

Bild 6. Anordnung des Fortlüfters;
a Befestigungshaken, b Aluminium- und PVC-Rohr, c Rohrhalterung, d Spannschelle, e Elastikrohr aus PVC-Folie, f Axialventilator aufklappbar, g Abdeckblech, h gemauerter Schacht

Die Regelung der Heizleistung und der Zuluftmenge ist im VEG Neumark in das Elektroprojekt eingearbeitet worden und entspricht

einer Mehrpunktregelung. Ein Tastbügelregler schaltet im Zusammenhang mit einem Intervallgeber [2] über die entsprechenden Schütze die Ventilatoren für die Lüftung und Heizung in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur. Bei Stalllufttemperaturen unter 16°C wird der Wandluftheizer eingeschaltet, und der zentrale Lüfter arbeitet im Intervallbetrieb, so daß die Mindestluftmenge in den Stall gefördert wird. Im Temperaturbereich von 16°C bis 18°C wird durch den Intervallbetrieb ohne Heizung ebenfalls die Mindestzuluftmenge gesichert. Wird die Stalllufttemperatur von 18°C überschritten, so bleibt der zentrale Lüfter ständig eingeschaltet. Ab 20°C werden gruppenweise die Gegenlüfter (Variante I) bzw. die Einzellüfter mit Düse (Variante II) zugeschaltet. Die Fortlüfter sind in die Intervallschaltung einbezogen, um das Entstehen von Unterdruck im Stallraum und damit die Gefahr von Kaltluft einbrüchen zu beseitigen. Um zu häufige Schaltungen zu vermeiden, wurde der Temperaturfühler für die Regelung mit einer Wärmeisolierung versehen.

4. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Bei der Erfüllung der Zielstellungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Die Investitionen für die Lüftung betragen 0,31 M/m³ Förderstrom.
- Der Elektroenergieverbrauch gegenüber den z. Z. üblichen Anlagen ist auf etwa 60 % gesenkt worden.
- Der Wärmeenergieverbrauch kann durch die Verwirklichung des Frostschutzes am Wärmetauscher und durch die Regelung minimiert werden.
- Im Übergangs- und Winterbetrieb beträgt die Stalllufttemperatur 16°C bis 20°C.
- Sämtliche Klimaparameter konnten im zulässigen Bereich nachgewiesen werden, im Sommerbetrieb tritt eine erwünschte Erhöhung der Luftgeschwindigkeit im Tierbereich ein.

- Die gute Gleichmäßigkeit der Klimaparameter über der Stallgrundfläche wird ganzjährig realisiert. Bei Variante II kommt es im Zusammenhang mit der erwünschten Erhöhung der Luftgeschwindigkeit im Tierbereich zu Unterschieden in der Luftbewegung (Sommerbetrieb).
- Durch den Einsatz verfügbarer Bauteile konnte das neue Lüftungssystem in kurzer Zeit nach der Projektierung eingebaut werden. Dabei wurden kurze Montagezeiten erreicht, die die Rekonstruktion der Lüftungsanlage ohne Produktionsunterbrechung ermöglichten. Die Durchführung der Arbeiten wurde vorwiegend durch Arbeitskräfte des VEG gesichert.
- Die vorgeschlagene Lösung ist auf andere Randbedingungen übertragbar. Weitere Verbesserungen des Systems sind im Verlauf der Entwicklung anzustreben.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen einer Arbeitsgruppe wurden im Auftrag des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft mehrere Stalleinheiten der Schweineproduktionsanlage des VEG Neumark lüftungstechnisch rekonstruiert. Mit diesen Anlagen konnte der Nachweis erbracht werden, daß es mit einfachen Lösungen möglich ist, den Aufwand für die Stallklimagegestaltung in Form der Investitionen und der Betriebskosten gegenüber den z. Z. üblichen Anlagen erheblich zu senken. Dabei wurden gute und sehr gute Klimabedingungen im Stall erzielt.

