



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Handbuch der Physik zur Selbstbelehrung für jedermann

Spiller, Philipp

Berlin, 1865

Sechster Abschnitt. Druck abgesperrter Gase und Dämpfe.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-75469](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-75469)

mittelbare und grade Verbindung nicht zulassen, schaffen zu können. Sind in Gartenanlagen Teiche, so läßt sich das Saugrohr der Druckpumpe durch den Boden eines Fahrzeuges leiten, mit welchem man nach verschiedenen Punkten fahren kann. Statt dessen läßt sich die Pumpe auf einem kleinen Handkarren anbringen und von der unteren Mündung des Saugrohres ein Schlauch in das nächste Gewässer leiten. Auf diese Weise kann man das Wasser wohl auf ziemliche Weiten, aber natürlich nicht auf bedeutende Höhen ansaugen. Bei Feuerspritzen wird das Wasser in der Regel in den fahrbaren oder tragbaren Kasten gegossen, in welchem die Spritze befestigt ist.

Sechster Abschnitt.

Druck abgesperrter Gase und Dämpfe.

Alle luftigen Körper haben das Bestreben der allseitigen Ausdehnung und nehmen somit einen größeren Raum ein, wenn die Kraft, welche ihrer Ausdehnung das Gleichgewicht hält, sich vermindert. Wenn sie bei diesem Bestreben sich auszudehnen auf einen tropfbareren Körper treffen, welcher der drückenden Kraft folgen kann; so setzen sie diesen in Bewegung und treiben ihn unter Umständen auch aufwärts, so daß man an der Höhe der Flüssigkeitssäule ein Maß für die drückende Kraft hat. Wenn nun die bewegte tropfbare Flüssigkeit, welche sich nur äußerst wenig zusammendrücken läßt, auf ein abgesperrtes Gas wirkt; so wird dieses durch den vermehrten Druck in gleichem Verhältnisse auf einen kleineren Raum beschränkt, und dadurch ein Anhaltspunkt für die Spannkraft des luftigen Körpers, mag es nun ein Gas oder Dampf sein, gewonnen.

Da durch alle Flüssigkeiten, vorzüglich aber durch Dämpfe ein sehr bedeutender Druck ausgeübt werden kann, welcher namentlich bei letzteren oft schon sehr gefährlich geworden ist; so ist es wichtig, Mittel anzugeben, diesen Druck zu messen, um auch, abgesehen von der auszunutzenden Druckkraft, beurtheilen zu können, ob in gewissen Fällen die Gefahr vorhanden ist, daß Gefäße zersprengt werden.

Wir werden demnächst einige Mittel zur Messung des Druckes angeben und dann Instrumente anführen, bei welchen der Druck abgesperrter Gase auf tropfbar flüssige Körper oder der Druck tropfbar flüssiger Körper auf abgesperrte Gase angewendet wird.

Manometer.

Wir achten bei der Angabe der Mittel, die Druckkraft der luftigen Körper zu bestimmen, zunächst nicht darauf, ob diese Kraft abhängig ist nur von der Dichtigkeit des Körpers bei bestimmter Temperatur, oder von der Temperatur bei bestimmter Dichtigkeit, oder von beiden zugleich und da die zu erwähnenden Instrumente diese Unterschiede nicht berücksichtigen, so sind auch die Benennungen: Manometer, Dashmeter, Elaterometer nicht bezeichnend; denn Manometer heißt eigentlich Dünneitsmesser, Dashmeter Dichtkeitsmesser, Elaterometer Elastizitätsmesser.

Wenn eine gewisse Menge eines luftigen Körpers abgeschlossen ist in einem bestimmten Raume, so besitzt er eine bestimmte Dichtigkeit und wird auch bei bestimmter Temperatur eine bestimmte Druckkraft ausüben; wenn nun dieser Körper in demselben Raume eine höhere Temperatur erlangt, so kann sich zwar seine Dichtigkeit nicht ändern, aber seine Druckkraft ist eine größere geworden, wie wir es in der Lehre von der Wärme in Betreff verschiedener Körper werden genauer kennen lernen.

Das früher (S. 254) erwähnte Wagemanometer ist auch ein Dichtkeitsmesser und dient somit, wenn auch nur mittelbar, den Druck der Luft zu bestimmen, indem bekanntlich die Dichtigkeit der Luft mit ihrer Druckkraft in gradem Verhältnisse steht und eine Vergleichung der Beobachtungen dieses Manometers mit denen des Barometers wohl auch zum Ziele führen würde; hier aber wollen wir nur die Mittel zur unmittelbaren Bestimmung des Druckes angeben.

Dieses kann nicht dadurch bewirkt werden, daß man den Druck der luftigen Körper bloß auf die inneren Wände von Gefäßen, in denen sie eingeschlossen sind, wirken läßt und etwa untersucht, unter welchen Bedingungen sie Gefäße aus verschiedenen Stoffen und von verschiedener Wandstärke zu zersprengen im Stande sind, weil dies gefährlich und wegen der nicht zu überwindenden Schwierigkeit, Gefäße herzustellen, deren Widerstandsfähigkeit ihrem Grade nach vorher bestimmbar ist, unausführbar wäre; sondern nur dadurch, daß diese luftigen Körper entweder bloß auf tropfbar flüssige, welche dem Drucke folgen, oder durch diese noch auf luftige, welche abgesperrt sind, wirken können.

Sicherheitsröhren.

Die Sicherheitsröhren sind doppelt gebogene, also aus drei Schenkeln bestehende Röhren, deren mittlster Theil in der Regel kugelförmig erweitert ist, wie es *aceo* in Fig. 149 zeigt. Das eine Ende *a* ist trichterförmig erweitert, um bequem so viel Wasser einzulassen zu können, daß es die Kugel und das eine kommunizirende Rohr theilweise erfüllt.

