

β) Nackte Rohre, $l = 100$ m.

D	$Kl (D + \delta)$	$\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	31	1,03	30	10 800	17 600	6 800	36,7	28,28
0,031	37	1,23	30	»	13 200	2 400	34,2	18,40
0,037	43	1,43	30	»	12 000	1 200	28,5	12,91
0,044	50	1,66	30	»	11 400	600	23,2	9,13
0,050	68	2,26	30	»	11 240	440	22,29	7,07
0,060	78	2,60	30	»	11 040	240	17,33	4,91
0,070	88	2,93	30	»	10 913	113	14,06	3,61
0,080	98	3,26	30	»	10 867	67	11,79	2,76
0,090	108	3,60	30	»	10 842	42	10,04	2,18
0,100	118	3,93	30	»	10 828	28	6,59	1,77

γ) Gut umkleidete Rohre, $l = 100$ m.

D	$Kl (D + \delta)$	$\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	12,2	0,10	120	12 000	36 100	24 100	40,11	102,9
0,031	13,4	0,11	120	»	23 400	11 400	39,92	66,9
0,037	14,6	0,12	120	»	17 300	5 300	37,60	47,1
0,044	16,0	0,13	120	»	14 600	2 600	31,52	33,2
0,050	19,6	0,16	120	»	13 450	1 450	25,16	25,7
0,060	21,6	0,18	120	»	12 610	610	20,15	17,8
0,070	23,6	0,20	120	»	12 290	290	15,37	13,1
0,080	25,6	0,21	120	»	12 150	150	12,05	10,0
0,090	27,6	0,23	120	»	12 090	90	9,70	7,9
0,100	29,6	0,24	120	»	12 040	40	8,00	6,4

δ) Gut umkleidete Rohre, $l = 100$ m.

D	$Kl (D + \delta)$	$\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	12,2	0,41	30	10 800	14 400	3 600	30,61	28,28
0,031	13,4	0,44	»	»	12 200	1 400	23,84	18,40
0,037	14,6	0,48	»	»	11 400	600	18,29	12,91
0,044	16,0	0,53	»	»	11 070	270	13,69	9,13
0,050	19,6	0,65	»	»	10 960	160	11,54	7,07
0,060	21,6	0,72	»	»	10 870	70	8,40	4,91
0,070	23,6	0,79	»	»	10 833	33	6,45	3,61
0,080	25,6	0,85	»	»	10 818	18	5,12	2,76
0,090	27,6	0,92	»	»	10 810	10	4,14	2,18
0,100	29,6	0,98	»	»	10 806	6	3,513	1,77

Aus den gegebenen Tabellen ist zunächst (was hier nebenfächlich) zu ersehen, welchen hohen Werth eine gute Rohrumhüllung in Bezug auf Dampfersparnis hat. Ferner erfieht man aus denselben die Bedeutung des Wärmeverlustes für den Reibungswiderstand, sobald man die Zahlenreihen unter $p_1 - p_2$ vergleicht; endlich geht aus dem Vergleich der Zahlenreihen v_1 und v_2 hervor, wie nothwendig es ist, die allerdings unbequemen Formeln 81. und 82. anstatt solcher zu verwenden, welche die Wärmeverluste vernachlässigen.

Die Reihen $\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$ in den Tabellen α) und β), namentlich aber in β)

lehren, das man den Dampfleitungen oft eine erheblich grössere Dampfmenge überliefern muss, als die am Bestimmungsorte geforderte ist. Die Frage, welche Mittel zu ergreifen sind, um die grossen Dampfverluste zu mindern, beantwortet die Formel 82. gleichfalls, wie die hier folgende kleine Zusammenstellung ergibt.

l	D	$Kl (D + \delta)$	$\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
100	0,025	12,2	0,10	120	37 000	38 500	1 500	38,2	36,0
100	0,031	13,4	0,11	120	37 000	37 870	870	25,5	23,4

Eine Erhöhung der Endspannung des Dampfes p_2 auf 37 000 kg oder 2,7 Atm. Ueberdruck vermindert den Reibungswiderstand in gut eingehüllten 25 mm weiten Rohren von 24 100 auf 1500 kg für 1 qm, ermöglicht also, die verlangten 120 kg Dampf mittels eines nur 25 mm weiten Rohres zu fördern.

d) Mittel zum Bewegen der Flüssigkeiten.

Die Bewegungswiderstände können überwunden werden, indem man absichtlich den oben erwähnten Auftrieb erzeugt, die lebendige Kraft der bewegten freien Luft, des Windes benutzt, Flüssigkeiten mit entsprechenden Spannungen mittels fog. Strahlapparate auf die zu bewegendende Flüssigkeit wirken lässt, oder endlich, indem man feste Flächen zum Fortschieben der zu bewegendenden Flüssigkeiten verwendet. Ein fünftes Mittel, welches zur Bewegung des Dampfes verwendet wird und lediglich die Erzeugung der erforderlichen Dampfspannung bedingt, bedarf nur der Erwähnung.

a) Bewegen der Flüssigkeiten durch Auftrieb.

Der Auftrieb kann sowohl im positiven, als auch im negativen Sinne gebraucht werden, indem durch Erwärmen der Flüssigkeit der positive Auftrieb, die nach oben treibende Kraft erzeugt wird, während durch Abkühlen der Flüssigkeit eine Kraft gewonnen wird, die zum Bewegen in niedergehender Richtung benutzt werden kann. Die Erwärmung, bezw. Abkühlung kann innerhalb derjenigen Temperaturen stattfinden, welche eine Aenderung des Zusammenhangszustandes der Flüssigkeit ausschliesst, oder sie kann bis zur Aenderung desselben, so das die elastische Flüssigkeit tropfbar wird oder umgekehrt, getrieben werden.

Vorerst mag die Rede sein von dem durch mässige Er-, bezw. Entwärmung hervorgebrachten Auftrieb.

Nach Formel 65. ist derselbe

$$p = h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \right\}, \dots \dots \dots (65.)$$

wenn p die gewöhnliche Bedeutung hat, h die Höhe der Säule, welche von der Temperatur t auf die Temperatur t_1 erwärmt ist, und γ_0 das Gewicht von 1 cbm der Flüssigkeit bei 0 Grad bezeichnet.

Zu derselben Formel gelangt man, wenn man den Canal der Fig. 65 sich, wie durch Punktirung angedeutet, durch einen U-förmig gebogenen Canal zu fog. »communicirenden Röhren« vervollständigdet, bei welcher die oberen Oeffnungen beider Canalschenkel unter gleichem Druck stehen, sei es, das sie hier ein und demselben Atmosphärendruck ausgesetzt sind, sei es, das sie auch oben mit einander verbunden sind.

