

## Résumé:

Dr.-Ing. G. Kampf: „Untersuchungen an Wurfgebläsen.“

Nach einer kurzen Definition des Wurfgebläses nennt der Verfasser die Vorteile der Wurfförderung gegenüber der pneumatischen Förderung und zeigt ihre Grenzen auf. Auf Grund seiner Untersuchungen an der TH Braunschweig behandelt er die Einflußfaktoren auf die Wurfhöhe und auf den Kraftbedarf. Zum Schluß werden an einigen Beispielen Möglichkeiten für die gewünschte Gestaltung der Wurfgebläse genannt.

Dr. Ing. G. Kampf: „Investigations on Discharge Blowers.“

The article opens with a brief description of discharge blowers, after which the Author enumerates the advantages of this type of conveyor as compared with pneumatic types of conveyors. At the same time, the limits of application of discharge blower type conveyors are clearly defined. The Author then discusses the various factors influencing the range and power requirements of this type of conveyor, basing his arguments on the results of experiments made by him at the Technical University of Brunswick (Braunschweig). The article concludes with a few examples demonstrating the various possibilities of design, construction and application of discharge blower type conveyors.

Dr.-Ing. G. Kampf: «Recherches effectuées sur des transporteurs mécano-pneumatiques mixtes.»

Après avoir défini succinctement ce système de transporteur, l'auteur expose les avantages et les limites du transport mécano-pneumatique mixte par rapport au transport purement pneumatique. Il traite ensuite des facteurs d'influence sur la hauteur de propulsion et sur la puissance requise, comme il les a trouvés lors de ses recherches effectuées à l'Ecole Technique Supérieure de Brunswick. Il recommande, en conclusion, à l'aide de quelques exemples, des possibilités constructives permettant de réaliser des transporteurs mécano-pneumatiques possédant les qualités recherchées.

Ingº Dr. G. Kampf: «Investigaciones en sopladores proyectores.»

Después de una breve definición del soplador proyector, el autor enumera las ventajas que ofrece en comparación con el transporte neumático, indicando los límites de su empleo. Fundándose en las investigaciones hechas en la Academia Técnica de Braunschweig, trata de los factores que influyen en la altura de proyección y en la potencia necesaria. Para terminar hace ver en algunos ejemplos las posibilidades que se presentan para la construcción de tales sopladores proyectores.

Dr.-Ing. G. Ackermann, Braunschweig:

## Meßtechnik bei Gebläseuntersuchungen

Um die Güte eines Gebläses zu beurteilen und den Einfluß von Konstruktionsänderungen auf die Gebläseleistung zu ermitteln, ist es notwendig, strömungstechnische Messungen durchzuführen. Diese Messungen führt man am besten bei reiner Luftförderung durch, da dann die Meßwerte genauer sind und sich leichter reproduzieren lassen. Die Verhältnisse bei Materialförderung werden zunächst nicht betrachtet. Es

kann aber gesagt werden, daß ein Gebläse, das bei Luftförderung einen geringeren Kraftbedarf und hohen Wirkungsgrad aufweist, auch bei Materialförderung entsprechend günstig arbeitet.

In den nachstehenden Ausführungen soll gezeigt werden, wie und mit welchen Meßgeräten Gebläseuntersuchungen angestellt werden.