Literatur

- [1] Müller, H.-J.: Bemessung runder Luftaustrittsöffnungen in Stalllüftungsanlagen. Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [2] Kaul, P.: Intervallschaltung von Stalllüftungsanlagen. Stadt- und Gebäudetechnik (1977) H. 12, S. 373—376. A 1931

Nomogramm zur Ermittlung von Druckverlusten bei laminarer Rohrströmung nicht-Newtonscher Flüssigkeiten

Dr.-Ing. M. Türk, KDT
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

$(dv/dr)_N$	1/s	Newtonsche Schergeschwindigkeit
$(dv/dr)_W$	1/s	korrigierte Schergeschwindigkeit an der Rohrwand
d	m	Rohrinnendurchmesser
k	N · s ⁿ /m ²	Konsistenzkoeffizient der Potenzgesetze
k _N	N · s ⁿ /m ²	unkorrigierter Konsistenzkoeffizient
l	m	Rohrlänge
m _{TMF}	kg	Anteil Trockenmischfutter
m _w	kg	Anteil Wasser
n		Fließexponent
$\Delta p/\Delta l$	Pa/m	spezifischer Druckverlust
r	m	radiale Koordinate
Re' _n		modifizierte verallgemeinerte Reynoldszahl
Tr	%	Trockensubstanzgehalt

V	m ³ /s	Volumendurchsatz
v	m/s	mittlere Strömungsgeschwindigkeit
η	Pa · s	Newtonsche Viskosität
η_{PI}	Pa · s	plastische Viskosität
η_a	Pa · s	Scheinviskosität
λ		Rohrreibungszahl
ϑ	°C	Temperatur des Fördermediums
ρ	kg/m ³	Dichte des Fördermediums
τ_0	Pa	Fließgrenze
τ_w	Pa	Wandschubspannung

1. Problemstellung

An die Mechanisierung der flüssigkeitsbe- und verarbeitenden Prozesse im Bereich der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft werden zunehmend höhere Anforderungen gestellt. Die

stärkere Durchdringung der verfahrenstechnischen Vorgänge mit dem Ziel der Erhöhung der Funktionssicherheit von Maschinen und Anlagen sowie des optimalen Material- und Energieeinsatzes erfordert eine hinreichende Beschreibung der wirkenden rheologischen Gesetze und ihre ingenieurmäßige Anwendung bei der Projektierung. Zumeist besteht die Aufgabe darin, eine Flüssigkeit mit nicht-Newtonschem Fließverhalten, deren Volumendurchsatz vom Prozeß her gefordert wird, durch eine Rohrleitung mit einem Innendurchmesser d zu transportieren. Die Dimensionierung des Förderaggregats hängt vom Druckverlust ab, der daher ermittelt werden muß. Voraussetzung dazu ist die Kenntnis des Fließverhaltens des Fördermediums, das mit Hilfe von geeigneten

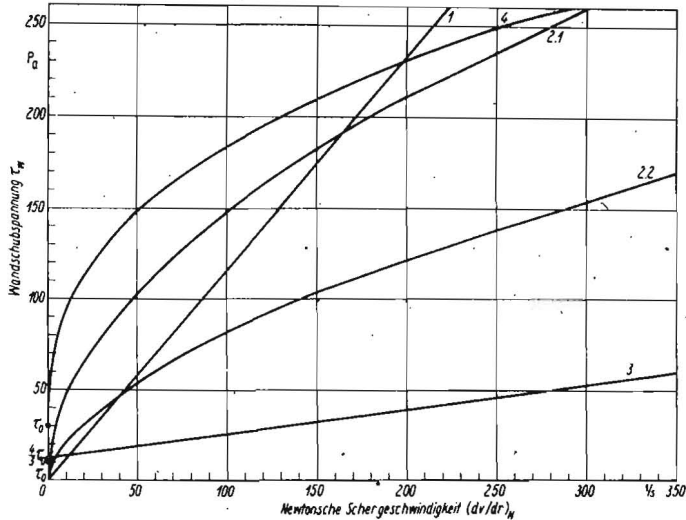


Bild 1
Fließkurven einiger landwirtschaftlicher Flüssigkeiten; Kennzeichnung der Substanzen 1 bis 4 in Tafel 1

2. Nomogramm zur grafischen Ermittlung von Druckverlusten

Die rheologische Charakteristik landwirtschaftlicher Flüssigkeiten ist äußerst differenziert und reicht von Newtonschem bis zu nichtlinearplastischem Fließverhalten (Bild 1). Dabei sei es bei stationärer Rohrströmung unerheblich, ob es sich um grobdisperse Suspensionen oder um kolloiddisperse Medien handelt.

Die gezeigten Beispielflüssigkeiten (Tafel 1) kennzeichnen das am häufigsten in der Praxis vorliegende Verformungsverhalten und die zumeist angewendeten Fließgesetze.