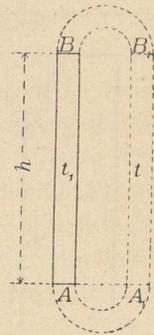
Vermöge der Kraft p wird, wenn $t_1 > t$ ist, die t_1 Grad warme Flüssigkeit emporsteigen und über den Rand B des Canales oder des Rohres (Fig. 65) AB abfliessen, während zu gleicher Zeit im Rohr $A_1 B_1$, oder dem dieses erfetzenden Raum die

129.
Mittel.

130.
Auftrieb
durch Er-, bezw.
Entwärmung.

t Grad warme Flüssigkeit niederfinkt. Soll dieser Umlauf dauernd erhalten bleiben, so muß offenbar bei A eine Erwärmung von t auf t_1 , bei B_1 eine Abkühlung von t_1 auf t stattfinden. Der betreffende Temperatureaustausch kann längs eines größeren Theiles der Höhe h stattfinden, oder auch innerhalb eines sehr kleinen Theiles derselben. In dem letzteren Falle ist die in Rechnung zu stellende Höhe h ohne Weiteres zu finden; im ersteren Falle muß sie noch gesucht werden.

Fig. 65.



Die Erwärmung erfolge bei A (Fig. 65) mittels einer Heizfläche ab (Fig. 66 u. 67), deren eine Seite von einer Flüssigkeit berührt wird, deren Temperaturen T_1 und T_2 größer sind, als die Temperaturen t_1 und t_2 derjenigen Flüssigkeit, welche ab an der entgegengesetzten Seite berührt. Die Erwärmung der links von ab befindlichen Flüssigkeit möge nun durch die Fläche $abca_1$ dargestellt sein, in welcher $aa_1 = t_1$, d. h. gleich der Anfangstemperatur, $bc = t_2$, d. h. gleich der Endtemperatur ist. Der Verlauf der Curve a_1c ist ein verschiedener. Sobald die beiden wärmeaustauschenden Flüssigkeiten in entgegengesetzter Richtung sich bewegen (Fig. 66, Gegenstrom), so kann der Sonderfall eintreten, daß $T_2 - t_1 = T_1 - t_2$ und in derselben Weise der Temperaturunterschied längs der ganzen Höhe h_1 unverändert bleibt; alsdann nimmt die Temperatur der links von ab aufsteigenden Flüssigkeit für jeden Theil der Höhe h_1 derselben Größe um gleich viel zu, d. h. die Curve a_1c wird eine gerade

Fig. 66.

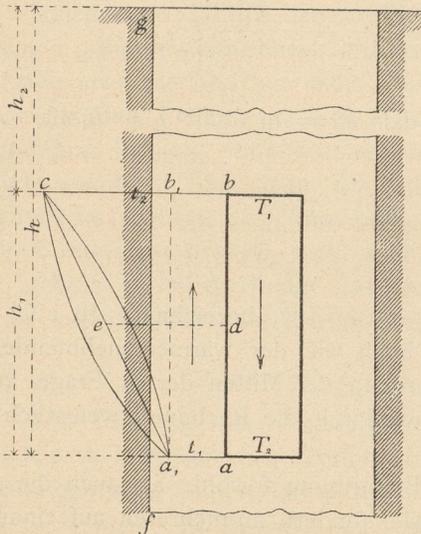
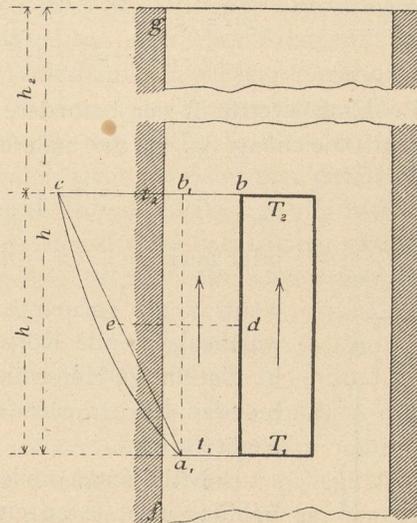


Fig. 67.

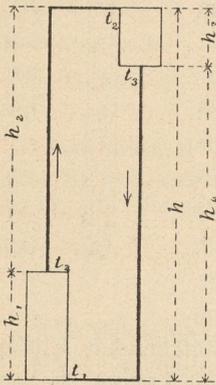


Linie. Ist bei Gegenstrom $T_1 - t_2 < T_2 - t_1$, so fällt die Curve a_1c links; ist dagegen $T_1 - t_2 > T_2 - t_1$, so fällt sie rechts der geraden Linie a_1c .

Bei Parallelstrom (Fig. 67) ist der Temperaturunterschied bei b immer kleiner, als bei a , eben so, wenn T unverändert bleibt; folglich muß in diesen beiden Fällen die Curve a_1c immer auf die linke Seite der geraden Linie fallen. Wenn man daher bei Berechnung des Auftriebes innerhalb der Höhe h_1 annimmt, daß die Curve a_1c mit der geraden Linie zusammenfällt, oder die mittlere Temperatur,

durch die Länge ed dargestellt, gleich $\frac{t_1 + t_2}{2}$ sei, so erhält man in den meisten Fällen einen kleineren Werth für die GröÙe des Auftriebes, als in Wirklichkeit eintritt; man geräth daher nur sehr selten in die Gefahr, den Auftrieb gröÙer in Rechnung zu stellen, als derselbe wirklich ist. Es mag daher im Folgenden immer die mittlere Temperatur innerhalb h_1 zu $\frac{t_1 + t_2}{2}$, bzw. das Einheitsgewicht der in der Höhe h_1 befindlichen Flüssigkeit gleich

Fig. 68.



Temperatur innerhalb h_1 zu $\frac{t_1 + t_2}{2}$, bzw. das Einheitsgewicht der in der Höhe h_1 befindlichen Flüssigkeit gleich

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}$$

gesetzt werden. Für besondere Fälle wird man eine, beiläufig bemerkt, recht umständliche Rechnung anwenden müssen.

Für die Berechnung des Gewichtes innerhalb der Höhe h_3 (Fig. 68), innerhalb welcher die Abkühlung von t_2 Grad auf t_1 Grad stattfindet, ist genau dasselbe Verfahren anzuwenden, so dass für den Auftrieb, welcher der schematischen Anordnung Fig. 68 eigen ist, folgender Ausdruck gewonnen wird:

$$p = \left\{ h_3 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} + h_4 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - h_1 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} - h_2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}$$

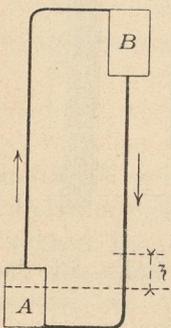
oder:

$$p = \gamma_0 \left\{ \frac{h_3 - h_1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} + \frac{h_4}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \right\} \dots \dots \dots 83.$$

Erwähnenswerth ist der besondere Fall, dass $h_3 = h_1$, somit $h_2 = h_4$ ist. Alsdann wird Gleichung 83. zu der anderen:

$$p = h_2 \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} \dots \dots \dots 83a.$$

Fig. 69.



oder auch: $p = (h - h_1) \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}$, wenn h die gefammte Höhe = $h_1 + h_2$ bezeichnet. Ist also der wärmeabgebende Körper so hoch wie der wärmeaufnehmende, so ist als einzige Höhe die Entfernung der Mitten der in Frage kommenden Körper einzusetzen, wodurch die Rechnung wesentlich erleichtert wird.

