

triebsstelle aus verhältnißmäßiger bequem die Betriebskraft auf eine große Zahl von Stellen zu vertheilen; man vermag an diesen Stellen Luft des Freien einzuzugeln oder gebrauchte Luft auszublafen, also trotz gemeinschaftlicher unabhängiger Triebkraft das Canalnetz für die Luftab- und Luftzuleitung in einzelne kürzere Theile zu zerlegen.

Wegen der Leitungswiderstände ist die Spannung der Treibluft in den verschiedenen Strahlapparaten eines und desselben Gebäudes verschieden. Man schaltet deshalb Hähne, Ventile oder ähnliche Droffelmittel in das Rohrnetz, um die Endspannungen auszugleichen.

Die Green'schen Düfen (Fig. 87) haben die Aufgabe, die Regelung der Spannung selbständig zu vermitteln. Das Rohr *C* führt die gespannte Luft in den Düfenkopf *B*. Vermöge der Luftspannung wird der Körper *d*, welchen die in der Hülse *A* untergebrachte Feder in der gezeichneten Stellung zu erhalten sucht, nach oben geschoben, wodurch ein freier Spalt zwischen der Mündung des Düfenkörpers *B* und dem nach unten sich verjüngenden Körper *d* entsteht. Dieser Spalt gestattet der gespannten Luft, mit großer Geschwindigkeit auszufrömen, und die im Rohre *D* befindliche Luft nach *E* zu schleudern. Je größer die Spannung der Luft in *B* ist, um so mehr wird *d* nach oben geschoben, also um so breiter der Spalt. Mit Hilfe der veränderlichen Federpannung vermag man aber dem gegen *d* wirkenden Luftdruck einen veränderlichen Widerstand entgegen zu setzen, d. h. man vermag die Luftausfrömung den Verhältnissen anzupaffen.

Lediglich zum Abfugen der Luft ist das Körting'sche Strahlgebläse<sup>52)</sup> verwendbar. Dasselbe ist indess zu geräuschvoll, als daß es für Wohnräume, Versammlungssäle etc. verwendbar wäre. Für die Lüftung der Bergwerke soll es häufig gebraucht werden.

Wasserstrahlapparate zum Einblasen der frischen Luft sind erst in der neuesten Zeit zur Verwendung gelangt. (Vergl. Deutsche Bauz. 1881, S. 147.)

#### δ) Bewegung durch feste Flächen (Gebälfe).

Die Cylinder- oder Kolbengebläse finden für die Zwecke der Heizung und Lüftung höchst selten Verwendung; eben so die Kapselgebläse. Sie können daher hier übergangen werden. Dagegen wird häufig von den Flügelgebläsen Gebrauch gemacht.

Für kleine Drücke *p* (etwa bis 10<sup>kg</sup> für 1<sup>qm</sup> aufwärts) sind die Windflügel oder axialen Gebälfe Fig. 88 zu empfehlen.

Die Flügel derselben sind schräg gegen die Drehachse gestellt, oder haben, was zweckmäßiger ist, die Form von Schraubensflächen. Indem dieselben gegen die Luft drücken, veranlassen sie die letztere, winkelrecht gegen die Flügelfläche auszuweichen, welche Bewegung *ab* zerlegt werden kann in die nützliche *ac*, deren Richtung der Drehachse gleichlaufend ist, und in die schädliche *ad*, welche winkelrecht zur Drehachse auftritt und die Reibung der Luft erheblich vermehrt. Behuf Ausbeutung der ganzen Geschwindigkeit hat man mit Vortheil Leitapparate angewendet<sup>53)</sup>.

Fig. 88.

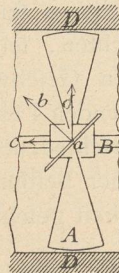
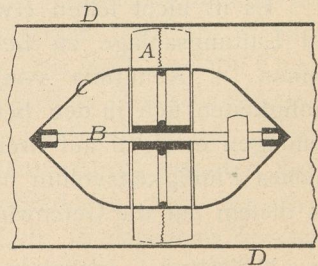


Fig. 89.