Zur Konstruktion des Nomogramms (Bild 2) sei eine experimentell ermittelte, beliebige Fließkurve $f(\tau)$ vorausgesetzt, der das folgende allgemeine Fließgesetz genügt:

$$\tau_w = \eta_s (dv/dr)_N \quad (1)$$

Gleichung (1) stellt auch die Definitionsgleichung für die Scheinviskosität η_s dar; die Newtonsche Schergeschwindigkeit wird entsprechend Gleichung (2) bestimmt und ist vom Fließgesetz unabhängig:

$$(dv/dr)_N = \frac{8v}{d} = \frac{32\dot{V}}{\pi d^3} \quad (2)$$

Die Wandschubspannung ergibt sich aus

$$\tau_w = \frac{\Delta p d}{\Delta l} \quad (3)$$

Die Gleichungen (2) und (3) sind die Grundlage zur Entwicklung des Nomogramms; sie lassen sich in zwei senkrechten Leitersystemen in logarithmischer Form darstellen. Zu beachten ist, daß der Abstand zwischen den parallelen Leitergeraden für v und d dem Abstand zwischen den Leitergeraden für v und $(dv/dr)_N$ entspricht. Weiterhin beträgt die Teilung der v -Achse die Hälfte der gleichen Teilung der äußeren Leitergeraden für d und $(dv/dr)_N$. Analog erhält man das dazu senkrechte Leitersystem.

Mit einem vorgegebenen Rohrdurchmesser d und einer bekannten mittleren Strömungsgeschwindigkeit v bestimmt sich die Newtonsche Schergeschwindigkeit $(dv/dr)_N$. Dieser ist aufgrund der vorliegenden Fließkurve nach Gl. (1) ein Schubspannungswert τ_w zugeordnet, der durch Verbindung mit dem Wert von d auf der Ordinate den gesuchten Druckverlust $\Delta p/\Delta l$ ergibt. Selbstverständlich kann die Fragestellung auch d oder v betreffen.

Wird der Begriff der Scheinviskosität weiterhin verwendet, so läßt sich der beschriebene Sachverhalt analytisch wie folgt zusammenfassen, indem die Gln. (2) und (3) in Gl. (1) eingesetzt werden:

$$\Delta p/\Delta l = \frac{32v}{d^2} \eta_s,$$

$$\Delta p/\Delta l = \frac{128\dot{V}}{\pi d^4} \eta_s \quad (4)$$

Grundsätzlich ist also die Kenntnis des Reibungsgesetzes und seiner Fließkennwerte nicht erforderlich. Liegen andererseits die Fließkennwerte vor, kann man auf einfache Weise die verschiedenen Fließkurvenformen (Bild 2) in doppeltlogarithmischer Darstellungsform konstruieren, da diese auf Geraden reduziert werden können:

Newtonsche Flüssigkeiten

$\eta_s = \eta$, d.h. es ergibt sich die bekannte Hagen-Poiseuillesche Gleichung (4) mit der Newtonschen Viskosität η . An der Stelle $(dv/dr)_N = 1$ stellt η den Abschnitt auf der

Tafel 1. Zusammenstellung von Stoffkennwerten; Berechnungsbeispiel

Kennzeichen	Substanz	1	2	3	4
Fließverhalten		idealviskos	pseudoplastisch	linearplastisch	nichtlinearplastisch
Fließgesetz		Newton:	Ostwald/deWaele:	Bingham:	Herschel/Bulkley:
		$\tau_w = \eta \left(\frac{dv}{dr}\right)_N$	$\tau_w = k \left(\frac{dv}{dr}\right)_w^n$	$\tau_w = \tau_0 + \eta_{pl} \left(\frac{dv}{dr}\right)_w$ $\tau_w = \frac{4}{3}\tau_0 + \eta_{pl} \left(\frac{dv}{dr}\right)_N$	$\tau_w = \tau_0 + k \left(\frac{dv}{dr}\right)_w^n$
Medium (Beispiel)		Zuckerrübenmelasse	TMF-Wasser-Mischung	(m. Rohrvisk. best.) separierter Bioschlamm	gegarte, chem. kons. Kartoffeln
			2.1	2.2	
			$m_{TMF}/m_w = 1:2$	$m_{TMF}/m_w = 1:2,5$	
Tr	%	81,20	28...29	23...24	9,17
ρ	kg/m ³	1418,5	1050	1050	1004
ϑ	°C	40	20	20	20
τ_0	Pa	—	—	—	9,173
					$\frac{4}{3}\tau_0 = 12,231$
η	Pa · s	1,1567	—	—	—
η_{pl}	Pa · s	—	—	—	0,1350
k	N · s ⁿ /m ²	—	13,00	5,0	—
n	—	—	0,5000	0,5700	—
k_N	N · s ⁿ /m ²	—	14,53	5,52	—
$\left(\frac{3n+1}{4n}\right)^n$	—	—	1,1180	1,1034	—
					1,1376
Druckverlustberechnung für $\dot{V} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$; $d = 0,1 \text{ m}$					
$\Delta p/\Delta l$	Pa/m				
— graf. best.		1300	3100	1500	660
— anal. best.		1309	3093	1483	671
Fehler	%	0,7	0,2	1,1	1,3
					1,9