Nicht selten findet die Erwärmung sowohl, als auch die Abkühlung nicht je an einer Stelle, sondern an mehreren auf einander folgenden Orten statt. Alsdann sind offenbar die Höhen weiter zu zerlegen, im Uebrigen so zu verfahren wie vorhin.

Das mit Hilfe der Gleichung 83. gewonnene p ist nun der Summe der Widerstände gleich zu setzen, um die Bedingungen zu finden, unter denen der Auftrieb im Stande ist, die geforderte Bewegung hervorzubringen.

Eine besondere Art der Verwendung des Auftriebes kommt bei Dampfheizungen vor. Es bezeichne (Fig. 69) A den Dampferzeuger, B den Wärmefrahler;

der Dampf strömt nach oben, während das gebildete Wasser zum Dampferzeuger zurückkehrt. In dem Rücklaufrohr wird nun nothwendigerweise der Wasserspiegel um eine Gröfse z höher stehen, als im Dampferzeuger, welche Gröfse in derselben Weise berechnet werden kann, wie der Auftrieb bisher berechnet wurde. Da jedoch das Gewicht des Dampfes gegen das Gewicht des Wassers verschwindet, so ist das einfachere Verfahren im Gebrauch und zulässig, die Wasserhöhe z (in Millim.) der Summe der Widerstände, welche bei dem Umlauf der Flüssigkeit auftreten, gleich zu setzen.

Der Auftrieb wird, wie so eben erwähnt, benutzt, um den in niedriger gelegenen Räumen erzeugten Dampf nach höher gelegenen zu fördern; er findet Anwendung zur Fortbewegung erwärmten Wassers, dessen Wärme man in höher gelegenen Räumen benutzen will; er ist fast immer die treibende Kraft, um die an Heizflächen erwärmte Luft dem zu erwärmenden Raume zuzuführen und die hier abgekühlte zu den Heizflächen zurückzuholen; er dient auch in vielen Fällen zur Herbeiführung des Luftwechsels.

Zu dem Ende kann man die frische Luft erwärmen oder abkühlen, je nachdem die Temperatur des zu lüftenden Raumes eine höhere oder niedrigere, als die des Freien ist. Bei annähernd gleichen Temperaturen des Freien und des Zimmerinneren ist der Auftrieb gering oder gleich Null, so dafs er hier die zuletzt genannte Verwendung nicht finden kann; gröfsere Temperaturunterschiede bringen dagegen genügende Kräfte hervor. Man ist sonach in der Benutzung des Auftriebes, so weit derselbe durch Temperaturänderung der frischen Luft hervorgebracht wird, abhängig von den zufälligen Temperaturen des Freien, weshalb auf diesem Wege keine zuverlässige Lüftung hervorgebracht werden kann.

Indem man die aus dem zu lüftenden Raume abzuführende Luft erwärmt und in einen entsprechend hohen Canal treten läfst, kann man ohne Schwierigkeit einen Auftrieb erzeugen, welcher nicht allein die Widerstände in diesem Abführungscanal zu überwinden, sondern auch die Spannung in dem betreffenden Raume so weit zu vermindern vermag, dafs der äufsere Luftdruck die frische Luft durch geeignete Canäle eintreibt. Man nennt die lothrechten Schachte, welche den entsprechenden Auftrieb im vorliegenden Sinne hervorzubringen haben, Lüftungs-, Ventilations- oder Lockschornsteine, wohl auch Saugeffen oder Saugchlote, und die Art des Lüftens Lüftung durch Saugen oder Aspiration. Es wird von demselben weiter unten eingehender die Rede sein.

β) Bewegen der Luft durch den Wind.

Der Gedanke, die lebendige Kraft des Windes zum Hervorbringen des Luftwechsels zu benutzen (nur hierfür wird der Wind benutzt), liegt sehr nahe; es erscheint gleichsam selbstverständlich, dieses von der Natur kostenfrei gelieferten Mittels sich zu bedienen für Zwecke der Reinigung unserer Häuser, wie es benutzt wird zum Betriebe der Windmühlen und zum Forttreiben der Schiffe. Die Erinnerung an die beiden zuletzt genannten Verwendungsarten mahnt jedoch schon zur Vorsicht, indem die Dampfmaschine in sehr vielen, wenn nicht in den meisten Fällen, sobald alle Umstände in Betracht gezogen werden, eine billigere Betriebskraft zu liefern vermag, als der Wind.

Wenn man beachtet, welche aufmerksame Bedienung durch Menschenhand erforderlich ist, um die Unregelmäßigkeiten des Windes für die Benutzung desselben bei Windmühlen und Segelschiffen in erträglichem Mafse auszugleichen, eine Be-

132.
Benutzung
des
Auftriebes.

133.
Aspiration.

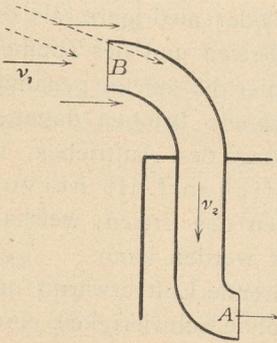
134.
Werthschätzung
dieses Mittels.

dienung, welche die Benutzung desselben für Lüftungszwecke zu einer recht theueren macht, wenn man ferner bedenkt, daß bei starken Luftströmungen im Freien der zufällige Luftwechsel durch die Poren der Wände, in sehr vielen Fällen wenigstens, eine künstliche Lüftung unnöthig macht, bei ruhiger Luft aber die auf Benutzung des Windes begründeten Lüftungseinrichtungen unwirksam werden; so bedarf es keiner eingehenden Ueberlegung, um zu erkennen, daß der Wind nur in einzelnen Fällen ein willkommenes Mittel zum Bewegen der Luft sein kann.

Aus diesem Grunde werde ich nur eine kleine Auswahl einschlägiger Einrichtungen beschreiben, von einer rechnungsmäßigen Behandlung derselben aber ganz absehen.

Die unmittelbarste Benutzung des Windes zum Einblasen der Luft, also zum Bewegen der frischen Luft, findet statt, indem man das Luftleitungsrohr AB (Fig. 70) mit feinem Ende B so gegen den Wind richtet, daß die Windrichtung mit der

Fig. 70.