Hält man das Instrument mit dem Wasser in der freien Luft, so stehen die beiden Niveaus *n* und *r* in derselben Horizontalebene. In



(Fig. 149.)

dieser Stellung würde nichts geändert, wenn in reo statt der atmosphärischen Luft Gase oder Dämpfe von derselben Spannkrast wären. Sowie aber die Spannkrast in oer kleiner ist, steigt die Flüssigkeit in r und fällt von n und zwar hier um so mehr, je weiter die Kugel bei einem bestimmten Steigen in ihr ist; wird aber die Spannkrast in oer größer, so steigt das Wasser in en . Befindet sich nun o in einem Behälter, in welchem eine Luftart entwickelt wird, so kann man aus dem Stande der Sperrflüssigkeit beurtheilen, ob das entwickelte Gas eine geringere oder größere Druckkrast besitzt, als die atmosphärische Luft und ob die Erzeugung dieser Luftart eine sehr träge oder sehr lebhafte ist. Bei einer sehr trägen Entwicklung und namentlich bei der Abkühlung des Entwicklungsapparates könnte es geschehen, daß die Sperrflüssigkeit nach o getrieben würde, was nachtheilig werden könnte, weshalb man durch Herausziehen der Röhre diesem vorbeugt; bei einer sehr lebhaften Entwicklung, daß die Sperrflüssigkeit aus a geschleudert würde, was unstreitig weniger unangenehm wäre, als ein Zersprengen des Entwicklungsgefäßes. Diese Röhren dienen also nur dazu, um gegen Letzteres zu sichern, nicht aber um einen genauen Maßstab für die Expansivkrast des betreffenden Gases zu haben.

Gefäßmanometer.

Zu einer genaueren Bestimmung der Größe des Druckes abgeperrter Gase sind schon die Gefäßmanometer oder auch Windmesser geeignet, welche deshalb so genannt werden, weil man sie anwendet, um den Druck der Luft in verschiedenen Theilen von Gebläseapparaten zu bestimmen.



(Fig. 150.)

Von der Decke eines beliebig geformten Gefäßes (Fig. 150) geht eine Röhre eo nach einem Luftbehälter, eine zweite Röhre xna geht von dem Boden dieses Behälters eine Strecke aufwärts; der Behälter und ein Theil der mit ihm kommunizirenden Röhre ist mit Wasser gefüllt.

Hat die Luft im Behälter die Dichtigkeit der äußeren, so stehen die Niveaus r und n in derselben Horizontalebene; je mehr sich die von o aus eintretende Luft verdichtet, desto höher steigt das Wasser über n , wo man den Nullpunkt eines Maßstabes anbringen kann. Da die Röhre na im Verhältnisse zu der Weite des Behälters eng ist, so kann n , ohne einen bedeutenden Fehler zu begehen, als Nullpunkt beibehalten werden und es läßt sich aus der Höhe

der Wasserfäule über n auf den Druck des abgesperrten Gases ein Schluß ziehen.

Um für bedeutendere Drucke nicht allzulange Röhren anwenden zu müssen, dient Quecksilber statt des Wassers. Da bei gleichem Stande desselben im Gefäße und in der Röhre das abgesperrte Gas schon die Spannkraft einer Atmosphäre besitzt, so würde bei einem Höhenstande in der Röhre, welcher dem grade stattfindenden Barometerstande gleich wäre, der Druck des abgesperrten Gases zwei Atmosphären betragen.

Röhrenmanometer.

Die Röhrenmanometer dienen zu genaueren Messungen und man wendet dabei entweder geschlossene oder offene Glasröhren mit Quecksilber an.

Bei geringeren Drucken, etwa bis zu fünf Atmosphären, hat man die geschlossenen Röhren und es kommt dabei das mariottesche Gesetz zur Anwendung.



(Fig. 151.)

Steht eine etwa 10 Zoll lange, oben geschlossene und überall gleichweite Glasröhre AB (Fig. 151) unten in Verbindung mit einer offenen, durch eine Metallfassung C geschützten, diese mit einem Raume, in welchem verdichtete Gase oder auch Dämpfe erzeugt werden, und ist in dem unteren Theile der Röhren Quecksilber; so steht dieses in beiden Röhren gleich hoch, wenn die abgesperrte atmosphärische Luft denselben Druck ausübt, als das Gas oder die Dämpfe auf den offenen Schenkel, so daß in diesem Falle letztere die Spannkraft einer Atmosphäre haben, wenn die abgesperrte Luft sie besaß. Man fest also an das Ende des Quecksilbers im langen Schenkel die Ziffer 1.

Wird der Druck auf das Quecksilber im offenen Schenkel vermehrt, so pflanzt sich dieser größere Druck durch das Quecksilber fort bis zur abgesperrten Luft und zwingt sie einen kleineren Raum einzunehmen, wodurch sie dichter wird und auch einen größeren Druck nicht nur aushält, sondern auch ausübt. Es hält jetzt dieser ihr vermehrter Druck mit dem der erhöhten Quecksilbersäule das Gleichgewicht dem Drucke, welcher auf den offenen Schenkel ausgeübt wird. Weil nun die Räume, welche die abgesperrte Luft einnimmt, in demselben Verhältnisse kleiner werden, in welchem der Druck auf sie sich vermehrt, so läßt sich leicht eine Eintheilung anbringen, welche den Druck nach Ganzen und Bruchtheilen des Atmosphärendruckes anzeigt.

