

$H = \cdot 175$, $b = 2\cdot 3$ und hypothetisch $h = \cdot 1$, wodurch $b + h = 2\cdot 4$ wird, ferner $t = 10$ (indem $8^\circ \text{R} = 10^\circ \text{C.}$), also $T = 1\cdot 04$; so findet man $A = \cdot 433333$, $d^4 = \cdot 0003779$, also, wenn man die vierte Wurzel auszieht, $d = \cdot 1394 \text{ F.} = 1\cdot 673 \text{ Zoll.}$

Es würde übrigens so gut wie keinen Unterschied gemacht haben, wenn man anstatt des vorigen genauen Werthes von A den im §. 456 angegebenen genäherten Werth von $\cdot 424$ gesetzt hätte.

Drittes Kapitel.

V o n d e n G e b l ä s e n .

§. 459. **Erklärung.** Unter Gebläsen versteht man jene Apparate oder Maschinen, mittelst welchen die atmosphärische Luft unter einem bestimmten Drucke und mit einer gewissen Geschwindigkeit in einem beständigen Windstrome in das Feuer einer Schmiedesse, eines Frischfeuers, Cupolofens, Hochofens u. s. w. geleitet oder geblasen wird.

Von den mehr oder weniger im Gebrauche befindlichen Gebläsen können die nachstehenden angeführt werden.

1. Die großen ledernen Blasbälge, welche jedoch, um einen nur einigermaßen gleichförmigen Windstrom zu geben, wenn nicht dreifach, doch wenigstens doppelt seyn müssen. In Fig. 274 ist ein dreifacher dargestellt, wobei durch die zwischen den beiden festen Scheidewänden ab , ef liegende bewegliche Scheidewand cd (an welcher zugleich die bewegende Kraft wirkt) die beiden Abtheilungen A und B , so wie durch ef und den beweglichen Deckel gh der Windraum oder eine Art Regulator gebildet werden. Von den angezeigten 4 Klapventilen stellt jenes m die Communication zwischen der äußern Luft und der Abtheilung A , jenes i die Verbindung zwischen den Abtheilungen A und B , jenes n die Communication zwischen B und C , so wie endlich das Ventil o , da dessen Öffnung noch mit einem durch die mittlere Abtheilung B führenden Schlauche versehen ist, die Communication zwischen den Abtheilungen A und C her.

Beim Hinaufziehen der um ein Scharnier c drehbaren Scheidewand cd öffnen sich die Klappen m und n , indem sich der Raum A mit Luft füllt, während die in B befindliche Luft in den Regulator C überströmt; dabei sind die beiden übrigen Ventile i und o geschlossen. Beim Herabgehen dieser Wand cd dagegen schliessen sich die Klappen oder Ventile m und n , während sich jetzt die beiden andern i und o öffnen, indem die Luft aus der Abtheilung A zum Theil in jene B und den Regulator C tritt; ist dabei der Deckel gh mit Gewichten beschwert, so wird die Luft aus dem letztern beständig, und zwar durch die Düse l ausgeblasen.

2. Das **Kastengebläse**, welches in einem (oder mehreren) hölzernen, parallelepipedisch hängenden Kasten K (Fig. 275) besteht, in welchem ein ebenfalls nur aus Holz verfertigter, mit 2 oder auch 4 nach ein-, d. i. aufwärts sich öffnenden Klappenventilen a , a' versehener Kolben A luftdicht (wobei die Liederung hölzerne, öfter noch mit Wülsten aus Leinwand oder sämisch gegerbtem Leder belegten Leisten, die mittelst Federn gegen die sehr glatten ebenen Wände des Kastens gedrückt werden, hergestellt wird) auf und ab geschoben, und dadurch abwechselnd die im Kasten befindliche Luft zusammengepresst, dabei durch eine oben angebrachte Ventilöffnung b in den Kasten F , und von da in die Windleitung n getrieben, und der Kasten wieder mit neuer Luft gefüllt wird. Um den dabei erzeugten absetzenden Wind in einen continuirlichen zu verwandeln, werden wenigstens zwei solche Kästen mit einander, und zwar so verbunden, daß der eine Kolben A herabgeht während der andere A' aufsteigt; auch läßt man den Wind aus jedem Kasten in einen Regulator F , und von diesen aus erst in die Form oder Windleitung n ausströmen