Düse von Green<sup>51)</sup>.

141.  
Flügel-  
gebläse.

<sup>51)</sup> *Scientif. Americ.* Vol 42, S. 86.

<sup>52)</sup> *Zeitschr. d. Ver. deutsh. Ing.* 1875, S. 662.

<sup>53)</sup> *Verh. d. nieder-öst. Gwb.-Ver.* 1862, S. 359. *Mitth. d. Gwbver. f. Hannover*, 1862, S. 313.

Die Geschwindigkeit der Flügel ist in der Nähe der Drehachse erheblich geringer, als in größerer Entfernung von derselben. Um die hieraus entstehende Ungleichheit der Wirkung zu mindern, wählt man die Construction in Fig. 89.

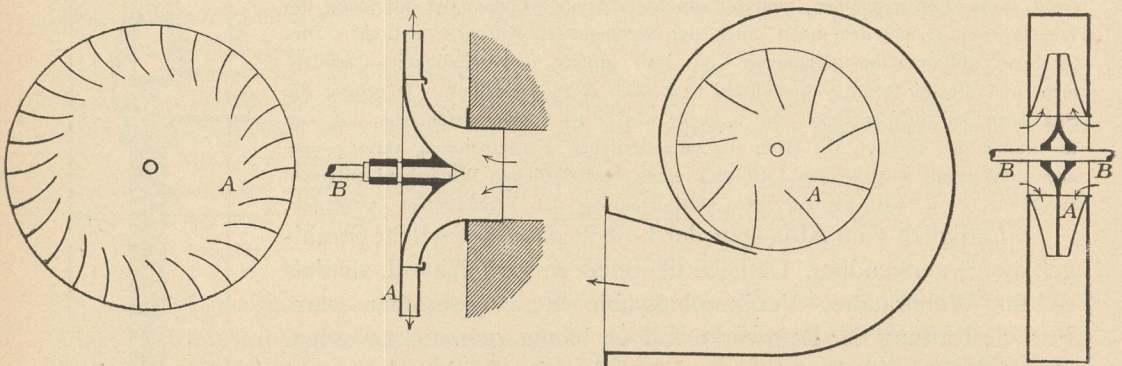
Die kurzen Flügel *A* sitzen auf dem Umfang einer Trommel, die mit Hilfe von Armen an der Welle *B* befestigt ist. Ein Drehkörper *C* lenkt die Luft allmählich den Flügeln *A* zu und vermindert hierdurch die Luftwirbelungen und die mit diesen zusammenhängenden Verluste. Der Mantel *D*, welcher nicht selten aus Mauerwerk gebildet ist, umschließt die Flügel, natürlich möglichst eng.

Für größere Drücke  $p$  (bis 150 kg für 1 qm aufwärts) dürfte das Schleuder-gebläse oder der Centrifugal-Ventilator (Fig. 90 u. 91) unbedingten Vorzug vor dem vorhin genannten Gebläse verdienen.

Die Luft strömt in der Richtung der Drehachse *B* ein, durchströmt das Flügelrad *A* bis zu dessen Umfang und gelangt in tangentialer Richtung zum Abflufs. Diese mehrfache Richtungsänderung des Luftstromes verursacht nicht unerhebliche Verluste in Folge der entstehenden Wirbel, welche Verluste jedoch gegenüber der in Frage kommenden größeren Pressung weniger ins Gewicht fallen.

Fig. 90.

Fig. 91.