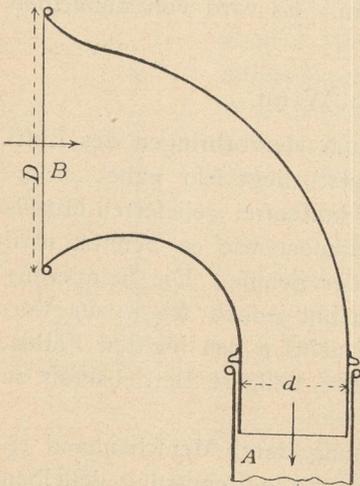


Axe des offenen Rohrendes zusammenfällt. Würden der Bewegung der Luft in dem Rohr AB und eben so an der Mündung A keine Hemmnisse bereitet, so würde die Geschwindigkeit v_2 in der Leitung der Geschwindigkeit v_1 des Windes gleich sein. Die angedeuteten Hemmnisse sind jedoch vorhanden, so daß zur Ueberwindung derselben die lebendige Kraft $\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2}$ verbraucht

wird, wenn m die Masse der secundlich in Frage kommenden Luftmenge bedeutet. Es muß somit $v_2 < v_1$ sein; folglich tritt den Widerständen noch der Druckverlust durch Stofs an der Mündung B des Rohres hinzu.

Um eine grössere Geschwindigkeit v_2 als die durch Fig. 70 wiedergegebene Einrichtung gestattet, hervorzubringen, erweitert man die Mündung B trichterförmig, wie Fig. 71 erkennen läßt, so daß der Unterschied der lebendigen Kräfte nicht mehr $\frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2)$, sondern $\frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_2 v_2^2}{2}$ wird,

Fig. 71.



in welchem Ausdrücke m_1 die Masse der auf den Durchmesser D treffenden Luft, m_2 die Masse derjenigen Luftmenge bezeichnet, welche die Rohrweite d durchströmt. Die Form der Fig. 71 hat nebenbei noch den Vortheil, bei wechselnder Neigung des Windes gegen die Wagrechte, welche (wie in Fig. 70 punktirt angedeutet) bei der erstgenannten Anordnung die Wirksamkeit schwächt, den Zutritt des Windes zu erleichtern.

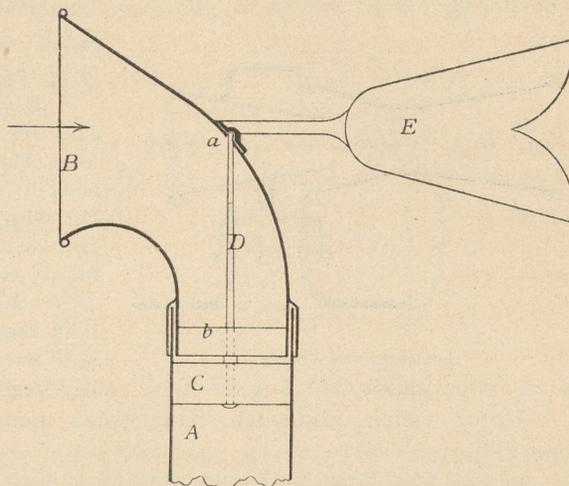
Der trichterförmig erweiterte Kopf B ist in dem festen Rohr A drehbar, um die Mündung der wechselnden Windrichtung folgen lassen zu können. Das entsprechende Einstellen erfordert regelmäßige Beaufsichtigung; man findet den Kopf Fig. 71 deshalb fast nur auf Schiffen, wo das Richten des Kopfes Seitens der Mannschaft gelegentlich besorgt wird, und bei Eisenbahnzügen, deren Geschwindigkeit meistens grösser ist, als diejenige des Windes, so daß die hier zur Verwendung kommende relative Geschwindigkeit der Luft angenähert der Fahrtrichtung entgegengesetzt ist,

also die Einstellung des Kopfes nur selten erforderlich wird.

Der Kopf, welchen Fig. 72 im lothrechten Schnitt darstellt, dreht sich selbstthätig nach dem Winde.

Zu dem Ende ist mit dem festen Rohr *A* der Steg *C* und die Spindel *D* fest verbunden. Der Kopf *B* stützt sich mit Hilfe der Pfanne *a* auf die Spitze, mit Hilfe des Steges *b*, der in der Mitte eine geeignete Bohrung besitzt, an dem Fuße der Spindel, so daß er sich um *D* leicht zu drehen vermag. Die Fahne *E* wird Seitens des Windes einseitig getroffen, so fern die Mündung des Kopfes *B* der Windrichtung nicht gehörig entgegengesetzt ist, und dreht in Folge dessen den Kopf in die richtige Lage.

Fig. 72.



Das Abfagen der Luft findet mit Hilfe ähnlicher Köpfe statt, wie die beiden Constructionen in Fig. 73 und 74 zeigen.

Beim Kopfe in Fig. 73 ist die Mündung *B* des Luftröhres *AB* von dem Winde ab gerichtet. Indem der Wind rings um den Rand in seiner bisherigen Richtung hervorströmt, reiben sich die Theilchen desselben, welche mit der hinter der Mündung *B* (nämlich bei *C*) befindlichen Luft sich be-

rühren, an dieser und veranlassen sie, unter Verluft an eigener Geschwindigkeit, sich an ihrer Bewegungsrichtung sowohl, als auch an ihrer neuen Geschwindigkeit zu betheiligen. Es wird hierdurch der Druck vor der Mündung verringert, so daß der Druck an dem entgegengesetzten Ende der Leitung die Luft durch die Leitung treibt. In Folge des Zusammentreffens der mit der Geschwindigkeit v_2 die Mündung *B* verlassenden Luft mit dem Winde, welcher sich mit der größeren Geschwindigkeit v_1 bewegt, entstehen, außer der beabsichtigten Wirkung, Wirbelungen, die zu Verlusten an lebendiger Kraft führen und die Leistung beeinträchtigen. Letztere hängt, wie leicht zu übersehen, nicht allein von der Gröfse der Geschwindigkeit v_1 und dem soeben erwähnten Verluft durch Wirbelungen, sondern auch von der Gröfse der Be-

rührungsfläche zwischen bewegter und zu bewegender Luft ab.

Der Kopf in Fig. 73 dreht sich selbstthätig nach der Windrichtung. Zu dem Ende ist an dem Kopf eine Spindel *ab* befestigt, deren unteres Ende am Boden, deren obere Rundung im oberen Ende des mit dem festen Rohr *A* verbundenen engen Rohres *c* Stützung findet. Die Spitze *d* nebst deren Verbindungsstück dient zur Gewichtsangleichung des drehbaren Kopfes, so daß die Reibung der Spindel im Halslager eine möglichst geringe ist.