Zur Messung eines bedeutenderen Druckes kann man eine offene

starke und hinreichend lange Glasröhre anwenden, welche man sehr sorgfältig in ein Gefäß von Schmiedeeisen einkittet, von wo aus noch eine dünne eiserne Röhre aufwärts geht. Kommt in erstere und die damit verbundene Metallröhre Quecksilber, so steht es im Freien in beiden gleich hoch und der Punkt, bei welchem es in der Glasröhre steht, wird auf einem daran befestigten Maßstabe mit Eins bezeichnet, weil ja auf das Quecksilber auch in der Metallröhre eine Atmosphäre drückt. Wenn nun auf das Metallrohr ein vermehrter Druck ausgeübt wird, so steigt das Quecksilber in Glasröhre. Ist seine Höhe grade gleich dem Barometerstande, so ist die drückende Kraft im anderen Rohre schon gleich dem Drucke zweier Atmosphären, und man setzt an die betreffende Stelle 2, weil ja auf das Quecksilber im offenen Schenkel die freie Atmosphäre herabdrückt. Auf diese Weise läßt sich die Eintheilung weiter fortführen.

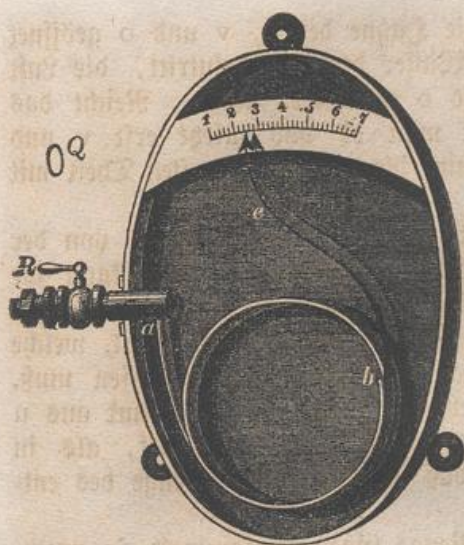
So kann durch genaue Messung des Höhenstandes des Quecksilbers im offenen Schenkel der Druck auf dasselbe im geschlossenen genau bestimmt werden. Daß das Glasrohr genau lothrecht stehen muß, ist eine wesentliche Bedingung, weil jede schiefe Lage desselben die Quecksilbersäule verlängert.

Metallmanometer.

Können gläserne Manometer nicht an sehr geschützten Orten angebracht werden, wie es bei stehenden Dampfmaschinen allerdings wohl zulässig ist; so wendet man Metallmanometer an, welche für Lokomotiven und Lokomobilen vortheilhaft sind, obwohl ihre Zuverlässigkeit mit der Zeit etwas abnimmt. Ihre Wirksamkeit gründet sich wesentlich auf dasselbe Prinzip, wie die der Aneroidbarometer: nämlich, daß die Verschiedenheit des Druckes, welchen zwei mit einander verbundene dünne Metallscheiben von ungleicher Flächenausdehnung erleiden, eine Bewegung an ihnen erzeugt, wenn sich der Druck auf beide ändert.

Wird in einem aus dünnen Metallbleche in der Gestalt von wenigstens $\frac{1}{4}$ eines Kreises gefertigten flachen Rohre Luft oder Dampf verdichtet oder auch verdünnt, wobei das eine Ende die Luft oder den Dampf aufnimmt, das andere aber geschlossen ist; so erweitert oder verengt sich der Zwischenraum der Röhrenenden, weil der auf die äußere, weniger gekrümmte und größere Platte ausgeübte Druck bei der Zunahme der drückenden Kraft mehr zunimmt, bei der Abnahme der drückenden Kraft mehr abnimmt, als der Druck auf die innere und kleinere Platte und deshalb muß die bogenförmige Röhre in jenem Falle sich mehr strecken, in diesem mehr krümmen, als es bei dem ursprünglichen Drucke der Fall war.

Wenn nun das eine Ende a (Fig. 152) dieser Röhre, durch welches das Gas oder der Dampf geleitet wird, befestigt und das andere b mit einem Zeiger e versehen oder mit dem kurzen Ende eines drehbaren Zeigers verbunden ist; so lassen sich an den Kreisbogen, welchen



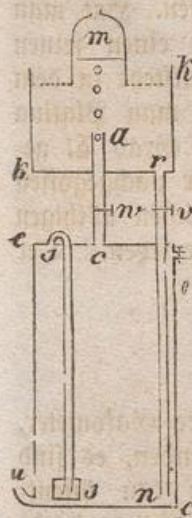
(Fig. 152.)

Das Ende des langen Zeigers beschreibt, die Zahlen setzen, welche anzeigen, wie viele Atmosphären drucke das abgesperrte Gas ausübt. Es ist natürlich, daß man die Lage dieser Zahlen aus vergleichenden Beobachtungen mit einem anderen Manometer erhält.

Das Gasometer, Aspirator.

Wenn man verschiedene Gasarten entwickelt, so hat man die Absicht, sie entweder bald zu benutzen oder sie auch für spätere Zwecke aufzubewahren. Für den ersten Fall ist es meist ausreichend,

Ueber einem geschlossenen Metallzylinder ee (Fig. 153)



(Fig. 153.)

von etwa $1\frac{1}{2}$ oder 2 Fuß Höhe und 1 Fuß Durchmesser befindet sich ein oben offener kk von $\frac{1}{2}$ Fuß Höhe. Von dem Boden des oberen geht eine Röhre rn bis in die Nähe des Bodens des unteren und von der Decke des unteren eine kurze ea durch den Boden des oberen Gefäßes. Beide Röhren können durch die Hähne v und w , welche sich zwischen den Gefäßen befinden, abgesperrt werden. Außerdem ist am unteren Gefäße in der Nähe des Bodens eine etwas weitere, nach oben gekrümmte Röhre u , welche sich durch einen Kork verschließen läßt; in der Nähe der Decke eine engere Seitenröhre o , an welche sich verschieden enge Ansaugröhren schrauben lassen und noch ein Glasrohr ss , welches außerhalb des Gefäßes von der Decke aus bis in die Nähe des Bodens geht und beiderseits mit dem inneren Raume in Verbindung steht.

Das untere Gefäß dient zur Aufnahme des Gases, das obere zur Erzeugung eines Druckes auf dasselbe, um es ausströmen zu machen.