Viskosimetern untersucht wird. Man erhält Fließkurven, die das Verformungsverhalten hinreichend charakterisieren und mit Hilfe von Fließgesetzen beschrieben werden können. Da landwirtschaftliche Flüssigkeiten zumeist als Dickstoffe vorliegen, die größtenteils im laminaren Strömungsbereich gefördert werden, ist der auftretende Druckverlust bei bekannten Fließkennwerten direkt zu berechnen [1] [2]. In einigen Fällen kommt es vor, daß Fließkurven ermittelt werden, die nur mit Hilfe komplizierter Modellgesetze beschreibbar sind. Dann muß der Druckverlust mit Hilfe einer punktweise zu ermittelnden Scheinviskosität η_s errechnet werden.

Besonders bei der Planung und Projektierung

von Rohrfördersystemen ergeben sich oft zeitraubende Berechnungen, wenn der Rohrdurchmesser d , der Volumendurchsatz \dot{V} und u.U. auch das Fördermedium zu verändern sind.

Zur Vereinfachung der Druckverlustbestimmung wurde in Anlehnung an Meskat und Pawlowski [3] ein Nomogramm aufgebaut, mit dem bei bekannter Fließkurve für beliebige Rohrdurchmesser d und mittlere Strömungsgeschwindigkeiten v der gesuchte spezifische Druckverlust $\Delta p/\Delta l$ auf grafischem Wege direkt und zeitsparend ermittelt werden kann. Die Handhabung des Nomogramms wird am Beispiel verschiedener landwirtschaftlicher Flüssigkeiten gezeigt.