Fig. 74 stellt einen anderen drehbaren Saugkopf im Grundrifs und lothrechten Schnitt dar. Hier besteht der drehbare Kopf *B* aus einem Blechkegel, dessen Wand, nachdem man zwei wagrechte und einen lothrechten Schnitt in derselben angebracht hat, aufgebogen ist, so daß diese Wandtheile *d, d* mit der Windrichtung gleichlaufend sind. In dem festen Rohr *A* ist, mit Hilfe des Steges *C*, die Spindel *a* befestigt, deren Spitze den drehbaren Kegel *B* an dessen Spitze und deren unterer runder Theil, unter Vermittelung des Steges *b*, die Grundlinie des Kegels stützt und führt. *e* bezeichnet ein Gegengewicht zur Ausgleichung des durch das Ausbiegen der Lappen *d, d* einseitig gewordenen Gewichtes des drehbaren Kegels.

136.
Abfagen
der Luft.

Fig. 73.

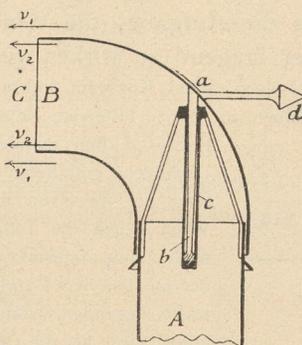
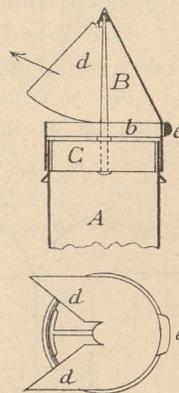
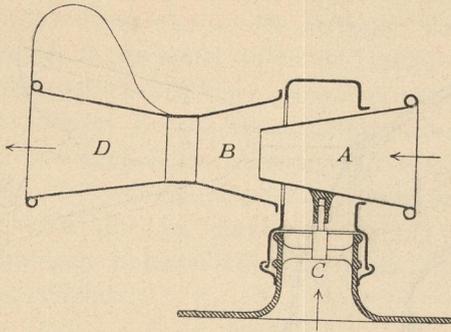


Fig. 74.



137.
Drehbare
Luftfanger.

Fig. 75.



Luftsauger von Körting.

In vortheilhafterer Weise, als bei den beschriebenen Köpfen, wird die lebendige Kraft durch den *Körting'schen* Saugkopf (Fig. 75) ausgenützt.

Der Theil *ABD* dreht sich, unter Vermittelung eines auf *D* befestigten Flügels, um einen Zapfen des festen Theiles *C*, welcher im vorliegenden Falle so geformt ist, wie er bei Eisenbahnwagen Verwendung findet. Der Wind tritt in die Düse *A*, berührt die angefaugte Luft bei *B* von innen — was unwesentlich ist — und strömt mit dieser durch die Verengung zwischen *B* und *D*, so dass die ungleichen Geschwindigkeiten sich möglichst ausgleichen. An der Mündung von *D* tritt abermals eine Saugwirkung Seitens des an der Aussen Seite des Saugkopfes entlang strömenden Windes statt.

Unter vielen ähnlichen Saugköpfen nenne ich hier noch diejenigen von *Banner*⁴⁵⁾.

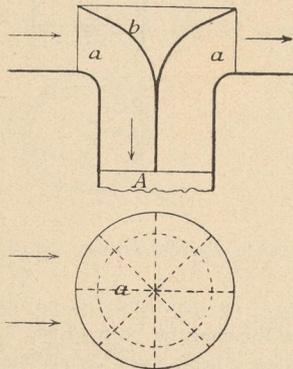
138.
Unbewegliche
Saug- und
Blasköpfe.

Die drehbaren Saug- und Einblasköpfe leiden an grosser Abnutzung, da sie fast ausnahmslos den Unbilden der Witterung ausgesetzt sind. Namentlich werden die Zapfen und Lager sehr bald aufgeschliffen, indem die Oberflächen derselben verrosten und der Rost leicht abgerieben wird. Man hat deshalb die Zapfen und Lager häufig von Glas oder Quarz gemacht, dadurch aber den Preis der Köpfe nicht unwesentlich erhöht. Diejenigen Köpfe, welche ohne bewegliche Theile sind, jedoch Aehnliches leisten, wie die drehbaren Köpfe werden daher im Allgemeinen vorgezogen; man bezeichnet sie häufig mit dem Namen »Deflectoren«.

Dieselben haben die Aufgabe, die Windrichtung so abzulenken, dass dieselbe entweder blasend oder saugend zu wirken vermag.

Fig. 76 versinnlicht einen festen Kopf im lothrechten Schnitt und Grundrifs, welcher bei jeder Richtung des Windes denselben in den zu lüftenden Raum lenken soll. Im oberen erweiterten Theil des Rohres *A* sind radiale Wände *a* angebracht, welche sich an den als

Fig. 76.

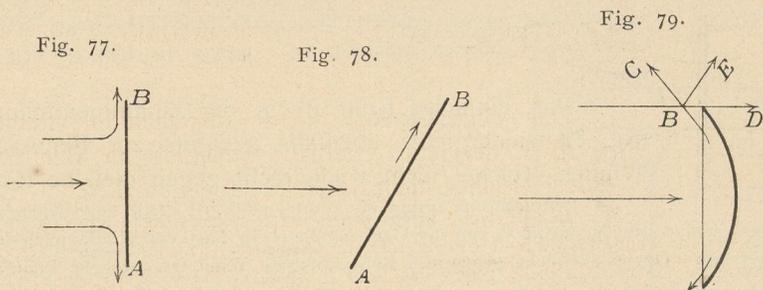


Drehfläche gestalteten Deckel *b* anschliessen. Indem der in der Richtung der links von der Figur gezeichneten Pfeile den Kopf treffende Wind gegen die Fläche *b*, bzw. die Wände *a* trifft, wird derselbe nach unten abgelenkt. Gleichzeitig faugt, in früher erörterter Weise, der an dem Kopf vorbeiströmende Wind an den vom Winde ab, hier rechts liegenden Oeffnungen. Da indessen die Saugwirkung geringer ausfallen wird, als die Druckwirkung, so vermag der absteigende Luftstrom unter Verlust eines Theils seiner Geschwindigkeit die Saugwirkung zu überwinden, so dass die Luft des Rohres *A* thatsächlich die abwärts gerichtete Bewegung ausführt; die Leistung des Kopfes kann jedoch niemals gross sein.