Zum Heben des Kolbens ist der um g drehbare Hebel E in o gelenkartig in den obern Endpunct des Hebels od eingehängt, welcher sich um die in der Kolbenstange B befestigte Achse c drehen kann, während dessen unteres Ende d mit dem um i drehbaren Gegenlenker beweglich verbunden ist. Da jedes der drei genannten Stücke für jeden Kolben doppelt vorhanden ist, so befindet sich zwischen dem Hebelpaar E bei w eine Frictionsrolle, mit welcher der Umfang der mit der Welle C verbundenen excentrischen Scheibe D (von einer solchen Construction, um ein gleichförmiges Heben des Kolbens zu bewirken) fortwährend in Berührung ist.

Wird die Liederung, wie in Fig. 276, durch Wasser bewirkt, wobei ein Gefäß A umgekehrt in ein anderes B zum Theil mit Wasser gefülltes gestürzt und darin auf- und abbewegt wird (wozu eine Führung mittelst Frictionsrollen ii , wie es bei Gasometern üblich ist, hergestellt werden kann); so erhält man das **Baader'sche** Gebläse. Zwei Röhren r und s , wovon die erstere mit einer aufwärts, die andere mit einer abwärts sich öffnenden Klappe (a , b) versehen ist, gehen durch das äußere Gefäß B durch und münden in den obern Raum des innern Gefäßes A aus: erstere communicirt mit der atmosphärischen Luft, die letztere mit der Windleitung oder dem Regulator. Beim Aufziehen des innern Gefäßes füllt sich der entstehende Raum durch das Rohr r (wobei sich die Klappe a öffnet und jene b schließt) mit Luft, während diese beim Niedergehen dieses Gefäßes (in welcher Periode a geschlossen und b geöffnet ist) durch die Röhre s hinausgeblasen wird. Der Unterschied mn im Niveau des äußern und innern Wasserspiegels entspricht dabei der Statt findenden Luftpresung.

3. Das **Trommelgebläse** besteht aus einem horizontal liegenden, um dessen Achse oscillirenden Cylinder, welcher mit einer durch die ganze

Länge gehenden diametralen (und zwar verticalen) Scheidewand, die jedoch an der untern Seite noch einen gewissen Abstand von der Cylinderwand besitzt, um zwischen den beiden Abtheilungen eine Communication zu lassen, in zwei Hälften getheilt ist; zugleich sind die beiden Grundflächen dieses Cylinders jede mit 2 Ventilöffnungen in der Art versehen, dafs auf jede der beiden erwähnten Abtheilungen ein Einlaß- und ein Auslaßventil kommt, wovon die beiden letztern (d. i. die Auslaßventile) in ein knieförmiges Rohr führen, welches durch einen ledernen Schlauch mit der Düse in Verbindung steht.

Durch eine oscillirende, den dritten Theil des Kreisumfanges betragende Bewegung der zur Hälfte mit Wasser gefüllten Tonne steigt das Wasser abwechselnd in dem einen Halbcylinder (wodurch die darin enthaltene Luft zusammengepreßt und durch das Auslaßventil hinausgetrieben wird) und fällt in dem andern (wobei der entstehende wasserleere Raum durch das Einlaßventil mit Luft gefüllt wird). In der Regel verbindet man auch hier zur Erzielung eines gleichförmigeren Windstromes zwei solche Tonnen mit einander.