Die erforderliche Betriebskraft der Flügelgebläse ist für beste Constructionen, wenn *N* die Zahl der Pferdestärken,  $\mathcal{Q}$  die stündlich geförderte Luftmenge (in Kilogr.) und  $p$  den erzielten Ueberdruck (in Kilogr.) für 1 qm bezeichnet:

$$N = \frac{1}{100\,000} \mathcal{Q} p \dots \dots \dots 84.$$

Da die Anwendung der Gebläse besondere Maschinenanlagen bedingen, die Hinzuziehung eines Maschinenkundigen bei Entwurf einer derartigen Anlage daher unerlässlich ist, so darf ich mich darauf beschränken, in Bezug auf weitere Rechnungen und Constructionen auf die unten genannten Quellen zu verweisen<sup>54)</sup>.

**e) Messen der Geschwindigkeit bewegter Flüssigkeiten.**

Es ist nicht selten erwünscht — sei es, um das Functioniren einer Heizungs- und Lüftungsanlage zu beobachten, sei es, um den Betrieb derselben regeln zu können — Kenntniss von den Geschwindigkeiten zu erhalten, mit denen die Flüssigkeiten sich in den betreffenden Leitungen bewegen. Die hierzu erforderlichen Messungen erfolgen auf drei verschiedenen Wegen, indem entweder bestimmt wird, welches Flüssigkeitsvolum in einer bestimmten Zeit die Rohrleitung durchfließt, und aus diesem auf die Geschwindigkeit geschlossen wird, oder indem der Druck, welchen

142.  
Schleuder-  
gebläse.

143.  
Methoden.

54) WEISSBACH, J. Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Theil III. 2. Aufl. von G. HERMANN. Braunschweig 1876—79.  
RITTINGER. Centrifugalventilatoren und Pumpen. Wien 1858.  
FINK, C. Theorie und Construction der Brunnen-Anlagen, Kolben- und Centrifugalpumpen, der Turbinen, Ventilatoren und Exhauforen. 2. Aufl. Berlin 1878.

die bewegte Flüssigkeit auf eine feste Fläche ausübt, als Maß der Geschwindigkeit dient, oder indem endlich die Geschwindigkeit auf die Flügel eines Rades, dessen Umdrehungszahlen die Größe derselben ausdrückt, übertragen wird.

a) Uebertragung der Geschwindigkeit an die Flügel eines sich drehenden Rades.

Ein Rädchen mit schraubenförmig gebogenen Flügeln wird dem Flüssigkeitsstrom so ausgesetzt, daß die Richtung des letzteren mit der Drehachse des Rädchens zusammenfällt.

144-  
Flügelrad.

An irgend einem Punkte, der um  $\zeta$  von der Drehachse entfernt liegt, treffe die Flüssigkeit mit der Geschwindigkeit  $V$  unter dem Winkel  $\alpha$  auf einen der Flügel, so muß, wenn ein Stoß vermieden werden soll,

$$V = \frac{\zeta}{\operatorname{tg} \alpha} \frac{\pi}{30} n$$

sein.  $n$  bedeutet die Zahl der Umdrehungen des Rades in der Minute. Für ein und dasselbe  $V$  soll selbstverständlich dasselbe  $n$  erhalten werden; sonach muß, da  $\frac{\pi}{30}$  unveränderlich ist, auch  $\frac{\zeta}{\operatorname{tg} \alpha}$  eine constante Größe sein, d. h. es sind die Flügel des Rädchens schraubenförmig zu gestalten.

Die Gleichung für Gewinnung der Geschwindigkeit hat hiernach die Gestalt, wenn  $\mathfrak{A}$  eine von der Construction des Rädchens abhängende unveränderliche Zahl bedeutet:

$$V = \mathfrak{A} n.$$

Der Bewegung des Rädchens stehen Widerstände entgegen (Zapfenreibung, Reibung der Zählwerke etc.), deren Ueberwindung Arbeit erfordert. Behuf Hervorbringung der Arbeit dreht sich das Flügelrädchen langsamer, als die erst gegebene Formel bestimmt, so daß die Flüssigkeit sich vor den Flügeln ein wenig anstaut. Die genannte Arbeit steht nicht in geradem Verhältniß zur Umdrehungszahl des Rädchens; man hat daher der obigen Formel die Gestalt

$$V = a + b n + c n^2 + \dots$$

gegeben und bestimmt für jedes Instrument die Werthe  $a, b, c \dots$  durch Versuche. In der Regel benutzt man nur die beiden ersten Glieder der letztgenannten Formel zur Bestimmung des  $V$ , was zulässig ist, da die Widerstände sich mit der Zeit ändern, also niemals genau berücksichtigt werden können.