Ein Luftstrom, welcher winkelrecht gegen eine ebene Fläche *AB* (Fig. 77) stösst, verliert seine Geschwindigkeit in seiner bisherigen Bewegungsrichtung; die lebendige Kraft verwandelt sich in Druck, welcher die Luft nach allen Seiten längs der ebenen Platte *AB* fortstößt. Diese Ablenkungsart wird für viele Saugköpfe benutzt, indem man den Windstrom winkelrecht gegen eine ebene Fläche, wie in Fig. 77, geneigt gegen eine solche, wie in Fig. 78, oder gegen erhabene oder hohle Flächen, wie in Fig. 79, führt. Vielfach wird jedoch die Saugwirkung an den Rändern der Flächen überschätzt; in dem Fall der Fig. 79 bewegt sich die auf die

⁴⁵⁾ *Iron*, Vol. 8, S. 424; Vol. 15, S. 307.

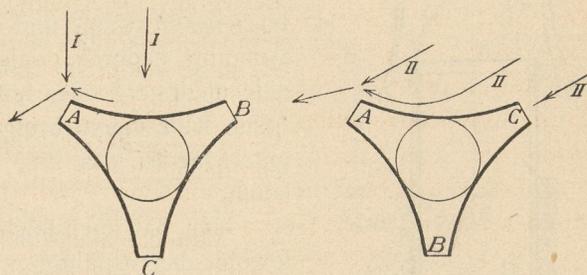
Fläche AB treffende Luft zwar zunächst längs der Fläche, z. B. nach dem Punkte B ; in Folge anderer Windtheile, welche in der Richtung BD am Rande der in Rede



stehenden Fläche vorbei zu strömen suchen, wird aber die Richtung BC in die Richtung BE abgelenkt.

Die Saugwirkung des dreieckigen Kopfes, dessen Einrichtung die wagrechten Schnitte der Fig. 80 veranschaulichen, ist daher ziemlich gering, so lange der Wind im Sinne der Pfeile I gegen denselben trifft, indem sowohl an dem Spalt C , als auch an den Spalten A und B der Wind nur in ungünstiger Weise zu saugen vermag. Die Pfeilrichtung II beeinflusst die Spalten A und B in vortheilhafterer Art, während durch den Spalt C geradezu Luft eingeblasen wird. Der in Rede stehende Saugkopf, so wie seine Abarten sind noch wenig zu empfehlen; ich begnüge mich daher, in Bezug auf derartige Köpfe auf die angezogene Quelle⁴⁶⁾ zu verweisen.

Fig. 80.



Vortheilhafter ist die Wir-

kung des einfachen, außen glatten Rohres (Fig. 81), so lange der Wind winkelrecht oder gegen das lothrechte Rohr in steigender Richtung trifft. *Wolpert*⁴⁷⁾ giebt folgende Versuchsergebnisse, welche gewonnen wurden, indem ein Luftstrom winkelrecht gegen ein lothrechtetes Rohr geführt wurde:

Rohrweite . .	0,02				0,04				0,06				0,092		Meter
Geschwindigkeit des Windes	31	17,6	12	8	31	18,4	12	8	31	17,6	12	8	28,3	12	Meter
Geschwindigkeit der Luft im Rohr . .	22	12,4	10,4	5,6	23,6	12,4	10,4	5,6	17,6	9,6	8,8	4,8	16,8	8,8	Meter
Verhältniß:															
einzeln . . .	0,71	0,70	0,86	0,70	0,76	0,67	0,86	0,70	0,57	0,54	0,73	0,60	0,59	0,73	
im Mittel .	0,72				0,75				0,61				0,66		

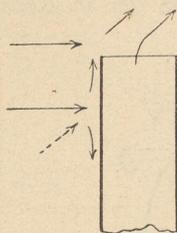
Das einfache Rohr wird untauglich, sobald, was häufig der Fall ist, der Wind in nach unten geneigter Richtung gegen dasselbe stößt.

Der *Wolpert'sche* Saugkopf (Fig. 82) ist für alle möglichen Windrichtungen geeignet, eine, wenn auch geringere Saugwirkung zu erzeugen. In den gemauerten Schacht A ist das Rohr B gesteckt, welches den hohlen Drehkörper C und schliesslich die Deckplatte D trägt. Der wagrechte Wind (ausgezogene, einfache Pfeile) hemmt an den Stellen a und b der ringförmigen Spalten das Eintreten desselben, während

⁴⁶⁾ *Iron*, Vol. 11, S. 552.

⁴⁷⁾ *Zeitfchr. f. Biologie*, 1877, S. 406.

Fig. 81.

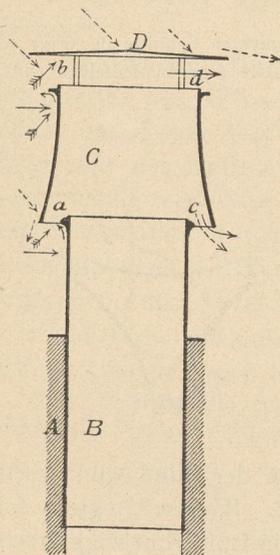


er bei *c* und *d* faugend wirkt; der nach unten geneigte Wind (punktirte Pfeile) faugt bei *d*, *a* und *c*, während — je nach der Neigung des Windes — ein Theil desselben bei *b* in den Kopf einzudringen vermag; der nach oben geneigte Wind endlich (ausgezogene, gefiederte Pfeile) läßt mehr oder weniger große Luftmengen bei *a* und *b* eintreten, während bei *c* und *d* die Luft aus dem Kopf gefaugt wird⁴⁸⁾.

Das einfache Rohr ist in der Zusammenstellung, welche Fig. 84 wiedergibt, ebenfalls geeignet zur Benutzung solchen Windes, welcher nicht winkelrecht gegen dieselbe stößt.

Beispielsweise bringt die (durch punktirte Pfeile angedeutete) Windrichtung ein Saugen bei *a* und *c* hervor, während von der Oeffnung *b* aus ein Theil des Windes nach dem Saugrohr *A* zu gelangen vermag. Der winkelrecht gegen das Rohr stoßende Wind (ausgezogene Pfeile) faugt an den vier Oeffnungen *a*, *b*, *c* und *d*.

Fig. 82.



Luftsauger von Wolpert.

Knigar in Hannover hat eine größere Zahl der lothrechten Rohre *a b*, bzw. *c d* rings um das Saugrohr *A* angebracht⁴⁹⁾; jedoch liegen keine Versuchsergebnisse über die Leistung des Kopfes vor.

Die besprochenen Köpfe vermitteln entweder das Einblasen oder das Ausaugen der Luft. Es muß aber eben so viel Luft aus einem Raume abgeführt werden, als in denselben eingeleitet wird. Die Mittel, welche die Luftbewegung so einseitig beeinflussen, wie die vorhin beschriebenen Saug- und Blas-Köpfe, vermitteln die andere Aufgabe dadurch, daß sie in dem zugehörigen Raume eine niedrigere oder höhere Spannung, als diejenige der freien Luft, hervorbringen, und vermöge des Spannungsunterschiedes das Zu-, bzw. Abfließen der Luft veranlassen.