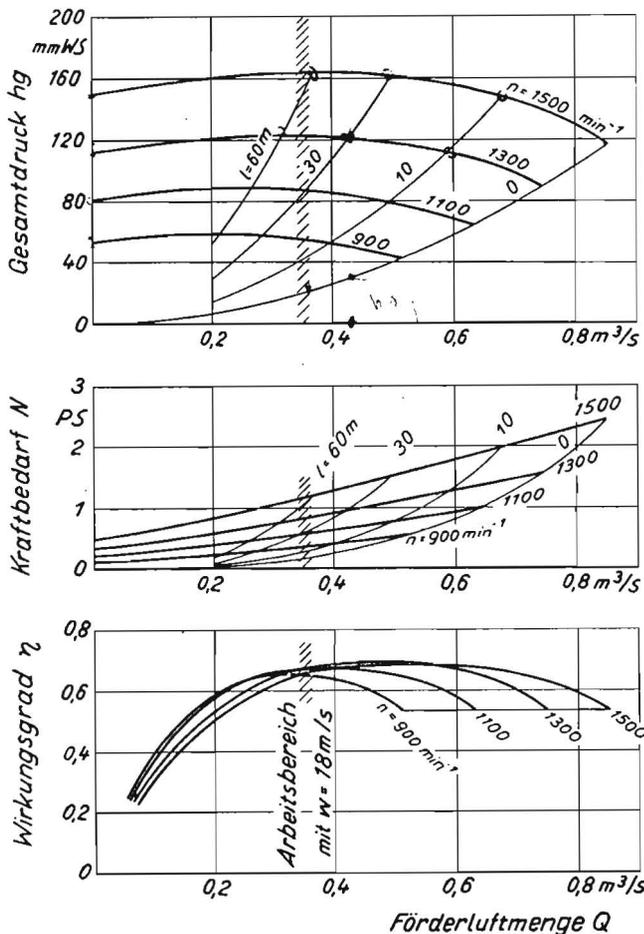


Abb. 1: Gebläse-Charakteristik

### Gebläsekennlinien

Die aerodynamische Güte eines Gebläses läßt sich am einfachsten durch Kennlinien beurteilen. Diese Gebläsekennlinien — auch Charakteristiken genannt — machen eine Aussage über den erreichbaren Druck, die zum Antrieb erforderliche Motorleistung und den Wirkungsgrad bei verschiedenen Fördermengen. Abbildung 1 zeigt als Beispiel solche Kennlinien. Über der Förderluftmenge  $Q$  in  $m^3/sec$  sind aufgetragen:

- im oberen Schaubild der Gesamtdruck  $h_g$  und der dynamische Druck  $h_d$ ,
- im mittleren Schaubild der Kraftbedarf  $N$  in PS,
- im unteren Schaubild der Wirkungsgrad  $\eta$ .

Die Kennlinien können bei verschiedenen Gebläsedrehzahlen aufgenommen oder aber auch leicht von einer gemessenen Drehzahl aus auf eine andere umgerechnet werden, wobei folgende Gesetze gelten:

$$Q \sim n \quad (1)$$

$$h_g \sim n^2 \quad (2)$$

$$N \sim n^3 \quad (3)$$

Zur Aufnahme von Gebläsekennlinien sind folgende Größen zu messen:

1. der dynamische Druck  $h_{dyn}$ ;
2. der statische Druck  $h_{stat}$ ;
3. die Gebläsedrehzahl  $n_{gebl}$ ;
4. die Motorleistung  $N_{mot}$ .

Aus dem dynamischen Druck  $h_{dyn}$  errechnet sich die Windgeschwindigkeit zu

$$w = \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot h_{dyn}} \quad (\text{m/sec}) \quad (4)$$

wobei

$$\varrho = \frac{\gamma}{g} \text{ ist}$$

$\gamma$  = spez. Gewicht der Luft (kg/m<sup>3</sup>)

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  Erdbeschleunigung.

Daraus ergibt sich die Fördermenge  $Q$  bei einem gegebenen Rohrquerschnitt  $F$

$$Q = w \cdot F \quad (5)$$

Statischer Druck und dynamischer Druck ergeben den Gesamtdruck

$$h_{\text{ges}} = h_{\text{stat}} + h_{\text{dyn}} \quad (\text{mm WS}) \quad (6)$$

Damit läßt sich die Gebläseleistung  $N_{\text{gebl}}$  errechnen:

$$N_{\text{gebl}} = \frac{Q \cdot h_{\text{ges}}}{75} \quad (\text{PS}) \quad (7)$$

Der Gebläsewirkungsgrad  $\eta_{\text{gebl}}$  ergibt sich als Quotient von Gebläse- und Motorleistung.

$$\eta_{\text{gebl}} = \frac{N_{\text{gebl}}}{N_{\text{mot}}} \quad (8)$$

Das Schema der Versuchsanordnung zur Messung der oben angegebenen Größen stellt Abbildung 2 dar. Nach dieser Anordnung wurden im Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig (Direktor: Prof. Dr.-Ing. G. Seigler) Gebläsekennlinien aufgenommen.

Der Abstand der ersten Meßstelle sollte nach den VDI-Durchflußmeßregeln [1] mindestens 10 Durchmesserheiten betragen, um sicherzugehen, daß an der Meßstelle ein ausgebildetes und ausgeglichenes Strömungsprofil vorliegt. Am Ende der Meßrohrleitung werden nacheinander Blenden mit verschiedenen Öffnungsverhältnissen angebracht, so daß man schließlich aus etwa 5 bis 8 Meßpunkten die Charakteristik über den gesamten Fördermengenbereich aufstellen kann. Von den meßtechnischen Problemen nehmen dabei die Druckmessungen den weitaus größten Raum ein. Deshalb seien diese zunächst behandelt.

### Druckmessungen

Der Druck kann in folgenden Dimensionen gemessen werden:

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 10\,000 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ at} = 735,5 \text{ Torr} \\ = 10\,000 \text{ mm WS} = 10 \text{ m WS}$$

Bei Gebläseuntersuchungen sind am gebräuchlichsten:

$$1 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ mm WS}$$

Das gilt exakt nur dann, wenn das in den Meßgeräten verwandte Wasser ein spezifisches Gewicht von genau  $1 \text{ kg/dm}^3$  hat.