Alle Wirbelungen der Flüssigkeiten stören die richtige Drehung des Rädchens, weshalb die Verwendung desselben nur in geraden Canal- oder Rohrstrecken zulässig ist. Eben so müssen die Constructionstheile des Gestelles des Rädchens so gestaltet sein, daß sie möglichst wenig zur Hemmung der Flüssigkeitsströmung beitragen — in dieser Beziehung werden oft recht grobe Fehler gemacht — und die beobachtenden Personen sich in demselben Sinne aufstellen. Letztere Forderung bedingt, daß man das Zählwerk aus größerer Entfernung mit dem Rädchen in Verbindung bringen oder dasselbe ausschalten kann, was entweder durch Benutzung einer Zugseilzug oder besser durch einen Elektromagnet geschehen kann.

Auf dem Gebiete des Heizungs- und Lüftungswesens benutzt man das sich drehende Flügelrädchen nur zum Messen der Luftgeschwindigkeit. Letztere ist selbst in einem sehr regelmässig gestalteten Canal nicht gleich; ein und derselbe Querschnitt läßt vielmehr an verschiedenen Stellen sehr verschiedene Geschwindigkeiten erkennen, wobei keineswegs immer in der Mitte des Querschnittes der größte Werth gefunden wird. Eine einigermaßen zuverlässige Beobachtung erfordert deshalb die gleichzeitige Aufstellung mehrerer solcher Windrädchen, sog. Anemometer, oder eine dauernd gleichmäßige Bewegung der Luft, so daß man Zeit hat, das eine oder die wenigen verfügbaren Anemometer nach einander an verschiedenen Punkten eines Querschnittes aufzustellen. Es liegt auf der Hand, daß das erstere Verfahren weit mehr Zutrauen verdient als das letztere, weil es nahezu unmöglich ist, für längere Zeit einen gleichförmigen Betrieb einer Anlage zu erhalten.

145-  
Anemometer.

*Robinson's* Anemometer, welches aus vier mittels Arme an einer leicht drehbaren Welle befestigten Schalen besteht und dadurch in Umdrehung veretzt wird, dass der Wind gegen die hohlen Flächen der Schalen einen grösseren Druck ausübt, als gegen die erhabenen, ist für die vorliegenden Zwecke nicht zu verwenden.

Von den sog. Anemoskopen, welche vorwiegend die Richtung, weniger die Geschwindigkeit der Luftbewegung erkennen lassen sollen, sind zu nennen: an feinen Fäden aufgehängte Federn, Baumwollbäufchen oder ähnliche leichte Gegenstände, kleine mit Gas gefüllte Bälle, Rauch. Der Rauch einer Cigarre ist nicht allein ein sehr brauchbares, sondern auch wenig belästigendes Mittel zur Erkennung schwacher Luftströmungen<sup>55)</sup>; Pulverrauch empfiehlt sich zur Beobachtung grösserer Luftmengen.

β) Messen des Druckes, welchen der Stoss der bewegten Flüssigkeit auf eine ruhende Fläche ausübt.

Man nimmt an, dass der Druck, welchen ein Flüssigkeitsstrom, dessen Querschnitt wesentlich grösser ist, als die Projection einer von ihm getroffenen ruhenden Fläche, gegen diese ausübt, mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachse, obgleich, genau genommen, das Verhältniss des Druckes zur Geschwindigkeit etwas anders ist. Ferner steht der Druck in geradem Verhältniss zur Dichte der Flüssigkeit.