Man hat auch solche Einrichtungen geschaffen, welche sowohl das Zuführen, als auch das Abführen der Luft unmittelbar beforgen.

Fig. 83 ist ein wagrechter Schnitt durch eine derartige, auf einen Eisenbahnwagen gesetzte Haube. An den lothrechten Langseiten *A B* und *C D* der Haube sind Tafchen *E, F, G, H* angebracht, deren Hohlräume mit dem Inneren der Haube, bzw. des Wagens vermöge vergitterter Oeffnungen in Verbindung stehen. So fern nun der Wagen in der Richtung des (ausgezogenen) Pfeiles *I* sich bewegt, so wird die Luft durch die Tafchen *E* und *F* ein-geblasen, während an den Oeffnungen der Tafchen *G* und *H* eine Saugwirkung eintritt. Die Bewegungs-

⁴⁸⁾ Die Ergebnisse der durch Wolpert selbst mit dem beschriebenen Kopf angestellten Versuche sind, nach voriger Quelle, folgende:

Rohrweite.	Windrichtung.	Windgeschwindigkeit.			Luftgeschwindigkeit im Rohr <i>B</i> .			Verhältnis			
								einzeln		im Mittel	
0,04	wagrecht	34,8	17,6	12,4	18,4	9,6	6,8	0,53	0,54	0,55	0,54
"	30 Grad von oben	34,6	17,6	12,4	22,6	12,4	8,0	0,65	0,70	0,64	0,67
"	60 " von oben	33,5	17,6	12,4	22	12,4	8,8	0,66	0,70	0,71	0,69
"	90 " von oben	33,5	18	10,4	17,6	10,4	6,8	0,52	0,58	0,65	0,58
"	30 " von unten	33,5	16,8	12	14,4	6,8	3	0,43	0,40	0,25	0,36
"	60 " von unten	32,9	16,8	12	4,8	9,6	0	0,15	0,57	0	0,24
0,06	wagrecht	31	17,6	12	15,2	8	6,8	0,49	0,45	0,57	0,50
0,1	wagrecht		28,3	12		10,4	6,8		0,37	0,57	0,47

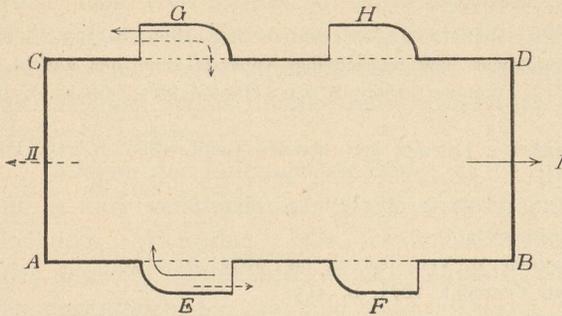
Meter.

Meter.

Hiernach ist die Wirkung des Wolpert'schen Saugers am vortheilhaftesten, wenn der Wind mit 30 bis 60 Grad von oben einfällt.

⁴⁹⁾ Hannov. Wochbl. f. Handel u. Gwb. 1880, S. 372.

Fig. 83.



richtung II (punktirt) des Wagens veranlaßt ein Saugen an den Tafchen *E* und *F* und ein Einblasen durch die Tafchen *G* und *H*.

Die Anordnung der Fig. 83 ist nur für zwei Richtungen brauchbar. Fig. 85 verfinnlicht dagegen eine Einrichtung, welche jede relative Luftbewegung nutzbar macht, die winkelrecht auf die Axe derselben trifft.

Das Rohr *A* ist mittels einiger Wände in mehrere Rohre zerlegt, von denen jedes für sich in derselben Weise die Wirkung des Windes vermittelt, wie Seitens der durch Fig. 71 und 72, bezw. 73 und 74 dargestellten Köpfe der Fall ist.

Die in den zu lüftenden Raum mündenden Oeffnungen *b, b* werden hier, eben so wie bei der Anordnung der Fig. 83 zuweilen als Eintritts-, zuweilen als Austritts-Oeffnungen benutzt. Man ist daher ohne befondere Umstände nicht im Stande, die eingeblasene Luft behuf ihrer Erwärmung den Heizflächen zuzuführen, woraus hervorgeht, daß die mit Fig. 83 und 85 beschriebenen Einrichtungen bloß dann zu benutzen sind, wenn die Temperatur des Freien nur wenig von derjenigen des betreffenden Raumes abweicht.

Angeichts der schon erwähnten geringen Verläßlichkeit der besprochenen Mittel zur Bewegung der Luft verdienen dieselben nicht die Beachtung, welche ihnen meistens gefchenkt wird.

Fig. 84.

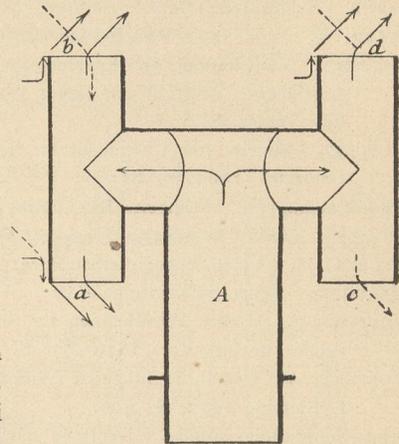
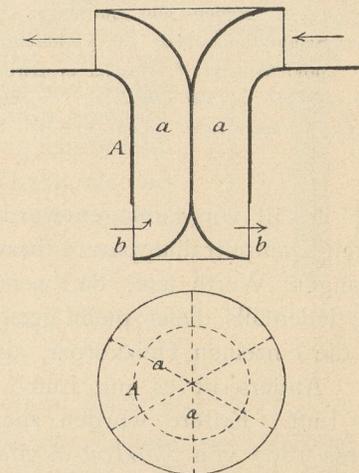


Fig. 85.



Literatur

über »Saug- und Blasköpfe«.

- REDER. Effenkopf. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1854, S. 307. *Polyt. Centralbl.* 1854, S. 850. *Polyt. Journ.* Bd. 133, S. 98.
- MUIR, G. W. Der Vier-Richtungs-Ventilator (*Four-pointed-Ventilator*). *Zeitfch. d. Ver. deutsch. Ing.* 1859, S. 21.
- KNOBLAUCH. Schornstein-Aufsatz von PETERS zur Abführung des Rauches unabhängig von Wind und Luftströmungen. *Zeitschr. f. Bauw.*, 1860, S. 620.
- FISHER. Schornsteinkappe. *Engineer*, Vol. 11, S. 5.
- Ueber die Formen der Schornsteine und Schornsteinkappen. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1862, S. 43. *Le cone préservateur. Appareil gradué servant à coiffer les fâtes de cheminée. Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 19.
- Schornsteinköpfe, Kappen. *Builder*, 1862, S. 96.
- GRÄFF. Schornsteinaufsätze. *Polyt. Centralbl.* 1863, S. 772.
- ELBERG. Schornsteinköpfe zur Erhaltung des Zuges bei regnerischem und windigem Wetter. *Scientif. Americ.* Vol. 7, S. 384.
- SWEET. Schornsteinaufsatz zur Verhinderung des Rauchens. *Scientif. Americ.* Vol. 10, S. 264.