Will man das irgendwie entwickelte Gas ansammeln, so füllt man zuerst das untere Gefäß durch die Röhre rn aus dem oberen mit

Wasser, wobei u geschlossen, aber die Hähne bei w, v und o geöffnet sein müssen, so daß, während das Wasser durch rn eintritt, die Luft aus dem unteren Gefäße durch a und o entweichen kann. Reicht das Wasser bereits bis o, so verschließt man es und zuletzt erst v und dann w. Auch die Röhre ss wird nun bis auf den obersten Theil mit Wasser erfüllt sein.

Wird jetzt u geöffnet, so fließt das Wasser wegen des von der Atmosphäre darauf ausgeübten Druckes nicht aus und man kann die Röhre, durch welche das entwickelte Gas kommen soll, hineinstecken, ohne daß mehr Wasser ausfließt, als der Raum der Röhre einnimmt, welche übrigens ringsum noch einen Spielraum für das Wasser lassen muß. Sowie aber durch u Luft in den Behälter geleitet wird, kommt aus u Wasser und es fällt auch in dem Standmesser ss ebenso tief, als in dem damit verbundenen Gefäße, so daß man stets die Menge des entwickelten Gases beurtheilen kann.

Hat man nun die gewünschte Menge Gas angesammelt, so unterwirft man dasselbe einem Drucke, indem man in dem oberen Gefäße für Wasservorrath sorgt und dann den Hahn v öffnet, so daß das abgesperrte Gas dem Drucke der Wasserfäule vom Niveau des oberen bis zum Niveau des unteren Gefäßes ausgesetzt ist.

Stürzt man über die Mündung a eine mit Wasser gefüllte Glocke m, so kann man nach dem Oeffnen des Hahnes w dieselbe mit Gas erfüllen und dasselbe dann zu Versuchen anwenden; statt dessen aber kann man es zu gewissen Zwecken auch durch o ausströmen lassen. Hat man z. B. Sauerstoff in dem Behälter und läßt man davon einen feinen Strahl durch die Flamme einer Weingeistlampe gehen, so entsteht in dem dadurch gebildeten Flammenkegel eine so große Hitze, daß man Platina schmelzen kann, was erst bei einer Temperatur von 1700 Grad C. geschieht. In beiden Fällen muß in das obere Gefäß Wasser nachgegossen werden, um das Gas im unteren unter dem zum Ausströmen nöthigen Drucke zu erhalten und den Abgang durch Wasser zu ersetzen. Der Standmesser gibt den Gasvorrath stets an.

Fruchtgas - Gasometer.

Man hat für den Privatgebrauch zwar auch tragbare Gasometer, um das gereinigte Leuchtgas an beliebigen Orten zu verwenden, es sind aber theils für solche Zwecke, theils und vorzüglich für den öffentlichen Bedarf große Behälter erforderlich, um das nothwendig werdende Gas rechtzeitig anzusammeln und es von da aus mittelst gußeiserner Röhren oft auf große Entfernungen und verschiedene Punkte zu leiten, was nur möglich ist, wenn es je nach den kleineren oder größeren Strecken einem geringeren oder bedeutenderen Drucke unterworfen wird, damit es aus den Brennern mit einer gewissen Geschwindigkeit aus-

ströme. Eine kleine Flamme kann man zwar erhalten, wenn entweder das Gas unter einem kleinen Drucke langsam ausströmt oder wenn man den Hahn zum Brenner nur wenig lüftet, so daß von schneller strömendem Gase nur wenig durchdringen kann; eine große Flamme aber nur, wenn das Gas einem größeren Drucke ausgesetzt ist.

Soll ein solcher Gasometer zweckentsprechend sein, so muß er außer den Zu- und Ableitungsröhren für das Gas bei möglich großem Inhalte einen kleinen Raum einnehmen und das darin befindliche Gas muß während der ganzen Verbrauchszeit einem gleichmäßigen Drucke ausgesetzt sein.

Da die Kugelform, welche allerdings bei dem größten Inhalte die kleinste Oberfläche hat, bei diesen Apparaten nicht in Anwendung kommen kann, so wählt man die dem Zwecke am nächsten entsprechende Zylinderform und macht die Höhe gleich dem Strahle oder Radius der Grundfläche. Es wird also eine zylindrische und wasserdichte Zisterne gebaut; in sie paßt mit einigem Spielraume an den Wänden ein luftdichter Metallzylinder, welcher oben abgerundet eingedeckt ist und dessen Seitenwände aus dünnem Bleche bestehen. Statt der zylindrischen Form könnte man auch die eines ihm nahe kommenden Vielseits anwenden, also die Metalltafeln nicht erst krümmen. Damit der Behälter für das aufzunehmende Gas mit seinem unteren Rande in allen Entfernungen vom Boden stets horizontal bleibe und auch an den Wänden der Zisterne sich nicht reibe, läßt man von der Decke des Behälters in der Richtung seiner Ase eine Röhre herabgehen, welche ohne Reibung auf eine von der Mitte des Bodens der Zisterne ausgehende lothrechte Stange paßt. Statt dessen kann man an der Außenfläche des Gasbehälters einander gegenüber Paare von Ringen anbringen, die sich längs Stangen an der Zisterne bewegen. Zur Herstellung des stabilen Gleichgewichtes ist der Gasbehälter über Rollen aufgehängt und durch geeignete Gegengewichte balancirt.

Ehe der Behälter mit Gas gefüllt werden kann, muß er herabgelassen und ganz mit Wasser erfüllt werden, weshalb eine Vorrichtung vorhanden sein muß, um die anfänglich darin befindliche atmosphärische Luft herauszulassen. Wird nun das Gas von unten hineingeleitet, so hebt es den Behälter mehr und mehr und es würde aus ihm, wenn er leicht genug und nicht blos durch Wasser abgesperrt wäre, einen Aero-
staten oder Luftballon machen, denn das Leuchtgas hat ein spezifisches Gewicht von nur 0,56, ist also etwas über die Hälfte leichter, als die atmosphärische Luft.