Bezeichnet  $\mathfrak{A}$  einen Coefficienten, welcher von der Natur und Grösse der getroffenen Fläche abhängt,  $\gamma$  das Gewicht der Raumeinheit,  $V$  die Geschwindigkeit der Flüssigkeit und  $P$  den entstehenden Druck, so ist die Beziehung zwischen diesen beiden durch die Formel auszudrücken:

$$P = \mathfrak{A} \gamma V^2 \text{ oder } V = \sqrt{\frac{P}{\mathfrak{A} \gamma}}.$$

Ein sehr einfach scheinendes Mittel zum Messen des Druckes  $P$  ist die *Pitot'sche Röhre*<sup>56)</sup>. Zwei Röhre liegen bis zu der Stelle, an welcher die Geschwindigkeit gemessen werden soll, lothrecht neben einander; hier endet das eine mit freiem Querschnitt, während das andere rechtwinklich umgebogen und zugespitzt ist, so dass die Mündung senkrecht von der bewegten Flüssigkeit getroffen wird. Ist die letztere z. B. Wasser, so steigt dasselbe in dem mit Biegung versehenen Rohr höher, als in dem anderen; der Höhenunterschied bezeichnet die Grösse des Druckes  $P$ . Vorhin war vorausgesetzt, dass das Wasser sich annähernd wagrecht bewege; durch Aenderungen der Gestalt der *Pitot'schen Röhre* vermag man dieselbe jedoch auch für lothrechte oder geneigte Leitungen zu verwenden, indem man zur Beobachtung der Wassergeschwindigkeit die Messröhre mit Quecksilber, zur Beobachtung der Luftgeschwindigkeit mit Wasser füllt. Die geringen Geschwindigkeiten, welche in den Leitungen der Heizungs- und Lüftungsanlagen vorkommen, bringen nur einen geringen Druckunterschied hervor, so dass es nöthig wird, die zum Ablefen dienenden Enden der Röhre geneigt anzuordnen.

Statt der Flüssigkeitsflächen kann man auch feste Flächen anwenden, gegen welche die bewegte Flüssigkeit unter einem rechten oder spitzen Winkel stösst.

Bei *Wolpert's* Anemometer sind die festen Flächen, gegen welche die Flüssigkeit stösst, in Gestalt eines Windrädchens angeordnet, welches in Folge des Druckes sich zu drehen bestrebt ist, während eine Feder der Drehung Widerstand leistet. Da der freie Querschnitt zwischen den Flügeln wesentlich kleiner ist als derjenige, welcher von dem Apparat beherrscht wird, so entsteht eine Stauung der bewegten Flüssigkeit, die zu Seitenbewegungen und Wirbelungen derselben führt, so dass ich dieses sog. statische Anemometer nicht zu empfehlen vermag.

Andere lassen den Strom, dessen Geschwindigkeit gemessen werden soll, möglichst winkelrecht gegen eine Platte fliessen, die mit einem belasteten Hebel derart verbunden ist, dass der Grad des Ausschlages dieses letzteren die Grösse des Druckes  $P$  anzeigt<sup>57)</sup>. Solche schon im vorigen Jahrhundert bekannte Instrumente sind besonders geeignet, der Bedienungsmannschaft Kunde von der Geschwindigkeit der Luft in den Canälen zu geben; sie werden zu diesem Zwecke an den Beobachtungsstellen dauernd angebracht.

<sup>55)</sup> Vergl. RECKNAGEL, G. Ueber ein zu Geschwindigkeitsmessungen an Luftströmen geeignetes Instrument. WIEDEMANN'S Annalen 1878, S. 149.

<sup>56)</sup> Vergl. RÜHLMANN, M. Hydromechanik. 2. Aufl. Braunschweig 1880, S. 367.

<sup>57)</sup> Vergl. RÜHLMANN, M. Hydromechanik. 2. Aufl. Braunschweig 1880. S. 367, 369. — WOLPERT, A. Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. Braunschweig 1880. S. 246.