4. Das *Wasserrömelgebläse*, welches in Gebirgsgegenden, wo hohe Wassergefälle zu Gebote stehen, öfter angewendet wird, besteht in einem Zuleitungscanal *A* (Fig. 277), welcher das Wasser durch eine wenigstens 5 Klafter hohe verticale Lutte oder Röhre *B*, die an ihrer verengten Stelle mit Seitenöffnungen *ii* versehen ist, durch welche die Luft eintreten kann, in ein umgekehrt im Wasser stehendes Gefäß *D* leitet, von wo es auf einen Tisch *a* herabstürzt, wodurch die eingehüllte oder mitgerissene Luft frei wird, sich in dem obern Raume des innern Gefäßes *D* sammelt, und durch die Öffnung *C* in die Windleitung ausströmt.
5. Das auf demselben Principe beruhende *Wassersäulengebläse* von *Hentschel* besteht im Wesentlichen in mehreren über einander stehenden cylindrischen Gefäßen, welche abwechselnd mit Luft und Wasser gefüllt werden, in welchem letztem Falle die Luft ausgetrieben und in einem verticalen Rohr gesammelt wird. (Einige Ähnlichkeit damit hat auch das *Kettengebläse*.)
6. Das von *Cagniard-Latour* angegebene *Schraubengebläse* (*Cagniardelle*) besteht im Wesentlichen aus einer modificirten Archimedischen, aus Eisenblech hergestellten Wasserschraube, welche in einer bis auf eine bestimmte Höhe mit Wasser gefüllten gemauerten Cisterne, und zwar in verkehrter Richtung (weßhalb auch die Achse der mit einem cylindrischen Blechmantel umhüllten Schraube vorne, d. i. an der offenen Basis höher als rückwärts, oder an der bis auf das Ausströmungsrohr geschlossenen Grundfläche) liegt, langsam umgedreht wird; dadurch geht die Mündung des Schraubenganges abwechselnd durch die Luft und das Wasser, und nimmt im erstern Falle eine gewisse Quantität Luft mit sich, welche durch den Schraubengang, den Mantel und das Wasser abgesperrt und durch die Umdrehung der Schraube immer weiter nach rückwärts in den engeren

Raum geschoben und geprefst wird, und endlich sehr gleichförmig in die Windleitung ausströmt.

(Sehr viele Ähnlichkeit damit hat auch das in der neuesten Zeit versuchte Schneckenengebläse.)

7. Das Centrifugal- oder Windradgebläse (Ventilator) besteht in einer horizontalen, mit radial stehenden oder auch etwas gekrümmten Flügeln (Fig. 278) versehenen Welle C und einer gufseisernen Trommel oder dem Gehäuse $ABab$, welche die jetzt durchgehends aus Eisenblech hergestellten Flügel entweder concentrisch oder gewöhnlicher etwas excentrisch so nahe als möglich umgibt, und sowohl an jeder der beiden Grundflächen mit einer kreisrunden Öffnung rs , durch welche die Luft eindringt, als auch in einer gegen die Form oder Düse verjüngt zulaufenden Ausströmungsöffnung abc versehen ist. Durch eine schnelle Umdrehung der Welle C , wobei die 4 bis 6 vorhandenen Flügel per Minute von 800 bis 1200 Umdrehungen erhalten, wird die in der Trommel befindliche Luft ebenfalls in eine rotirende Bewegung gebracht, und durch die dadurch entstehende Centrifugalkraft mit einer zwar nur geringen, jedoch für Schmiedefeuer und Cupolöfen hinreichenden Pressung in einem continuirlichen Strome in den Raum abc hinausgetrieben, während gleichzeitig durch die beiden genannten Öffnungen rs beständig neue Luft einströmt.

Dieses höchst einfache und einen vollkommen gleichförmigen Wind liefernde Gebläse wird in der neuesten Zeit vorzüglich und mit dem besten Erfolge für Schmiedefeuer (deren bis 20 von einem einzigen, nur 36 Zoll im Durchmesser haltenden und nicht volle 2 Fufs breiten derartigen Gebläse leicht bedient werden können) und zum Betriebe von Cupolöfen angewendet, und für diesen Zweck allen andern Gebläsen vorgezogen.

Außer diesen hier angeführten werden heut zu Tage, besonders für den Hochofenproceß, die eisernen Cylindergebläse als die wirksamsten und für diesen Gebrauch vollkommensten Gebläse angewendet, weshalb sie auch im Nachstehenden noch besonders in Kürze behandelt werden sollen.

§. 460. **Das Cylindergebläse.** Dieses Gebläse besteht aus einem hohlen, genau ausgebohrten und ausgeschliffenen, an beiden Grundflächen geschlossenen Cylinder A (Fig. 279), in welchem ein Kolben K mittelst der Kolbenstange d , welche durch eine am Deckel angebrachte Stopfbüchse geht, luftdicht auf- und abbewegt werden kann; ferner wenn dasselbe doppelt wirkend (ein Doppelbläser) seyn soll, aus zwei Klappenventilen a, a' , durch welche die äußere Luft abwechselnd über und unter den Kolben in den Cylinder eindringt, so wie aus zwei an der entgegengesetzten Seite angebrachten ähnlichen Ventilen b, b' , durch welche die im Cylinder befindliche Luft in die

Windleitung c , von da in die Form oder auch früher noch in einen Regulator DD , und von da durch f in die Form ausströmt. Bei der in Fig. 279 dargestellten Anordnung öffnen sich beim Hinaufgehen des Kolbens die Ventile a und b , wobei jene a' , b' geschlossen sind, während sich beim Hinabgehen desselben die Ventile a' , b' öffnen und jene a , b schliessen.