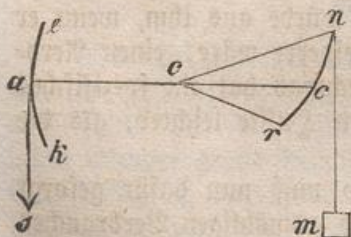
Ist das Füllen des Behälters erfolgt, so muß nun dafür gesorgt werden, daß das Gas in ihm ungeachtet seines allmählichen Verbrauches fortwährend einem bestimmten, durch die Umstände bedingten Drucke ausgesetzt werde, welcher größer sein muß, als der, welchen die freie Atmosphäre ausübt, damit es aus dem Behälter durch die Leitungsröhren

und Brenner ströme. Stände das Sperrwasser im Behälter so hoch, wie außerhalb um ihn, was sich mittelst eines Standmessers oder Index leicht beurtheilen läßt; so würden beide Gase gleich stark drücken; es muß also für den vorliegenden Zweck das äußere Wasser höher stehen, als das innere und je höher es steht, desto größer ist der Druck, welchen das Leuchtgas erleidet und ausübt. Ist der äußere Wasserstand für einen gewissen Zweck, z. B. um 1 Zoll höher, als der innere; so muß dieser Stand fortwährend erhalten werden. Dieses kann nur dadurch erreicht werden, daß der Behälter stets mit demselben Gewichte auf das abgesperrte Gas herabdrückt.

Während der Behälter nur mit seinem untersten Rande im Wasser ist, trägt dieses von seinem absoluten Gewichte nur wenig; je tiefer bei der Abnahme des Gases im Innern der Behälter einsinkt, desto mehr trägt das Wasser von seinem Gewichte, desto leichter wird er und desto mehr muß er belastet werden, um den früheren Druck auszuüben. Dieses Mehr seines Gewichtsverlustes und der dadurch nothwendigen größeren Belastung beträgt aber um so weniger, je dünner das Metallblech zu seinen Seitenwänden und je größer sein Rauminhalt ist, weshalb man auch möglichst dünnes Blech anwendet. Dagegen wird beim Sinken des Behälters des Gases in ihm weniger, so daß er auch weniger durch dasselbe gehoben wird.

Gleichen beim fortschreitenden Verbräuche des Gases die Abnahme des Druckes vom Gasbehälter nach unten und vom leichten Gase nach oben einander aus, so würde der Behälter stets einen gleichen Unterschied der Wasserstände verursachen und es wäre eine anderweitige Ausgleichung nicht nothwendig. Man müßte natürlich für größere Gasometer die Stärke des Metallbleches zu der Seitenwand in angemessener Weise vergrößern. Bei kleinen Gasometern wird der Druck nach unten, bei großen der nach oben leicht größer sein können und deshalb muß in dergleichen Fällen eine Kompensation oder Ausgleichung vorgenommen werden.

Wird der Gasometer beim Sinken schwerer (beim Steigen leichter), so muß man, um einen gleichmäßigen Druck zu erhalten, von seiner Belastung nach und nach abnehmen. Dieses könnte erreicht werden, wenn man an Schnuren von ungleicher Länge, welche über dem Gasometer angebunden sind, das ganze Belastungsgewicht vom höchsten bis zum tiefsten Stande vertheilt angebracht hätte, so daß beim höchsten Stande des Gasometers alle Gewichtstheile auf seiner Decke ruhten und dann bei seinem Herabsinken immer mehr und mehr an den Schnuren schweben blieben. — Gleichmäßiger geht die Entlastung vor sich, wenn man den Gasbehälter mittelst seiner Ketten



(Fig. 154.)

Entlastung vor sich, wenn

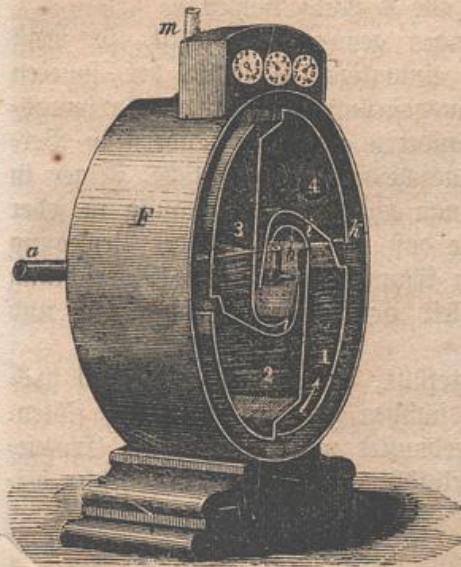
an das eine Ende e (Fig. 154) eines Kreisbogens eak hängt, zu welchem der Radius oa der eine Arm eines Hebels aoc ist, an dessen anderem Ende c ein Bogen ncr befestigt ist, dessen Punkte von n nach r hin dem Drehpunkte o immer näher und näher liegen und an welchem bei n eine andere Kette mit dem Gewichte m angehängt ist. Sinkt der Gasometer in der Richtung des Pfeiles bei s , so steigt das Gewicht und weil seine Kette sich dabei an den Bogen ncr anlegt, so kommt es dem Drehpunkte o immer näher, so daß es immer weniger auf seinen Hebelarm ziehend wirkt. Die Krümmung des Bogens muß natürlich nach dem jedesmaligen Gasometer eingerichtet werden, um ein angemessener Gasometerregulator zu sein.

Verlangte der Gasometer bei seinem Sinken eine zunehmende Belastung, wie es u. a. bei einem hölzernen der Fall sein würde, so müßte der Bogen eine Krümmung haben, welche das Gewicht von dem Drehpunkte entfernte.