Solange das Wasser aber eine Temperatur von weniger als  $+30^\circ \text{C}$  hat, bleibt der Fehler unterhalb von  $0,5\%$ .

Der uns umgebende Atmosphärendruck wird normalerweise in mm Quecksilbersäule (mm QS) oder Torr gemessen. Die

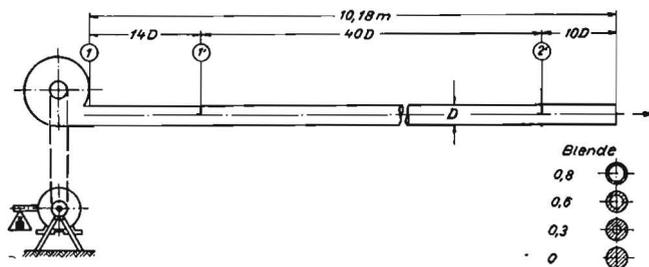


Abb. 2: Schema der Versuchsanordnung

physikalische oder Normatmosphäre ist festgelegt zu:

$$1 \text{ Atm.} = 760 \text{ mm QS oder mm Hg oder Torr.}$$

Der Atmosphärendruck schwankt in unseren Breiten je nach Wetterlage in den Grenzen zwischen 730 und 810 Torr. Das muß außer der vorliegenden Temperatur berücksichtigt werden bei der Berechnung des spezifischen Gewichtes oder der Dichte der Förderluft.

Von den Meßinstrumenten, die zur Druckmessung bei Gebläseuntersuchungen an sich geeignet sind, sollen hier die folgenden kurz erläutert und deren Vor- und Nachteile nach den Erfahrungen von Gramberg [2] sowie nach eigenen Erfahrungen erwähnt werden.

#### 1. Federmanometer (mit Bourdonscher Röhrenfeder)

Diese Geräte sind nicht eichfähig, sie können aber amtlich beglaubigt werden. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig-Völkenrode teilt sie in drei Güteklassen ein, je nach Eichfehler und Verkehrsfehler. Zu dieser Gruppe zählen auch die Membrandosenmanometer wie z. B. der Feindruckmesser von W. Lambrecht, Göttingen, Meßbereich: 0—100 mm WS (Abb. 3).

#### 2. Flüssigkeitsmanometer

mit den verschiedensten Füllungen wie Toluol, Wasser, Schwefelwasserstoff, Chloroform, Tetrabromazetylen, Quecksilber. Dazu gehören:

a) U-Rohr-Manometer als einfachstes Meßgerät aus einem U-förmig gebogenen Glasrohr mit einer Skala. Nachteile: zweifache Ablesung ist — zumal bei schwankendem Druck — lästig. Eine Ablesung zu verdoppeln wäre nur dann richtig, wenn beide Schenkel überall genau gleich weit sind. Außerdem muß dabei die Kapillarität beachtet werden!

b) Einsäulenmanometer (Abb. 4)

Hierbei ist nur eine Ablesung erforderlich, obwohl es nach dem gleichen Prinzip des U-Rohr-Manometers arbeitet. Der eine Schenkel ist durch ein Gefäß derart weit gehalten, daß die Niveaünderungen dabei vernachlässigt werden können. Bei einem Durchmesser Verhältnis von Glasrohr zu Gefäß wie 6 zu 200 wird sich der Was-

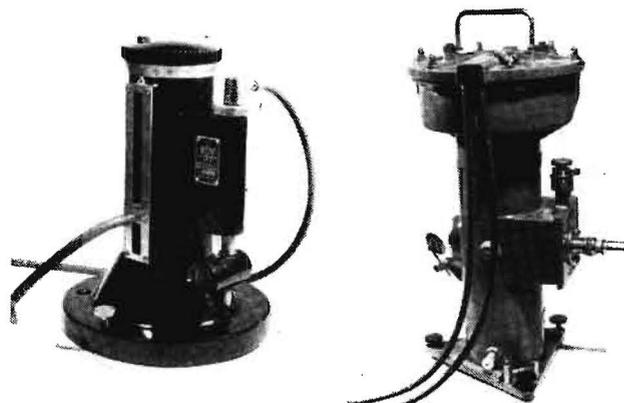
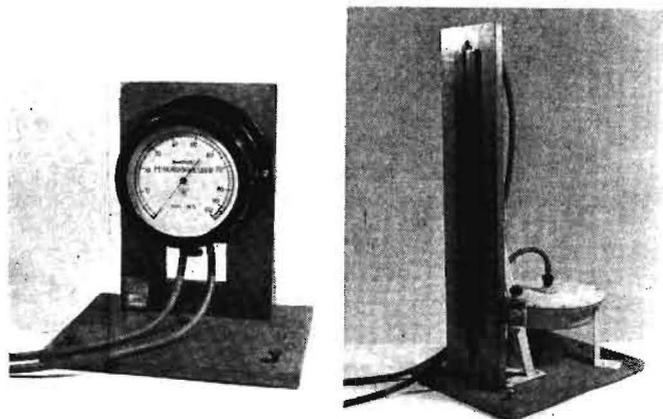


Abb. 3: Lambrecht-Feindruckmesser — Abb. 4: Einsäulen-Manometer — Abb. 5: Askania-Minimeter — Abb. 6: Debro-Miniskop

Wasserspiegel im Gefäß um 0,45 mm senken, wenn die Wassersäule im Glasrohr auf 500 mm angestiegen ist. In diesem Meßbereich würde also der maximale Fehler 0,09 % betragen.