Um ein möglichst gleichförmiges Ausströmen des Windes zu bewirken, werden wieder zwei oder auch mehrere solche Cylinder in der Art mit einander verbunden, daß die Kolben bei ihrer Bewegung nicht gleichzeitig, sondern in angemessenen Zwischenräumen wechseln und der Wind aus allen gemeinschaftlich in die Windleitung, oder besser (besonders wenn diese nicht sehr lang ist) in den Regulator getrieben wird.

Die Kolbenliederung kann dabei sehr zweckmäfsig aus zwei Lederstulpen x , x (Fig. 280) bestehen, zwischen welchen ein, an seiner äufseren Peripherie etwas ausgekehltter hölzerner Ring n gelegt, und damit durch einen eisernen, auf den obern Stulp aufgelegten und durch Schraubenbolzen befestigten Ring verbunden wird; der durch die Hohlkehle gebildete Raum i wird durch einen elastischen Wulst aus Baumwolle, welcher die beiden Lederenden oder Ränder gegen die Cylinderwand hinausdrückt, gehörig ausgefüllt.

Die schmiedeiserne Kolbenstange d ist unterhalb mit dem gusseisernen Kolben und oberhalb mit einem Balancier, und zwar (§. 303), der senkrechten Führung wegen, mittelst des Parallelogrammes oder Gegenlenkers verbunden, während am andern Ende des Balanciers die Bläuelstange oder in vielen Fällen auch unmittelbar die Kolbenstange einer Dampfmaschine (wenn nämlich eine solche als Betriebskraft dient) eingehängt ist, durch deren Auf- und Abbewegung der Kolben des Blascylinders in Thätigkeit gesetzt wird.

Erhält der Balancier seine oscillirende Bewegung durch einen Krumzapfen, in dessen Warze (§. 298) die Bläuelstange eingehängt ist, so kann bei gleichförmiger Umdrehung desselben (d. i. bei gleicher Winkelgeschwindigkeit) der Kolben des Blascylinders, nach der Natur dieser Bewegung, keinen gleichförmigen Gang erhalten, sondern dieser bewegt sich an den beiden Enden des Cylinders langsam und gegen die Mitte zu allmählig schneller, so, daß auch die ausströmende Luftmenge in demselben Verhältniß ungleich, und daher ein Windregulator dabei unumgänglich notwendig ist, wenn man ein möglichst gleichförmiges Ausblasen des Windes verlangt.

§. 461. **Windregulatoren.** Um keinen absetzenden, sondern einen möglichst gleichförmigen Windstrom zu erhalten, führt

man denselben aus dem Sammelkasten des Gebläses nicht unmittelbar in die Form, sondern zuerst entweder in große gemauerte, oder aus gußeisernen Platten zusammengesetzte, oder gewöhnlicher aus Eisenblech hergestellte Behälter, denen man im letztern Falle (zur Ersparung an Materiale und zur Erzielung des nöthigen Widerstandes) die Kugelform gibt, also in Räume von unveränderlichem Inhalte; oder in gußeiserne Cylinder mit beweglichen, zugleich als Deckel dienende Kolben, mit einem angemessenen Belastungsgewichte, also in Räume von veränderlichem Inhalte, welche mit den vorigen zu den sogenannten Trocken-Regulatoren gehören; oder endlich in den obern Raum eines umgestürzt im Wasser stehenden Gefäßes *DD* (Fig. 279), d. i. eines sogenannten Wasserregulators, wobei die Luftpressung durch den Niveauunterschied *mn* des Wasserspiegels im äußern und innern Gefäße bestimmt wird.