- HASE. Ueber den MUIR'schen Lüftungsapparat. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1866, S. 225.
- BERNE. Schornsteinauffatz. *Engineer*, Vol. 21, S. 213.
- EULER, F. WOLPERT's Rauch- und Luftfauger. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1869, S. 323.
- WOLPERT. Verbesserung der Feuerungs-, Ventilations- und Beleuchtungs-Apparate durch den Rauch- und Luftfauger. *Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1869, S. 54. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1869, S. 156.
- WOLPERT. Rauch- und Luftfauger für Schornsteine, Laternen etc. *Maschin.-Confé.* 1869, S. 219. *Polyt. Centralbl.* 1869, S. 855.
- Schornsteinkappen. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 53; 1868, S. 135 u. 347; 1870, S. 113.
- JACKSON's chimney terminal. *Engineer*, Vol. 29, S. 49.
- FISCHER, H. Ueber Schornsteinauffätze. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 219.
- WEIGELIN. Ueber Schornsteinauffätze. *Polyt. Centralbl.* 1875, S. 415.
- WOLPERT, A. Ueber Windkappen für Schornsteine, Ventilationsröhren und Laternen. *Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1876—77, S. 3.
- WOLPERT, A. Ueber die faugende Wirkung des Windes an Rohrmündungen und Rohrauffätzen. *Zeitschr. f. Biologie* 1877, S. 406.
- Neuer Schornstein-Auffatz. *Deutsche Bauz.* 1878, S. 164; 1881, S. 116.
- Ueber Schornsteinauffätze von G. HEGER, HAMILTON, HEINR. FISCHER und KALLEENSEE. *Polyt. Journ.* Bd. 230, S. 325.
- VOGDT. HANEL's neuer Schornsteinauffatz. *Polyt. Journ.* Bd. 228, S. 376.
- KRIGAR, H. Rauch- und Luftfauger (Schornsteinauffatz). *Polyt. Journ.* Bd. 231, S. 328.
- Ueber Schornsteinauffätze zur Verhütung des Rauchens der Zimmeröfen, für Ventilationszwecke etc. *Hannov. Wochbl. f. Handel u. Gewbe.* 1880, S. 370.
- New chimney cap and ventilator.* *Scientif. Americ.*, Vol. 43, S. 275.
- BOYLE's chimney cowl. *Iron*, Vol. 16, S. 399. *Building News*, Vol. 39, S. 614.

γ) Strahlapparate.

139.
Strahlapp.
f. Wasser-
bewegung.

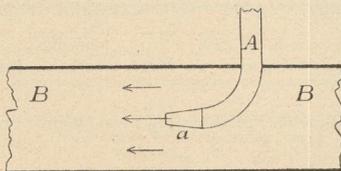
Es ist vorgeschlagen worden, die Bewegung des Wassers der Wasserheizungen durch Dampfstrahlapparate hervorzurufen. Der Vorschlag dürfte indeffen von nur geringem Werth sein, da, wenn man überhaupt gespannten Dampf zur Verfügung hat, jedenfalls dieser mehr geeignet ist zur unmittelbaren Ueberführung der Wärme an die einzelnen Heizkörper, als das durch den Dampf erwärmte Wasser.

140.
Strahlapp.
f. Luft-
bewegung.

Anders ist es mit Luft-, Dampf- und Wasserstrahlapparaten zur Bewegung der Luft. Erstere wurden zuerst im Großen für die pariser Weltausstellung des Jahres 1867 von *Piarron de Mondésir* ausgeführt und haben später wiederholt Verwendung gefunden⁵⁰⁾.

Mondésir führt z. B. mittels des Rohres *A* (Fig. 86) die gespannte Luft zur Düse *a*. Der gebildete Luftstrahl trifft auf die Luft des Rohres *B* und veranlaßt diese, sich in der Richtung des Luftstrahles mit fort zu bewegen. Von der gespannten Luft gebraucht man weniger, als von der ungepannten; außerdem nimmt die erstere einen verhältnißmäßiger kleineren Raum ein und gestatten die Pumpen, die zum Hervorbringen der Spannung dienen, eine solche Steigerung derselben, daß größere Bewegungshindernisse, also größere Geschwindigkeiten im Rohrnetz der gespannten Luft zulässig werden. Alles zusammen genommen ermöglicht kleine Querschnitte für das soeben genannte Rohrnetz; man vermag daher von der Be-

Fig. 86.



⁵⁰⁾ Vergl. PIARRON DE MONDÉSIR et LEHAITRE. *Communication relative à la ventilation par l'air comprimé.* Paris 1867.
PIARRON DE MONDÉSIR. *Ventilation par l'air comprimé.* Paris 1876.
Ferner: *Polyt. Journ.*, Bd. 222, S. 16. — *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse.* 1877, S. 5. — *Scientif. Americ.*, 1880, Febr., S. 86. — *Deutsche Bauz.* 1867, S. 481.

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 Düsen (Fig. 87) haben die Aufgabe, die Regelung der Spannung selbständig zu vermitteln. Das Rohr *C* führt die gespannte Luft in den Düsenkopf *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 Düsenkörpers *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 Strahlgebläse⁵²⁾ 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^{kg} für 1^{qm} 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 angewendet⁵³⁾.

Fig. 88.

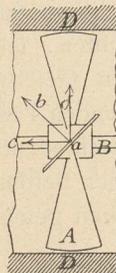


Fig. 89.

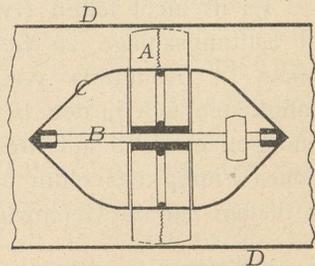
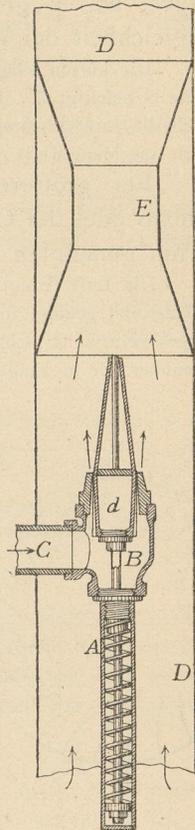


Fig. 87.



Düse von Green⁵¹⁾.

⁵¹⁾ *Scientif. Americ.* Vol 42, S. 86.

⁵²⁾ *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1875, S. 662.

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