### c) Schrägröhrmanometer

Dabei kann der eine Schenkel mit verschiedenen Neigungen eingestellt werden, so daß mehrere Meßbereiche zu verwirklichen sind. Das Gerät ist — besonders bei schwachen Neigungen — genau nach den Libellen auszurichten und der Nullpunkt des öfteren zu kontrollieren. Es wird heute mehr und mehr ersetzt durch bessere Geräte wie:

### d) Askania-Minimeter mit einem Meßbereich von 0—150 mm WS (Abb. 5)

gestatten eine Meßgenauigkeit von  $\frac{1}{100}$  mm WS. Das ist aber etwas fraglich, da die Verbiegung eines Gummischlauches dabei im Spiel ist. Die Werte können jedoch auf  $\frac{1}{10}$  mm WS genau und bequem abgelesen werden, was für die meisten Messungen auch ausreicht. Die Meßgenauigkeit auf  $\frac{1}{100}$  mm WS kann schlecht nachgeprüft werden, da selten ein Kontrollgerät zur Verfügung steht, welches — nach allgemeinen Regeln der Eichtechnik — um eine Zehnerpotenz genauer sein sollte.

### e) Das Debro-Miniskop (Abb. 6)

mit einem Meßbereich von 0—200 mm WS arbeitet auch nach dem U-Rohr-Prinzip. Auf dem einen Schenkel liegt ein Schwimmer mit einer Skala. Durch eine besondere Optik — einer Einstelllupe mit Nonius-Ablesung — beobachtet man diese Skala und kann die Meßwerte auf 1 mm WS genau ablesen, auf  $\frac{1}{10}$  mm WS hinreichend genau schätzen. Über längere Zeit konstante Drücke können mit Hilfe des Nonius auf  $\frac{1}{10}$  und sogar auf  $\frac{1}{100}$  mm WS genau ermittelt werden. Das Gerät ist verhältnismäßig sehr träge, da die gesamte Wasserfüllung von mehreren Litern mit entsprechend großen Wasserspiegeln durch eine äquivalente Luftmenge verdrängt werden muß.

Das Betz-Minimeter hat einen ähnlichen inneren Aufbau. Nur wird hierbei die Skala auf eine Mattscheibe projiziert. Man kann also aus einer größeren Entfernung vom Gerät ablesen.

## 3. Ringwaagen

sollen nur der Vollständigkeit halber nach erwähnt werden. Sie sind eigentlich keine Flüssigkeitsmanometer. Die Flüssigkeit dient lediglich zur Trennung der beiden Räume.

Für Gebläseuntersuchungen sind diese Geräte weniger geeignet, wohl aber in Industrieanlagen zur Betriebskontrolle.

## Geschwindigkeitsmesser

### 1. Anemometer

mit Flügelrad oder Schalenkreuz messen die Geschwindigkeit in Form ihrer Drehzahl durch ein Zählwerk, elektrisch oder durch ein Tachometer. Es soll hier nicht näher darauf eingegangen werden, da sie nur Durchschnittswerte messen und

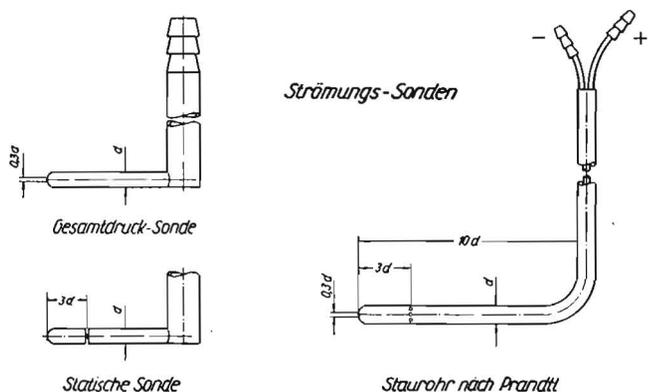


Abb. 7: Staurahe

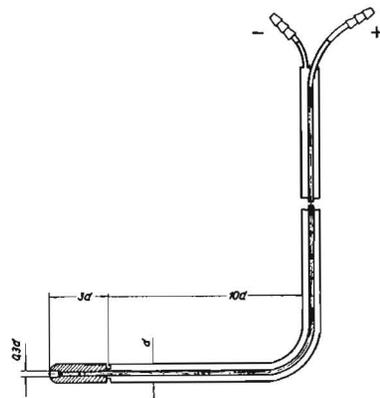


Abb. 8: Staurahe nach Prandtl (Schnitt)

sich nur für freie Luftströme eignen, etwa am Ausblas eines Gebläses oder einer Rohrleitung.