Den zuerst genannten Regulatoren (von constantem Inhalte) gibt man, wenn nur ein Cylinder und dabei keine Windleitung vorhanden ist, einen Inhalt, welcher ungefähr das 50fache des Cylinderraumes beträgt. Bei 2 oder 3 vorhandenen Cylindern kann dieser Inhalt bis auf das 30- oder selbst 20fache von jenem des Cylinders reducirt werden. (Bei vorhandenen Erwärungsapparaten oder langen Windleitungen, welche selbst schon als Regulatoren wirken, kann man mit dieser Reduction noch weiter gehen.)

Die Trockenregulatoren mit veränderlichem Inhalte erhalten selten den doppelten Inhalt eines Blascylinders, wobei man den Durchmesser des beweglichen Kolbens (welcher gehörig geliedert und zur Führung mit einer Kolbenstange versehen wird) hinreichend groß nehmen muß, um keine zu großen Oscillationen desselben zu erhalten; übrigens muß der Kolben mit einem sich nach auswärts öffnenden und gehörig belasteten Sicherheitsventil versehen seyn, damit die Luft, wenn die Pressung derselben im Regulator zufällig zu groß werden sollte, durch dasselbe entweichen kann.

Da beim Wasserregulator die Pressung nicht wie bei den vorigen constant bleibt, so muß man den innern oder sogenannten Windkasten *DD* (Fig. 279), welcher in dem Reservoir oder Wasserkasten *EE* auf Unterlagen oder Füßen steht (wodurch beide als communicirende Gefäße anzusehen sind) einen bedeutend großen Querschnitt geben. Wäre die Wasserfläche in beiden Gefäßen gleich groß, so würde, wenn die Luft im Windkasten eine Pressung von z. B. 2 Fufs Wassersäule über den äußern Luftdruck besäße, der Wasserspiegel im innern Gefäße um 1 Fufs sinken und jener im äußern um eben so viel steigen (stehen beide Wasserspiegel gleich hoch, so hat die im Regulator befindliche Luft die Spannung oder Pressung der äußern); häuft sich also zu viel Luft im Windkasten an, so wird zwar durch das Sinken des innern Wasserspiegels der Raum vergrößert, dessen ungeachtet aber die Pressung und Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft

vermehrt, was nur dann von keinem Belange ist, wenn die Gefäße bedeutend groß sind.

§. 462. **Nutzeffect des Cylindergebläses.** Übereinstimmend mit dem Satze in §. 185 ist die nöthige Wirkung oder Arbeit, um der in jeder Secunde mit der Geschwindigkeit v ausströmenden Luftmasse Q diese Geschwindigkeit von der Ruhe aus mitzuthellen, dem Producte aus der Masse Q in die zu v gehörige Geschwindigkeitshöhe gleich, es ist nämlich: $E = Q \frac{v^2}{2g}$.

Denn bezeichnet man die Kolbenfläche des Blascylinders mit F , die mittlere Geschwindigkeit des Kolbens mit C , den kleinsten Querschnitt des aus der Düsenöffnung ausströmenden Luftstrahles mit f , die Geschwindigkeit desselben an dieser Stelle mit v , das Gewicht von 1 Kubikfuß Luft unter dem bestehenden Druck mit q , jenes von 1 Kubikfuß Quecksilber mit q' , die Quecksilbersäulenhöhe im Manometer, durch welche die Luftpressung gemessen wird, mit H ; so ist das Gewicht oder die Masse der per Secunde ausströmenden Luft $Q = f v q$, oder wegen $F C = f v$ auch $Q = F C q$, woraus $C = \frac{Q}{F q}$ (1 folgt).

Die beim Aufwärtsgehen des Kolbens über demselben befindliche gepresste Luft erzeugt denselben Widerstand, wie eine auf der Kolbenfläche ruhende Quecksilbersäule von der Höhe H , folglich ist dieser Widerstand $= F H q'$, und daher die nöthige Arbeit, um den Kolben mit der Geschwindigkeit C zu bewegen, $E = F H q' C$ oder für C den Werth aus der vorigen Gleichung 1) gesetzt, auch $E = Q H \frac{q'}{q}$, wobei $H \frac{q'}{q} = H \frac{s'}{s}$ (wenn s und s' die specifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers bezeichnen) $= h$ nichts anders als die Höhe der Luftsäule ist, welche mit der Quecksilbersäule von der Höhe H im Gleichgewichte steht, folglich ist auch h zugleich die zu v gehörige Geschwindigkeitshöhe oder $h = \frac{v^2}{2g}$, und daher $E = Q h = Q \frac{v^2}{2g}$, wie oben angegeben wurde.