Gasuhren.

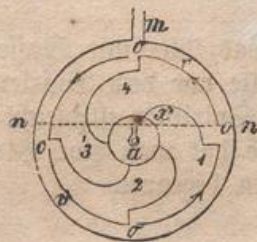
Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die Gasuhren, Gaszähler, oder, wie man sie gewöhnlich auch wohl nennt, die Gasometer, weil sie die Menge des verbrannten Gases sehr genau bestimmen lassen. Wenn bei einem bestimmten Drucke im Gasometer die Flammen in einer unveränderten Größe erhalten würden, wie es wohl möglich wäre; so würde in bestimmter Zeit auch ein bestimmter Gasverbrauch stattfinden. Aber dessen ungeachtet wäre eine Kontrolle über die Gasflammen immerhin um so unausführbarer, je vielseitiger der Verbrauch ist. Die Er-

findung eines Instrumentes für die genaue Messung des verbrannten Gases war also sowohl für die Gasanstalten, als auch für die Gasverbraucher ein dringendes Bedürfnis, welches in einer sehr sinnreichen und für beide Theile absolut genügenden Weise entsprochen worden ist. Fig. 155 (1) zeigt links



(Fig. 155.)

Spiller, Physik.



das Innere des Gaszählers nach Wegnahme der vorderen Deckplatte von der Seite und rechts den Querschnitt. F ist eine

zylinderförmige völlig abgeschlossene Trommel von Eisenblech, um ihre röhrenförmige und horizontal liegende Ase ist eine aus Eisenblech bestehende Vorrichtung drehbar angebracht, welche aus 4 Abtheilungen besteht, die an ihrem äußeren Umfange durch die Oeffnungen o, o, o, o mit dem freien Spielraume rr , also auch untereinander und an ihrem inneren Umfange durch Oeffnungen wie bei x mit dem mittelsten Raume a in Verbindung stehen.

Das Gas gelangt von den Röhrenleitungen aus durch die Röhre a in den mittelsten Raum, würde ohne die Vorrichtungen, als die angeführten, durch die Oeffnungen x in die 4 Abtheilungen, aus ihnen durch die Oeffnungen o in den Zwischenraum r und endlich durch eine von hier ausgehende Röhre m zu den Brennern strömen, ohne daß man eine Messung vorgenommen hätte.

Gießt man aber in die Trommel soviel Wasser, daß es, wie nn es angibt, bis über die Ase steht, aber die Mündung des nach oben gebogenen Gasrohres a , sowie die Verbindung x nach dem Raume l noch freiläßt; so kann das zuströmende Gas nur in den obersten Theil dieses Raumes gelangen, und da es einen Druck sowohl auf das absperrende und abgesperrte Wasser, als auch auf einen Theil der Wand der ersten Abtheilung ausübt, so wird diese Abtheilung und natürlich auch die mit ihr fest verbundenen eine Drehung in der Richtung der Pfeile annehmen. Dadurch wird die erste Abtheilung nach und nach gefüllt, ihre Mündung bei o bis zum Niveau des Wassers gehoben, das Gas strömt aus ihr in den Raum r und von da nach m ; inzwischen ist aber an die Stelle der ersten Abtheilung die zweite getreten und dieselben Vorgänge wiederholen sich für alle 4 Abtheilungen.

Da der Raum aller 4 Abtheilungen genau bekannt ist, so weiß man auch genau, wieviel Gas nach einmaliger Drehung der inneren Trommel durch a ein- und durch m ausgeströmt ist. Hat die Drehungsaxe ein gezahntes Rad, welches mit anderen gezahnten Rädern in Verbindung ist, durch welche unter Glascheiben unzugängliche Zeiger in Bewegung gesetzt werden, so kann man aus deren Bewegung zu jeder Zeit den Gasverbrauch erkennen; ohne daß man selbst an der Bewegung irgendwie eine Störung hervorbringen könnte, so daß diese Vorrichtung gegen Unredlichkeit oder Unvorsichtigkeit vollkommen gesichert ist und sicher stellt.

Ist der Gaszähler mit Wasser gefüllt, so muß man ihn bei größerer Winterkälte vor dem Einfrieren schützen oder mit Spiritus füllen. Da aber der Spiritus allzuleicht verdunstet und öfterer einer Erneuerung bedarf, so hat man eine Glycerinlösung vorgeschlagen, welche beiden Uebelständen begegnet.

Heronball und Spritzflasche.

Wenn Luft, welche einseitig auf eine tropfbare Flüssigkeit wirken kann, eine größere Spannkraft besitzt, so wird sie dann diese Flüssigkeit in Bewegung setzen, wenn der Gegendruck geringer ist. Hat man ein Gefäß (Fig. 156) von beliebiger Gestalt zum Theil mit Wasser gefüllt und geht luftdicht durch seine obere Mündung ein Glasröhrchen bis in die Nähe des Bodens, welches oben etwas zugespitzt ist; so steht das Wasser in ihm ebenso hoch, als im Gefäße, weil die abgesperrte Luft über dem Wasser denselben Druck auf dasselbe ausübt, wie die freie atmosphärische auf das Wasser im Röhrchen.



(Fig. 156.) Bläst man nun aus den Lungen soviel als möglich Luft durch das Röhrchen ins Gefäß, so entsteht über dem Wasser verdichtete Luft, weil das Wasser durch die hinzugekommene Luft sich nur äußerst wenig zusammen- drücken läßt, die hineingebrachte Luft also mit der vor- handen gewesenen fast denselben Raum einnehmen muß.