## 2. Staugeräte

Das einfachste Staugerät, die Gesamtdrucksonde oder das Pitot-Rohr, wird nach seinem Erfinder, dem Franzosen Pitot, so benannt und ist seit 1728 im Prinzip so geblieben. Der Kopf ist halbkugelig und hat in der Mitte — im Staupunkt — eine Öffnung von 0,3 d.

Die Statistische Sonde hat auf dem Mantel des parallel zur Strömungsrichtung einzustellenden zylindrischen Teils schlitzförmige Entnahmeöffnungen oder mehrere kreisrunde Löcher so weit hinter dem Kopf, daß man auf parallelen Verlauf der an den Öffnungen vorbeistreichenden Stromfäden rechnen kann (3 d).

Es sind mehrere Öffnungen am Umfang angebracht, damit bei Schrägstellung ein Ausgleich zwischen ihnen stattfindet.

Der statische Druck  $h_{st}$  oder  $p$  oder  $h_s$  in mm WS ist definiert als der Druck, der auf eine zur Strömungsrichtung parallele Wand wirkt.

Aus einer Kombination der beiden vorgenannten Geräte ist das Staurahe nach Prandtl (Abb. 8) entstanden.

Damit kann man sowohl den Gesamtdruck als auch den statischen Druck jeweils getrennt messen oder aber — wenn man die beiden Anschlußstutzen gleichzeitig mit je einem Schenkel eines U-Rohr-Manometers verbindet, auch sofort die Differenz der beiden Drücke, den sogenannten dynamischen Druck.

Der dynamische Druck ist nicht als Druck im Strom vorhanden, sondern als ihm äquivalente Geschwindigkeit  $w$ . Er tritt als Geschwindigkeitsdruck vor dem Mittelpunkt eines Hindernisses auf, das man dem Strom lotrecht entgegenstellt. Er ist nötig gewesen, um das strömende Medium aus der Ruhe auf die ihm innewahnde Geschwindigkeit zu bringen.

Der Gesamtdruck wird beim Prandtl-Rohr im Staupunkt gemessen. Er setzt sich nach der Bernoulli-Gleichung zusammen aus dem statischen und dem dynamischen Druck (Gl. 6).

Zu den Staugeräten gehören auch das Venturirohr zur Messung kleinerer Windgeschwindigkeiten und das Hitzdrahtanemometer für extrem kleine Geschwindigkeiten.

Das Hitzdrahtanemometer reagiert auf jede Art von Luftbewegung, auch auf Turbulenz. Nur wenn Turbulenz fehlt, läßt sich das Gerät auf fortschreitende Geschwindigkeit eichen. Die einzelnen Schaltungen sind in der Fachliteratur enthalten [3 und 4].

Um die Richtung einer Strömung zu bestimmen, bedient man sich in einfachster Weise einer Drahtsonde mit daranhängendem Faden.

Mit Röhrchen, aus denen z. B. Zigarettenrauch ausgeblasen wird, kann man nicht nur die Strömungsrichtung, sondern auch die Turbulenz sichtbar machen.

Als exaktes Meßgerät sei noch die Kugelsonde erwähnt. Durchflußmessungen werden in den meisten Fällen

mit Hilfe von Drosselgeräten durchgeführt. Dabei müssen die VDI-Durchflußmeßregeln nach DIN 1952 [1] genauestens beachtet werden.

Im Prinzip beruhen alle diese Durchflußmessungen darauf, daß der Druckabfall  $\Delta P$  zwischen zwei Meßpunkten kurz vor und kurz nach dem Drosselgerät ermittelt wird.

Die Größe des Druckabfalles ist ein Maß für die Geschwindigkeit an der engsten Stelle des Drosselgerätes nach der Gleichung

$$\Delta P = \gamma \cdot 2g \cdot w^2 \quad (\text{kg/m}^2) \quad (9)$$

Daraus ergibt sich die Windgeschwindigkeit  $w$ :

$$w = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \cdot \Delta P} \quad (\text{m/s}) \quad (10)$$

Für die verschiedenen Drosselgeräte, die nach jahrzehntelangen Forschungen in ihrer Form in den oben erwähnten Durchflußmeßregeln genau festgelegt sind, werden dort auch entsprechende Beiwerte aufgeführt, z. B. die Durchflußzahl  $\alpha$ . Diese Beiwerte sind als Korrekturfaktoren aufzufassen und durch sehr umfangreiche Forschungsarbeiten ermittelt worden. Sie sind unter anderem abhängig von dem Öffnungsverhältnis

$$m = f \cdot F = d^2 \cdot D^2$$

und von der Reynolds'schen Zahl

$$Re = \frac{w \cdot D}{\nu} \quad (11)$$

Dabei bedeuten:

$D$  = Rohrdurchmesser (m)

$w$  = Geschwindigkeit (m/s)

$\nu$  = kinematische Zähigkeit ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \eta \cdot \frac{g}{\gamma}$  mit  $\eta$  = dynamische Zähigkeit in  $\frac{\text{kg s}}{\text{m}^2}$

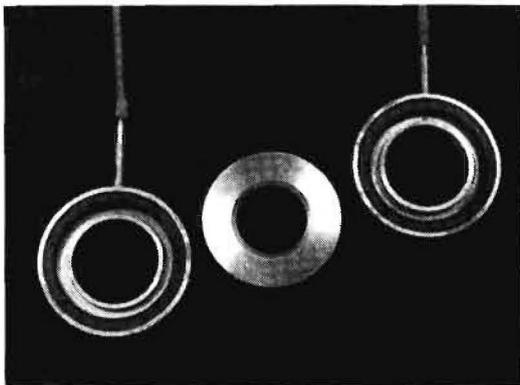


Abb. 9: Normblende

Als Drosselgeräte kommen in Frage:

- Normblende (scharfkantig) (Abb. 9)
- Normdüse (abgerundet)
- Normventuridüse (so wie Normdüse im Einlauf aber mit Diffusor)

Im allgemeinen ist nur die kurze Form üblich.

Der Vollständigkeit halber sollen noch Gasuhren erwähnt werden, ohne näher darauf einzugehen.

Durchflußmengenmessungen können aber auch in einfachster Weise mit Hilfe eines Prandtlrohres durchgeführt werden, sofern man die mittlere Geschwindigkeit innerhalb des Geschwindigkeitsprofils in einer Rohrleitung genau bestimmt hat.

Nach Erfahrungen des Verfassers ist es möglich, die mittlere Geschwindigkeit in einem bestimmten, ausgezeichneten Punkt des Geschwindigkeitsprofils zu messen. Dieser Punkt ist  $0,119 \cdot D$  von der inneren Rohrwand entfernt (Abb. 10). Das gilt jedoch nur unter der Voraussetzung einer genügend langen Anlauf- und Beruhigungsstrecke, damit sich das für eine turbulente Strömung charakteristische Strömungsprofil ausbilden kann. Aichelien [5] kommt an Hand seiner Mes-

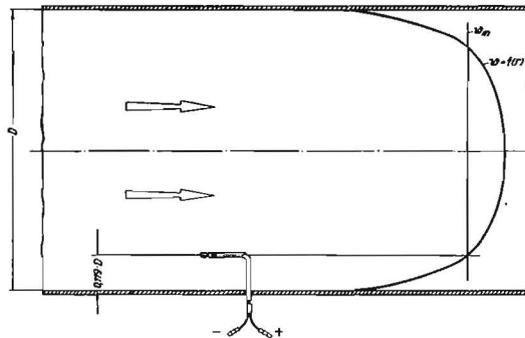


Abb. 10: Geometrischer Ort der mittleren Geschwindigkeit

sungen und nach Auswertung früherer Messungen von Nikuradse und Stanton zu dem gleichen Ergebnis. Der dabei auftretende Fehler liegt immerhin unterhalb von 0,7%.

### Kraftbedarfsmessungen

Bei Gebläseuntersuchungen kann man den Kraftbedarf sehr einfach, bequem und auch genau mit einem Pendelmotor messen. Die Genauigkeit ist auf jeden Fall (auch nach Eck [6]) größer als bei elektrischen Messungen (veränderliche Motorerwärmung; Spannungsschwankungen).

Wenn der Hebelarm 0,716 m gewählt wird (Abb. 2), ergibt sich die Leistung:

$$N = \frac{Md}{75} \cdot \omega = \frac{P \cdot l \cdot \pi \cdot n}{75 \cdot 30} \quad (12a)$$

wobei  $P$  = Last am Hebelarm in kg und  $n$  = Drehzahl (U/min) sind.

Mit  $l = 0,716$  m:

$$N = P \cdot \frac{n}{1000} \quad (\text{PS})$$

Es braucht also lediglich das Rückdrehmoment mit entsprechenden Gewichtsstücken auf der Waagschale als Belastung  $P$  ausgewogen und die Drehzahl des Motors gemessen zu werden (mit Stichtachzähler).