§. 463. Befindet sich nun die Düse oder Form ohne eine längere Windleitung unmittelbar am Gebläse, so ist das Gewicht der in einer Secunde ausfließenden Luftmenge (§. 451, 5.):

$$a) \dots Q = 27.77 a^2 \sqrt{\left[\frac{H(b+H)}{T} \right]},$$

und die Geschwindigkeitshöhe (§. 448):

$$h = \frac{H \sqrt{t}}{q} = 25209 \frac{T}{b+H} H,$$

folglich der Nutzeffect (wenn man anstatt 700054 die runde Zahl nimmt):

$$E = 700000 d^2 H \sqrt{\left(\frac{HT}{b+H}\right)} \dots (1.$$

Strömt der Wind nicht unmittelbar am Gebläse selbst, sondern erst am Ende einer längern Windleitung aus, so muß in dieser letzten Formel anstatt H die am Ende der Windleitung Statt findende Manometerhöhe gesetzt werden; ist diese = h , so ist:

$$E = 700000 d^2 h \sqrt{\left(\frac{hT}{b+h}\right)} \dots (2,$$

und wenn man, was für die meisten Fälle genau genug seyn wird, für T und $b+h$ mittlere Werthe, und zwar $t = 12^0$, also:

$$T = 1 + .004t = 1.048 \quad \text{und} \quad b+h = 2.5,$$

folglich $\frac{T}{b+h} = .4192$ annimmt, so erhält man ganz einfach:

$$E = 453220 d^2 h \sqrt{h} \dots (3,$$

dabei ist die per Secunde ausströmende Luftmasse dem Gewichte nach:

$$Q = 42.89 d^2 \sqrt{h} \dots (4,$$

die Geschwindigkeit im zusammengezogenen Querschnitte:

$$v = 809.4 \sqrt{h} \dots (5,$$

und die zu v gehörige Geschwindigkeitshöhe $h' = 10567.6 h$, wobei also auch $E = Q h'$ ist.

Um jedoch die am Anfange der Windleitung oder am Gebläskolben nöthige bewegende Kraft auszudrücken, muß man in dem vorigen Ausdrucke von h' statt der Höhe h jene H setzen, welche um die Widerstandshöhe $H-h$ größer als h ist, wodurch man, weil dabei Q denselben Werth behalten muß, anstatt der vorigen Gleichung 3) jene:

$$E = 453220 d^2 H \sqrt{h} \dots (6$$

erhält.

Setzt man für H seinen Werth aus der Gleichung f §. 456, so wird auch:

$$E = 453220 d^2 \left(1 + .0238 \frac{L d^4}{D^5}\right) h \sqrt{h},$$

wobei L , d und D die im §. 454 angegebene Bedeutung haben.

Drückt man h aus der Gleichung 4) durch Q , d. i. durch die per Secunde ausströmende Luft aus, und setzt den gefundenen Werth für $h \sqrt{h} = \sqrt{h^3}$ in die vorige Gleichung, so erhält man auch, und für

die Anwendung bequemer:

$$E = \cdot 13672 Q^3 \left(\frac{L}{D^5} + \frac{42}{d^4} \right) \dots (7)$$

§. 464. Will man anstatt des Gewichtes Q das Volumen M in Kubikfufs ausgedrückt in Rechnung bringen, so mufs man Q aus der Gleichung $Q = \cdot 03042 M \frac{b+h}{T}$ substituiren oder für den oben angenommenen Mittelwerth von $\frac{b+h}{T} = 2\cdot 385$ sofort:

$$Q = \cdot 07257 M \dots (8)$$

setzen.

Der Werth von E wird in Fufspfunten erhalten, da man Q in Pfunden, L , D und d in Fufsen auszudrücken hat.