Hört man zu blasen auf, so springt aus der Röhre sofort ein Wasserstrahl, weil die innere Luft auf das abgesperrte Wasser einen größeren Druck ausübt, als die äußere und dieser größere Druck durch das Wasser bis in die Röhre sich fortpflanzt. Daß der Strahl anfänglich um so höher sein wird, je mehr die Luft zusammengepreßt war und daß er nach und nach niedriger werden muß, ist klar, weil bei dem Abgange des Wassers die innere Luft einen größeren Raum einnehmen kann, wodurch ihre Dichtigkeit und Druckkraft vermindert wird. Schließlich bleibt wegen der größeren Verdichtung der inneren Luft nur noch die Röhre gefüllt.

Stellt man einen Heronsball mit nicht verdichteter Luft unter die Glocke einer Luftverdünnungspumpe, so fängt er bei der stattfindenden Verdünnung sofort zu springen an, weil auch jetzt die Luft auf das Wasser in der Röhre weniger drückt, als die abgesperrte.

Man kann auch durch Luftverdichtungspumpen in das Gefäß Luft pressen, wenn das Rohr mit einem Hahne versehen ist und sich auf eine solche Pumpe schrauben läßt. Dadurch kann man leicht einen Strahl bis zu 100 Fuß Höhe und darüber erhalten.

Eine kleine Abänderung des Heronsballes ist die in den Apotheken und chemischen Laboratorien so häufig gebrauchte Spritzflasche. Das Ausflußrohr geht, sowie es aus der Flasche tritt, in einer Biegung schräge abwärts und für das Einblasen der Luft ist oben auf der anderen Seite noch eine zweite, bequem eingerichtete Röhre angebracht. Somit man durch letztere bläst, kommt auch aus der ersten ein Wasserstrahl. Auf diese Weise kann man stoßweise nach Belieben Strahle be-

kommen, durch die man chemische Präparate mit destillirtem Wasser abspült.

Feuerspritze mit Windkessel.

Das Prinzip des Heronsballes wird außerordentlich wichtig, wenn man einen stärkeren und dauernden Wasserstrahl erhalten will, durch welchen einem Feuer viel eher und sicherer Einhalt gethan werden kann, als wenn man bloß mit Unterbrechungen Wasser ins Feuer schleudert, so daß es sich in den Zwischenzeiten immer wieder etwas erholen kann.

In einem Kasten befindet sich in der Mitte ein umgekehrter Kessel aus starkem Metalle; an seiner Bodenfläche münden die Röhren von zwei einander gegenüberstehenden Saugdruckpumpen, die ihr Wasser aus dem Kasten erhalten; von der Nähe des Bodens geht durch den Kessel ein Metallrohr, an welches sich außerhalb ein wasserdichter Schlauch mit einem Ausgußrohre an seinem Ende oder auch ein bloßes Ausgußrohr, welches dann drehbar sein muß, anschrauben läßt. Die beiden Pumpenstangen befinden sich an einer gemeinschaftlichen Querstange, die um ihren Mittelpunkt durch die an den beiden Enden angreifenden Menschen auf und ab bewegt werden kann.

Es ist klar, daß bei dieser Verbindung der beiden Pumpen während jeder Bewegung sowohl auf- als auch abwärts in den Windkessel Wasser gedrückt und dadurch die darin enthaltene Luft zusammengepreßt wird. Die verdichtete Luft drückt ihrerseits auch, fortwährend sich ausdehnend, auf das Wasser, welches keinen anderen Ausweg hat, als durch das Springrohr, und somit erzeugt sie einen ununterbrochenen Strahl, wenn nur die Druckpumpen den Kessel hinreichend mit Wasser versorgen.

Wendet man statt der Menschenhände die Dampfkraft an, so lassen sich solche Spritzen von bedeutenderer Ausdehnung und einer erstaunlichen Wirkungsfähigkeit bauen. In New-York z. B. kostet eine nach den besten Grundsätzen höchst elegant gebaute Dampfspritze 4000 Dollar. Man unterhält bei einzelnen fortwährend ein mäßiges Feuer, und die angeschirrten Pferde stehen dabei, um sie sofort benutzen zu können.

Springbrunnen mit Windkessel.

Es liegt außerordentlich nahe, daß man das Wasser, welches von der über ihm in einem starken Kessel befindlichen verdichteten Luft durch ein von der Nähe des Bodens ausgehendes Rohr getrieben wird, zu einem fortwährenden Springstrahle benutzen kann. Es ist hierbei nicht nothwendig, daß der Windkessel dicht unter dem Springrohre liegt, sondern dieses kann mehr oder minder weit fort und zuletzt aufwärts geleitet werden. Auf diese Weise hat man in vielen flachen Gegenden, wo es an einem höher gelegenen Wasserbehälter, von welchem aus der Druck ginge, fehlt, solche künstliche Springbrunnen mit seitwärts ge-

legenen Dampfmaschinen. Das dazu nöthige Wasser ließe sich durch die Maschinen auch auf Anhöhen in Behälter schaffen, von wo aus zu beliebigen Zeiten die Springbrunnen in Thätigkeit gesetzt werden könnten.

Es ist gleichgiltig, was für ein luftiger Körper den Druck auf das Wasser ausübt. Wären es Wasserdämpfe, so müßte das Wasser, auf welches sie unmittelbar drücken, dieselbe Temperatur haben wie sie selbst, weil, wenn die Temperatur eine niedrigere ist, ein Theil dieser Dämpfe zu Wasser wird, wodurch ihre Druckkraft geringer geworden ist.

In Zuckerfabriken wird der in den unteren Räumen des Gebäudes durch Pressung erhaltene zuckerhaltige Saft in gleicher Weise in obere, oft 40 Fuß höhere Behälter gebracht, um ihn von da durch Kohlenfilter abklären zu lassen.

Die Geiser.

Wenn nun in feuerspeienden Bergen innere Gewässer, welche einseitig abgesperrt sind, mit dem Feuer in Berührung kommen; so werden sie theilweise in Dämpfe verwandelt. Wiederholt sich dieser Vorgang unter sich gleichbleibenden Bedingungen, so können die entwickelten Dämpfe endlich eine solche Spannkraft erhalten, daß sie im Stande sind, zeitweise bedeutende Wassermassen emporzuschleudern.

