Werk für Glashausbau und Heizungsanlagen KARL WEIGELT, Dresden-Niedersedlitz, hat nun eine Gewächshauskonstruktion auf den Markt gebracht, bei der man auf den wertvollen Rohstoff Holz vollständig verzichtet. Es wurde eine „Nur-Glas-Bauweise“ entwickelt, die das Gewächshaus der Zukunft werden dürfte. Nach wie vor besteht bei dieser Bauweise die tragende Konstruktion aus Stahlprofilen, während an Stelle des gesamten hölzernen Strossenwerkes sogenannte Glasmulden mit aufgebogenen Längswänden treten. Diese Bauelemente werden sowohl für das Dach als auch für die senkrechten Stehglas- und Giebelflächen verwendet.

Welche Bedeutung diese Neukonstruktion für unsere Volkswirtschaft hat und welche Perspektiven sich daraus ergeben, kann man daran ermessen, daß dadurch allein in der DDR jährlich Tausende von Kubikmetern besten Holzes, Hunderttausende von Holzschrauben und Hunderte von Tonnen besten Leinölfirnis sowie wesentliche Mengen von Grund- und Deckfarben für andere Zwecke frei werden.

Die Glasmulden sind etwa 50 bis 60 cm breit und etwa doppelt so dick wie das bisher verwendete Glas. Durch die aufgebogenen Ränder wird die Stabilität der Glasflächen so groß, daß diese ohne weiteres begehbar sind. Die Verlegung der Mulden erfolgt ohne Kitt, sie können daher schnell ausgewechselt werden (Bild 4). Die Glasmulden sind nicht nur für die Verglasung der Außenwände verwendbar, sondern auch als Belag für die Seiten- und Mitteltische, als Hängetablets usw. zu benutzen. Form und Abmessung der Glasmulden



Bild 2. Eingebauter Ventilator