Wird nach dem Vorgange der neuern Zeit, erhitzte Luft als Gebläseluft angewendet (wobei die Temperatur im Mittel bis $300^{\circ} C$. steigt), so mufs man, wenn die Luft nach der 100theiligen Scale bis t' Grad erhitzt wird:

$$T = 1 + \cdot 0075 t' \text{ und } E = 700000 d^2 \sqrt{\frac{T}{b+h}} \cdot h \sqrt{h} \left(1 + \cdot 0238 \frac{L d^4}{D^5} \right),$$

oder wenn man wieder die Manometerhöhe h durch Q aus der obigen Gleichung α) ausdrückt, wobei man zur Vereinfachung für $b+h$ einen Näherungs- oder Mittelwerth, wie etwa $2\cdot 5$ annehmen kann, auch:

$$E = \cdot 12447 Q^3 T^2 \left(\frac{L}{D^5} + \frac{42}{d^4} \right) \dots (9)$$

setzen; dieser letztere Ausdruck geht natürlich wieder in den vorigen 7) über, wenn man $T = 1\cdot 048$ setzt.

Anmerkung. Der Nutzeffect E beträgt auch hier wieder von der am Gebläse selbst aufgewendeten Arbeit der bewegenden Kraft nur einen gewissen Bruchtheil, welcher nach der Gattung und Einrichtung des Gebläses verschieden ist, so, dafs, wenn E' die per Secunde aufgewendete Arbeit und m einen echten Bruch bezeichnet, sofort allgemein $E = m E'$ ist.

Als Durchschnittswerthe angesehen, kann man für ein gutes Cylindergebläse, welches durch eine Dampfmaschine betrieben wird, $m = \cdot 5$; wenn E' die Arbeit am Dampfkolben, oder $m = \cdot 25$ setzen, wenn E' der theoretische Effect der Maschine ist (wovon der Nutzeffect nur 50 Procent ausmacht); eben so kann man für ein gewöhnliches, von einem oberflächlichen Rade betriebenes Kolbengebläse (wobei der unvermeidliche Windverlust schon mit eingerechnet ist) $m = \cdot 24$, und wenn das Wasser durch den Stofs wirkt, $m = \cdot 14$ annehmen. Für hydraulische Gebläse, welche eine geringere Reibung haben, kann man in diesen beiden letztern Fällen $m =$

·30 und ·18 setzen. Bei einer guten Wassertrommel kann $m = \cdot 10$ angenommen werden.

Beispiel 1. Welche Kraft wird der Betrieb eines Cylindergebläses erfordern, welches einem Hochofen per Secunde 30 Kubikfufs Luft mit 475 Fufs Geschwindigkeit zuführen soll, wenn dabei die $11\frac{1}{2}$ Zoll weiten Windleitungsrohren zusammen 300 Fufs lang sind?

Bestimmt man zuerst den Durchmesser d der Düsenöffnung, so hat man (den Contractionscoefficienten wieder zu ·93 angenommen):

$$\frac{1}{2} d^2 \pi \times \cdot 93 \times 475 = 30, \text{ also } d^2 = \cdot 086468 \text{ und } d = \cdot 294 \text{ Fufs.}$$

(Da man die Luft entweder durch 2 oder 3 Düsen in den Ofen treten läßt, so ist der Durchmesser einer Düse d' im ersten Falle aus der Gleichung $d'^2 = \frac{1}{2} d^2$ und im letztern aus $d'^2 = \frac{1}{3} d^2$ zu bestimmen, wodurch man beziehungsweise $d' = \cdot 208$ und nahe ·170 erhält.)

Ferner ist nach der Formel 8), wegen $M = 30$, sofort $Q = 2\cdot 177$ (als Gewicht der per Secunde ausströmenden Luft). Setzt man daher in der Hauptformel 7) $L = 300$, $D = \frac{11\cdot 5}{12} = \cdot 958$ und $d = \cdot 294$; so findet man für den Nutzeffect $E = 8454^{\text{F. Pf.}}$, also für die nöthige Leistung E' des Motors, wenn man $m = \cdot 5$ setzt:

$$E' = 2E = 16908^{\text{F. Pf.}} = \frac{16908}{430} = 39\frac{1}{3} \text{ Pferdekraft.}$$

Um zu zeigen, welchen bedeutenden Einfluß die Weite der Windleitung auf die nöthige Betriebskraft hat, so findet man unter denselben Bedingungen für die Durchmesser von

$$D = 11\frac{1}{2} \text{ Zoll sofort } E' = 39\frac{1}{3} \text{ Pferdekraft.}$$

$$D = 10 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad E' = 41\frac{4}{5} \quad \text{„}$$

$$D = 6 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad E' = 100 \quad \text{„}$$

$$D = 3\cdot 6 (\text{nahe} = d) \quad \text{„} \quad E' = 846\frac{4}{5} \quad \text{„}$$

Beispiel 2. Welchen Durchmesser müßte man der cylindrischen Windleitung im vorigen Beispiele geben, damit der Betrieb des Gebläses keine größere Kraft als von 38 Pferdekraften in Anspruch nimmt?