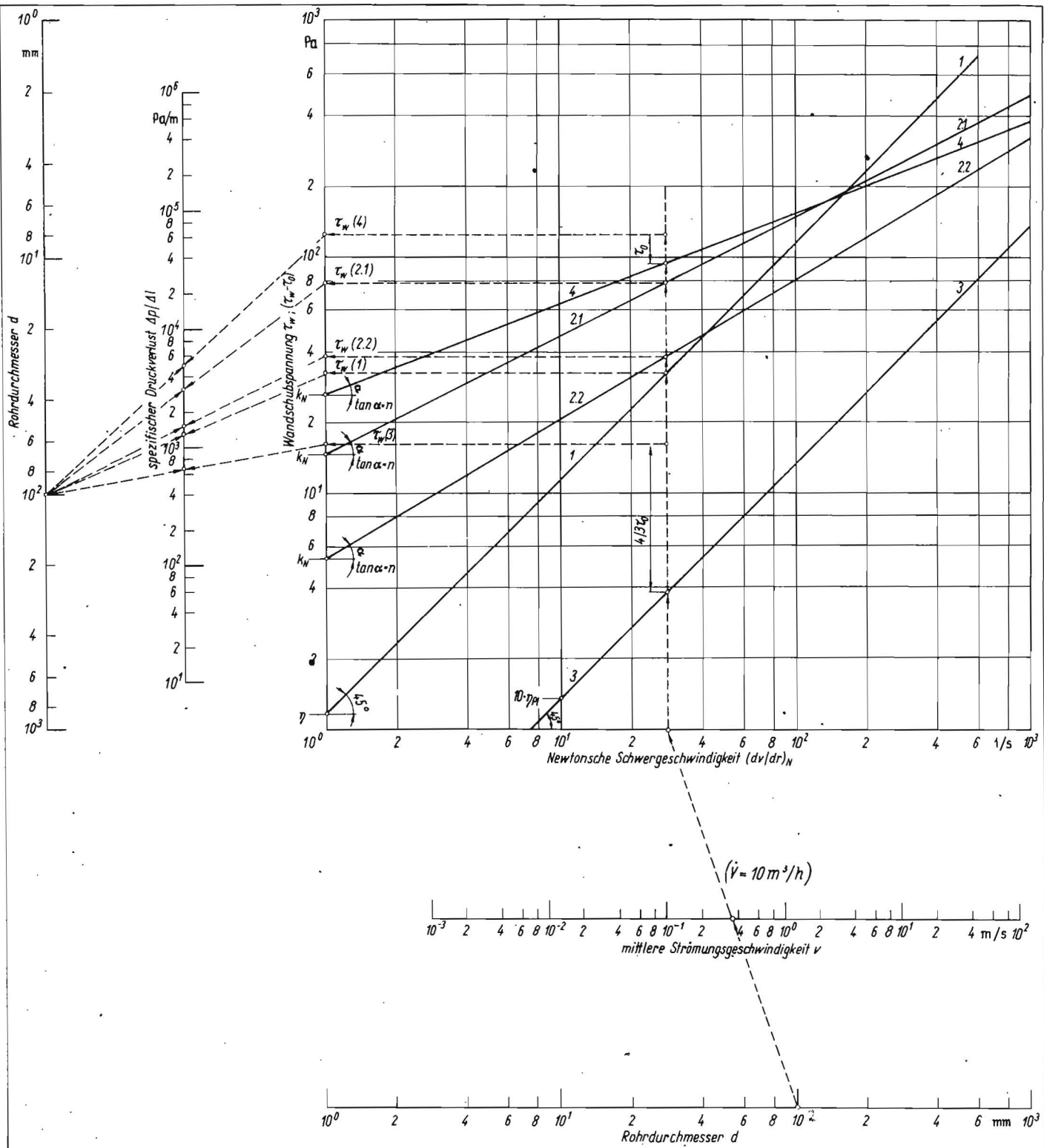


Bild 2. Nomogramm zur Ermittlung von Druckverlusten bei laminarer Rohrströmung; Kennzeichnung der Substanzen 1 bis 4 in Tafel 1

τ_w -Achse dar, die Fließkurve ist eine Gerade mit dem Anstieg 1.

Pseudoplastische Medien

$$\eta_s = k \left(\frac{3n+1}{4n} \right)^n \left(\frac{dv}{dr} \right)^{n-1} \quad (5)$$

oder

$$\eta_s = k_N \left(\frac{dv}{dr} \right)^{n-1} \quad (6)$$

mit

$$k_N = \left(\frac{3n+1}{4n} \right)^n k \quad (7)$$

Damit ergibt sich der Druckverlust aus Gl. (4) wie folgt [2]:

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = \frac{4k}{d} \left(\frac{3n+1}{4n} \right)^n \left(\frac{32 \dot{V}}{\pi d^3} \right)^n \quad (8)$$

Mit den bekannten Fließkennwerten k_N und n

stellt sich die Fließkurve als Gerade mit dem Anstieg n und k_N als Abschnitt auf der τ_w -Achse an der Stelle $(dv/dr)_N = 1$ dar.

Linearplastische (Bingham-) Medien

$$\eta_s = \eta_{rv} + \frac{4}{3} \frac{\tau_0}{\left(\frac{dv}{dr} \right)} \quad (9)$$

Mit Gl. (9) ergibt sich der Druckverlust aus Gl. (4):

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = \frac{128 \dot{V} \eta_{PI}}{\pi d^4} + \frac{16 \tau_0}{3 d} \quad (10)$$

Die Fließkurve ist eine Gerade mit dem Anstieg 1 und η_{PI} als Schnittpunkt mit der $(\tau_w - \tau_0)$ -Achse an der Stelle $(dv/dr)_N = 1$. Um τ_w zu erhalten, muß daher zu jedem Punkt der Geraden entsprechend Gl. (9) $4/3 \tau_0$ addiert werden! Auch hier genügt die Kenntnis der Fließkennwerte τ_0 und η_{PI} . Wird dagegen $\tau_w = f[(dv/dr)_N]$ dargestellt, ergibt sich ein nichtlinearer Verlauf der Fließkurve im Bild 2.