Die Messungen können noch vereinfacht werden durch eine Federwaage an Stelle der Waagschale mit den Gewichten und schließlich durch einen fest eingebauten Drehzahlmesser. Bei den Gebläseuntersuchungen im Institut für Landmaschinen wurde die auf diese Art gemessene Leistung, die in Wirklichkeit die vom Motor abgegebene Leistung darstellt, gleichgesetzt mit der vom Gebläse aufgenommenen Leistung oder mit dem Kraftbedarf des untersuchten Gebläses. Die Riemenverluste wurden also vernachlässigt, nachdem der Schlupf zu etwa 0,3% ermittelt worden war. Als Treibriemen für solche Untersuchungen können biegeeweiche Flachriemen aus zwei Chromlederschichten und in der Mitte einer Kunststoffschicht, endlos verleimt, empfohlen werden. Keilriemen sind weniger geeignet, da sie höhere Riemenverluste haben.

### Zusammenfassung

Aus den so aufgestellten Gebläsecharakteristiken kann man erkennen, ob Gebläse und Rohrleitung richtig aufeinander abgestimmt sind oder ob die Drehzahl zur Verringerung des Kraftbedarfs noch herabgesetzt werden kann, ohne die Mindestluftgeschwindigkeit bei Verwendung einer gegebenen Rohrlänge zu unterschreiten. Schließlich kann man noch unbekannte oder bei der Materialförderung schlecht zu messende Werte daraus entnehmen.

#### Schrifttum:

- [1] VDI: Durchflußmeßregeln DIN 1952
- [2] A. Gramberg: Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle, 7. Auflage, Berlin 1956
- [3] U. Jacob: Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit einem Hitzdraht-Anemometer  
1. Grundlagen, Archiv für Technisches Messen, Jan. 1954, S. 1
- [4] U. Jacob: Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen mit einem Hitzdraht-Anemometer  
II. Ausführungen, Archiv für Technisches Messen, Febr. 1954, S. 25
- [5] W. Aichelien: Der geometrische Ort für die mittlere Geschwindigkeit bei turbulenter Strömung in glatten und rauen Röhren, Z. Naturforschung, 3a (1947) S. 108—110
- [6] B. Eck: Ventilatoren, Springer Verlag 1952

## Aussprache

1. Frage (K. Kollmann): Ist der Luftzustand bei den Messungen berücksichtigt worden? Wie wird der Wirkungsgrad definiert?

Antwort: Es wird auf Gleichung (4) verwiesen, in der die Luftdichte mit enthalten ist. Der Wirkungsgrad  $\eta$  ist definiert als Quotient der vom Gebläse abgegebenen zu der von ihm aufgenommenen Leistung (einschl. Riemenverlustleistung). (K. Marks, ergänzend.) Es wird begrüßt, daß die Messungen, abgesehen von dem Hitzdrahtanemometer, mit mechanischen Meßverfahren ohne elektrische Verstärkung durchgeführt wurden.

2. Frage (W. Schäfer): Wäre es nicht zu empfehlen, die Leistung des Antriebsmotors mit einem Wattschreiber statt mit einem Pendelmotor zu ermitteln? Die Lager- und Riemenverluste könnten ausgeschaltet werden, wenn das Ventilatorrad direkt auf der Motorwelle sitzt.

Antwort: Die Messungen mit Pendelmotor sind genauer, weil dabei Spannungs- und Wärmeschwankungen keinen Einfluß haben. Mit einem Pendelmotor von 10 PS Nennleistung läßt sich die Leistung auf etwa 0,01 PS genau messen, entsprechend einer Belastung von 5 bis 10 g auf der Waagschale. Das ergibt maximale Fehler von 0,1 %.

3. Frage (A. Friedrich): Wie werden Gebläsemessungen bei gleichzeitiger Stoffförderung angestellt?

Antwort: Das Messen des statischen Druckes bei Stoffförderung bereitet keine Schwierigkeiten. Der Druck wird an der Rohraußenwand durch mehrere Anbohrungen oder durch einen Ringspalt entnommen. Luftmengen- und Geschwindigkeitsmessungen im Stoffstrom führen bei Anwendung des Staurohres zu Schwierigkeiten, da die Bohrungen sich zusetzen. Gelegentlich gelingt es bei kleinstückigen Fördergütern wie Getreide, körnigen Stoffen und Trockenhäcksel, Messungen durchzuführen. Im allgemeinen wird die Messung jedoch in der Rohrleitung vor der Materialaufgabestelle oder nach der Materialabscheidung vorgenommen. Dabei werden Meßblenden nach den VDI-Regeln bevorzugt. Ferner läßt sich die geförderte Luftmenge aus den vorher aufgenommenen Gebläsekennlängen ermitteln. Dabei ist es notwendig, die Drehzahl des Gebläses zu messen und den statischen Druck hinter dem Gebläse zu ermitteln. Mit Hilfe dieser beiden Meßwerte kann man den Betriebspunkt aus den Kennlinien und damit die Luftmenge ermitteln.