Bestimmt man aus der obigen Gleichung 7) die Größe D^5 , so erhält man:

$$D^5 = \frac{\cdot 13672 L d^4 Q^3}{E d^4 - 5\cdot 74224 Q^3},$$

und wenn man in diesem Ausdrücke für L , d und Q die obigen Werthe und $E = \frac{1}{2} E' = \frac{1}{2} \times 38 \times 430 = 8170$ setzt, so findet man $D^5 = 1\cdot 76246$ und daraus für den gesuchten Durchmesser $D = \sqrt[5]{(1\cdot 76246)} = 1\cdot 12$ Fufs oder nahe $13\frac{1}{2}$ Zoll.

Anmerkung. Da der Nenner des vorigen Bruches weder Null noch negativ werden darf, so muß, wenn diese Aufgabe möglich seyn soll, immer

$$E > \frac{5\cdot 74224 Q^3}{d^4} \text{ seyn.}$$

Für das gegenwärtige Beispiel wäre daher diese Grenze $E > 18\cdot 4$, also $E' = 36\cdot 8$ Pferdekraft, d. h. bis auf 36·8 Pferde könnte man die nöthige

Betriebskraft auf keinen Fall durch bloße (und auch noch so weit getriebene) Erweiterung des Windcanales herabbringen.

Viertes Kapitel.

Von dem Widerstande und Stofse der Luft.

§. 465. Die Beobachtungen und Versuche zeigen, daß die für den Widerstand des Wassers gefundenen Gesetze und Verhältnisse genau auch für die Luft gelten, nur unterscheidet sich der absolute Widerstand der atmosphärischen Luft von jenem des Wassers wesentlich dadurch, daß die Dichte der Luft nicht nur mit dem Barometer- und Thermometerstande veränderlich, sondern zugleich auch noch wegen der leichten Zusammendrückbarkeit der Luft, was beim Wasser durchaus nicht der Fall, im Stande der Ruhe eine andere als in der Bewegung ist. Bezeichnet man die Dichte der ruhigen Luft bei irgend einem Barometer- und Thermometerstande mit δ , jene der unter gleichen Umständen mit dem bewegten Körper in Berührung stehenden Luft mit δ' , die Geschwindigkeit, mit welcher die erstere (von der Dichte δ) in den leeren Raum strömen würde, mit c , so wie die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Körper in der ruhigen Luft, oder die Luft gegen den ruhenden Körper bewegt, durch v ; so kann man mit *Duchemin* für Geschwindigkeiten von $v < c$ sofort $\delta' = \delta \left(1 + \frac{v}{c}\right)$ und für alle Geschwindigkeiten von $v > c$, $\delta' = 2\delta$ setzen.

Da nun der Widerstand, welchen ein prismatischer Körper in einer ruhigen Flüssigkeit erfährt (§. 359, Formel r), durch $P = k\gamma A \frac{v^2}{2g}$, oder wenn man die Dichte (d. i. die in der Volumeinheit enthaltene Masse, was $\delta' = \gamma$ gibt) einführt, durch $P = k\delta' A \frac{v^2}{2g}$ ausgedrückt wird, so folgt, mit Rücksicht auf den erstern Werth von δ' , daß der Widerstand der Luft in einem etwas größern Verhältnisse als dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt.

Aus diesem Grunde war *Hutton* genöthigt, um die Resultate seiner zahlreichen Versuche in einer Formel auszudrücken, darin zwei Glieder, das eine mit der zweiten und das andere mit der ersten Potenz der Geschwindigkeit anzunehmen. (Noch mehr Übereinstimmung fand er bei weiterer Hinzufügung eines constanten Gliedes.)

Für mäfsige Geschwindigkeiten jedoch hat das Glied mit der ersten Po-