Nichtlinearplastische Medien [4]

$$\eta_s = \frac{\tau_0}{\left(\frac{dv}{dr}\right)_N} + k \left(\frac{3n+1}{4n}\right)^n \left(\frac{dv}{dr}\right)_N^{n-1} \quad (11)$$

oder mit Gl. (7):

$$\eta_s = \frac{\tau_0}{\left(\frac{dv}{dr}\right)_N} + k_N \left(\frac{dv}{dr}\right)_N^{n-1} \quad (12)$$

Mit Gl. (11) ergibt sich näherungsweise

$$\frac{\Delta p}{\Delta l} = \frac{4\tau_0}{d} + \frac{4k}{d} \left(\frac{3n+1}{4n}\right)^n \left(\frac{32\dot{V}}{\pi d^3}\right)^n \quad (13)$$

Der Gültigkeitsbereich von Gl. (13) wurde bereits in einem früheren Beitrag [4] diskutiert.

Sind die Fließkennwerte τ_0 , k und n bekannt, so stellt auch diese Fließkurve eine Gerade dar (Anstieg n) mit k_N als Schnittpunkt mit der $(\tau_w - \tau_0)$ -Achse an der Stelle $(dv/dr)_N = 1$. Zu jedem aufgesuchten Funktionswert ist also τ_0 zu addieren, um τ_w zu erhalten.

Weiterhin stellt das gezeigte Nomogramm auch bei vorliegenden experimentell ermittelten Druckverlust-Durchsatz-Abhängigkeiten ein Hilfsmittel zur schnellen und einfachen Aufzeichnung von Fließkurven dar, wobei sich gleichzeitig die Fließkennwerte ergeben. Zur grafischen Ermittlung von τ_0 ist allerdings die Darstellung der Fließkurve im linearen Koordinatensystem erforderlich. Bei gesicherter

Laminarströmung, die durch das Kriterium $Re_n' < 1800 \dots 2100$

$$Re_n' = \frac{v d \rho}{\eta_s} \quad (14)$$

bestimmt ist, wird der Aussagewert der so bestimmten Fließkurven beträchtlich erhöht, wenn Druckverlust-Durchsatz-Abhängigkeiten für verschiedene Rohrdurchmesser d vorliegen. Ergeben alle Meßpunkte der Fließkurve (1) einen geschlossenen Kurvenzug ohne Unstetigkeitsstellen, treten keine verfälschenden Fehlereinflüsse (z. B. Wandgleitung) auf, und die Fließkurve kann mit hoher Sicherheit zur Druckverlustermittlung bei beliebigem Rohrdurchmesser d verwendet werden.

Das Kriterium (14) ergab sich aus einer Reihe von Förderversuchen mit verschiedenen landwirtschaftlichen Flüssigkeiten. Im Laminarbereich gilt die Beziehung

$$\lambda = 64/Re_n' \quad (15)$$

3. Anwendungsbeispiele

In Tafel 1 sind die in den Bildern 1 und 2 gezeigten Beispielflüssigkeiten beschrieben. Zuckerrübenmelasse (Substanz 1) ist als Newtonsche Flüssigkeit anzusehen, die Viskosität $\eta = 1,1567 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1156,7 \text{ cP}$ bei $\vartheta = 40^\circ\text{C}$ ist von der Belastung und Deformationsdauer unabhängig. Allerdings besteht eine starke Temperaturabhängigkeit, so daß ϑ und Tr sorgfältig bestimmt und mit angegeben werden müssen.

Das Fließverhalten von Futtermischungen aus Trockenmischfutter und Wasser (Substanz 2) kann mit hinreichender Sicherheit als pseudo-plastisch gekennzeichnet werden. Die in Tafel 1 angegebenen Fließkennwerte stellen Mittelwerte dar, die sich aus einer Vielzahl von Förderversuchen ergaben und somit als hochgesichert anzusehen sind. Hauptsächlich wird das Fließverhalten vom Wasseranteil und von der Zusammensetzung des Trockenmischfutters bestimmt, wobei z. B. ein erhöhter Grünmehlanteil zu erheblichem Anstieg der Scheinviskosität führt.

Bioschlamm (Substanz 3) zeigt zumeist ein Bingham-plastisches Fließverhalten und ist aufgrund seiner Kolloidstruktur stark thixotrop. Bei geringerem Trockensubstanzgehalt kann im praktischen Betrieb auch turbulente Rohrströmung auftreten, so daß eine sorgfältige Ermittlung der Fließkurven unerlässlich ist. Der größte Anteil der in der Schweinefütterung eingesetzten fließfähigen Wirtschaftsfuttermittel zeigt ein nichtlinearplastisches Verhalten (Substanz 4). Gegarte und konservierte Kartoffeln sind als schwer fließfähig anzusehen und ohne Verdünnung nicht über größere Entfernungen zu fördern.