## Résumé:

*Dr.-Ing. G. Ackermann: „Meßtechnik bei Gebläseuntersuchungen.“*

*Um die Güte eines Gebläses zu beurteilen und den Einfluß von Konstruktionsänderungen auf die Gebläseleistung zu ermitteln, ist es notwendig, strömungstechnische Messungen durchzuführen. Diese Messungen führt man am besten bei reiner Luftförderung durch, da dann die Meßwerte genauer sind und sich reproduzieren lassen. Der Verfasser berichtet über Druck- und Geschwindigkeitsmessungen und die dafür geeigneten Geräte, sowie über die Messungen zur Feststellung des Leistungsbedarfs eines Gebläses. Aus den Messungen ergeben sich Gebläsecharakteristiken, die zeigen, ob Gebläse und Rohrleitung richtig aufeinander abgestimmt sind oder ob die Drehzahl zur Verringerung des Kraftbedarfs noch herabgesetzt werden kann.*

*Dr. Ing. G. Ackermann: "Measuring Methods for Use in Investigations on Pneumatic Blowers."*

*In order to ascertain the degree of efficiency of a blower and the effect of changes in design, it is necessary to carry out a series of air flow measurements. It is advisable to make these measurements with air alone, whereby the values obtained are of greater accuracy and can be repeated more easily. The Author describes instruments for the measurement of the velocity of flow and pressure, as well as measurements necessary for the determination of output and power requirements for blowers. From these measurements certain characteristics have been determined, from which it can be ascertained whether the blower and the pipe line are of the correct proportions and whether the revolutions of the blower can be still further reduced so that a reduction in power requirements would result.*

*Dr.-Ing. G. Ackermann: «La technique de mesure appliquée aux essais de transporteurs pneumatiques.»*

*Pour pouvoir juger de la qualité d'un transporteur pneumatique et déterminer l'influence de modifications constructives sur le rendement de l'installation, il est nécessaire d'effectuer des mesures aérodynamiques. Ces mesures doivent être entreprises, de préférence, lors d'un transport purement pneumatique, étant donné que les conditions d'essai peuvent être établies d'une façon plus précise et qu'elles peuvent être reproduites fidèlement. L'auteur parle ensuite des mesures de pression et de vitesse effectuées et des appareils de mesure appropriés à ces essais, ainsi que des mesures destinées à la détermination de la puissance absorbée par le ventilateur. Ces essais l'ont conduit à l'établissement de données permettant de juger si la tuyauterie d'un transporteur est proportionnelle à la puissance du ventilateur ou si le nombre de tours peut être encore réduit afin de diminuer les besoins en puissance.*

*Ing<sup>o</sup> Dr. G. Ackermann: «La metrologia en la investigación de los sopladores.»*

*Para que pueda juzgarse de la calidad de un soplador y para decidir de la influencia que puedan tener los cambios de construcción, es preciso efectuar mediciones de la circulación, siendo la más práctica la de la medición de la circulación de aire, ya que así los valores hallados resultan más exactos y que pueden reproducirse. El autor habla de mediciones de la presión y de la velocidad, así como de los aparatos adecuados para las mismas, como también de mediciones para determinar la potencia necesaria del soplador. De las mediciones resultan las características de los sopladores e indican si el soplador y la tubería concuerdan exactamente, o si puede reducirse el número de revoluciones para ahorrar energía.*

Die drei ersten Beiträge dieses Heftes sind die Vorträge, die Ende vergangenen Jahres in einem Fachkolloquium des Arbeitskreises Wissenschaft der Max Eyth-Gesellschaft in Mannheim gehalten worden sind.

Schriftleitung

## Konstrukteur-Tagung 1957

Die nächste Tagung der Landmaschinenkonstruktoren findet vom 13. bis 15. März in Völkensrode statt. Es werden Fragen der motorischen Bodenbearbeitung — sei es nun durch rotierende oder schwingende Werkzeuge — behandelt; weiterhin Fragen der Bodenverdichtung unter fahrenden Maschinen. Die Klagen aus der Landwirtschaft über derartige Schäden wollen nicht verstummen. In Amerika hat man ein umfangreiches Programm für Untersuchungen über dieses Kapitel aufgestellt. Aus den Maschinenuntersuchungen ist ein Bericht über Kräfte messungen an Strohpresen, insbesondere an Aufsammelpresen, zu nennen. Über das Verhalten von Keilriemen wird ein Film vorgeführt. Konstruktive Probleme betreffen den Zusammenhang zwischen Beanspruchungen und Baustil der Landmaschinen und Gestaltfestigkeitsfragen. An einem Nachmittag soll die Ausstellung für Blechkonstruktionen besichtigt werden, die zu der Zeit in der Technischen Hochschule Hannover stattfindet.

Im Anschluß an die Tagung finden am Sonnabend, den 16. März, Kurse statt über praktische Festigkeitsfragen nach dem heutigen Stand und über Getriebefragen.