Das in Tafel 1 weiterhin angeführte Berechnungsbeispiel zeigt, daß die grafische Bestimmung des Druckverlustes hinreichend genaue Werte ergibt und die Schwankungsbreite der Fließeigenschaften den größten Fehleranteil verursacht.

4. Zusammenfassung

Bei der Planung und Projektierung von Rohrfördersystemen sind oft umfangreiche Variantenrechnungen erforderlich, die bei kompliziertem Fließverhalten der Fördermedien recht zeitraubend sein können.

Zur Vereinfachung der Druckverlustbestimmung wurde in Anlehnung an Meskat und Pawlowski [3] eine grafische Methode vorgeschlagen, wobei lediglich die Fließkurve des Fördermediums bekannt sein muß.

Am Beispiel einiger repräsentativer landwirtschaftlicher Flüssigkeiten werden die Handhabung des Nomogramms gezeigt und die Fehler abgeschätzt.

Literatur

- [1] Reher, E.-O.; Pfannschmidt, P.: Mechanische Verfahrenstechnik, 1. Lehrbrief, Best.-Nr. F 63/1. Herausgegeben von der Zentralstelle für das Hochschulfernstudium Dresden.
- [2] Türk, M.: Berechnung des Druckverlustes bei der Förderung konzentrierter landwirtschaftlicher Suspensionen in Rohrleitungen. *agrartechnik* 26 (1976) H. 10, S. 486–490.
- [3] Meskat; Pawlowski: Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 1. München/Berlin: Verl. Urban & Schwarzenberg 1951. Zit. in: Mylius, E.; Haroske, D.; Reher, E.-O.: Experimentelle Untersuchungen zum Druckverlust beim Transport konzentrierter Suspensionen (Schlammkreidewasser) durch zylindrische Rohre. *Chemische Technik* 19 (1967) H. 12, S. 738–743.
- [4] Türk, M.: Berücksichtigung der Fließgrenze τ_0 bei der Berechnung der laminaren Rohrströmung landwirtschaftlicher Suspensionen. *agrartechnik* 28 (1978) H. 2, S. 71–74. A 1845

Ermittlung von Kenngrößen landwirtschaftlicher Stoffe

Dr. agr. G. Dimitroff, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

1. Problemstellung

Mit der ständigen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion werden immer mehr Arbeitsgänge durch Maschinen verrichtet. Sie müssen so konstruiert werden, daß sie die zu bearbeitenden landwirtschaftlichen Stoffe nach Möglichkeit nicht negativ beeinflussen, d. h. ihnen keine mechanischen Beschädigungen, keine Verschmutzung und keine sonstigen Veränderungen zufügen. Um dieser Anforderung entsprechen zu können, braucht der Konstrukteur von Landmaschinen möglichst genaue und den zu bearbeitenden Stoff mehrseitig charakterisierende Meßgrößen, die

sich aus den mechanischen und physikalischen Grundgrößen ableiten lassen. Auf diesem Gebiet liegen z. Z. in der DDR nur geringe Ergebnisse vor. „Die Konstrukteure von landtechnischen Arbeitsmitteln und die landwirtschaftlichen Technologen sind auf Erfahrungs- oder Schätzwerte angewiesen.“ [1] Dies führt oft zu Rückschlägen und Zeitverlust bei der Maschinenentwicklung.

Erforderlich ist also eine eindeutige Charakteristik der mechanisch-physikalischen und technologischen Eigenschaften von Pflanzen, Samen, Früchten, Düngemitteln, Boden, Tieren und tierischen Produkten aus landtechnischer

Sicht. Gleichzeitig besteht auch die Forderung, Methoden zur Untersuchung dieser Stoffe zu entwickeln, die eine schnelle und umfassende Messung ihrer Eigenschaften ermöglichen, womit auch die Qualitätskontrolle in der Produktion gesichert wird.

Obwohl es in der landwirtschaftlichen Produktion um die Erzeugung von Materialien biologischer Natur geht, werden für den hierfür angewendeten technologischen Prozeß auch Stoffe und Substanzen mineralischer Herkunft eingesetzt. Aus diesen Gründen macht sich eine Klarstellung des Begriffs „landwirtschaftlicher Stoff“ erforderlich. Unter Berücksichtigung