Diese Erscheinung zeigen uns auf Island in großartigster Weise die Geiser, mit welchem Namen man alle dortigen heißen Quellen mit den verschiedenartigsten Merkmalen bezeichnet. Sehr merkwürdig ist zunächst der Aufschrollen oder der brüllende Berg. Aus einer Oeffnung in einer etwa 4 Fuß betragenden Erhöhung von erhärtetem Bolus strömt Dampf mit einem Getöse gleich dem eines Wasserfalles; wirft man Steine hinein, so wird das Toben gewaltiger und die Steine werden hoch emporgeschleudert. Kurze Zeit darauf brechen von verschiedenen Stellen dicke Dampfwolken und Springstrahlen von kochend heißem Wasser hervor. Nach etwa 5 Minuten tritt eine Pause von etwa 2 Minuten ein, um dieselben Erscheinungen zu wiederholen. — Im Thale Keikholt sind auf einem Hügel 16 heiße Quellen, von denen zwei alle $4\frac{1}{2}$ und 3 Minuten mit einander abwechseln, die eine einen Strahl von 12, die andere von 15 Fuß Höhe emportreibend. — Die bedeutendsten heißen Quellen sind zwei Tagereisen vom Hekla entfernt, bei Skalholt unweit Haukadal, wo die umgebenden Eisberge bis in die Wolken reichen und ein wunderbares Naturgemälde darstellen, wenn daneben die zum Himmel geschleuderten Wassermassen mit den umgebenden Dampfwolken den Anblick nicht trüben. Unter den etwa 50 Quellen ist der große Geiser besonders zu bemerken. Er springt aus einer gegen 70 Fuß tiefen Röhre, welche unten 16 bis 18, oben 10 bis 12 Fuß Durchmesser hat, in der Regel auf 80 bis 100, bisweilen aber bis zu 200 Fuß Höhe und noch darüber in einem 8 bis 10 Fuß dicken Strahle, welcher in ein flaches Bassin von etwa 50 Fuß Durchmesser fällt. Bei

ihm findet der periodische Wechsel nicht regelmäßig statt, indem das Wasser bisweilen mehre Tage ausbleibt, bisweilen aber auch in kurzen Unterbrechungen erscheint. Inzwischen hört man aber stets ein unterirdisches Getöse, dann kommt Dampf und Wasser in einzelnen Stößen und bisweilen wird dann pfeilschnell ein in Dampf gehüllter Wasserstrahl 80 bis 90 Fuß hoch geworfen, von welchem aber einzelne abgelöste Theile eine unglaubliche Höhe erreichen.

Der Heronsbrunnen.

Bewegung und Leben fesselt uns mehr, als Ruhe und Abgestorbenheit. Daher hat man schon im Alterthume selbst in den Wohnräumen springende Brunnen herzustellen gesucht und vermocht. Der Heronsball gibt einen nur kurze Zeit andauernden, nicht hoch gehenden und in seiner Höhe bald abnehmenden Strahl; die in höher gelegenen Räumen und auf den Dächern der Häuser angebrachten Wasserbehälter, von welchen aus Röhren mit Springöffnungen herabgehen, bieten manche Unbequemlichkeiten und selbst Nachtheiliges dar, so daß man sie nur selten anwendet; dagegen gewähren die tragbaren und wenig Raum einnehmenden Heronsbrunnen eine gewisse Annehmlichkeit. Ihre Form ist mehr oder weniger einfach oder elegant. Es ist wesentlich ein Heronsball, bei welchem aber die Verdichtung der das Springen des Wassers bedingenden Luft durch den Druck einer Wassersäule bewirkt und erhalten wird.



(Fig. 157.)

In Fig. 157 ist B ein geschlossenes Gefäß von Metall oder Glas, darüber befindet sich ein zweites Gefäß A, ebenfalls geschlossenes, mit einem offenen Becken C; durch die Mitte des letzteren geht bis in die Nähe des Bodens vom oberen Gefäße eine offene Röhre i, welche etwas über dem Becken in eine enge Springöffnung endet, so daß das obere Gefäß die Dienste eines Heronsballes thun kann; von dem Boden des Beckens aus geht durch die Decke des oberen Gefäßes eine offene Röhre cae bis in die Nähe des Bodens vom unteren Gefäße und eine andere auch offene Röhre ubo von der Decke des unteren bis in die Nähe der Decke des oberen Gefäßes, so daß die beiden Räume der Gefäße nur durch diese dritte Röhre mit einander verbunden sind.

Hat man nun das obere Gefäß zum größten Theile, also bis in die Nähe der Mündung o, mit bloßem oder auch mit wohlriechendem Wasser gefüllt und gießt man dann in das Becken Wasser, so fließt

dasselbe durch die Röhre *cae* in das untere Gefäß ab und die Mündung *e*, also auch die Luft in den Gefäßen, wird bald abgesperrt. Das von nun an herabfließende Wasser nöthigt die Luft in den Gefäßen einen kleineren Raum einzunehmen und dies wird nach und nach um so mehr geschehen, je länger die Röhre *cae* und je höher der Wasserstand im Becken ist. Wird inzwischen die Springöffnung zugehalten oder durch einen Hahn abgeschlossen, so tritt endlich ein Zeitpunkt ein, in welchem die Spannkraft der abgesperrten Luft und die Druckkraft des Wassers einander das Gleichgewicht halten, so daß vom Becken aus Wasser nicht mehr hinabfließt. Beim Oeffnen der Springröhre erscheint natürlich der Strahl und behält ziemlich eine gleiche Höhe, wenn die Flüssigkeit in das Becken herabfällt, nach dem unteren Gefäße gelangt und so die Spannung der Luft erhält.

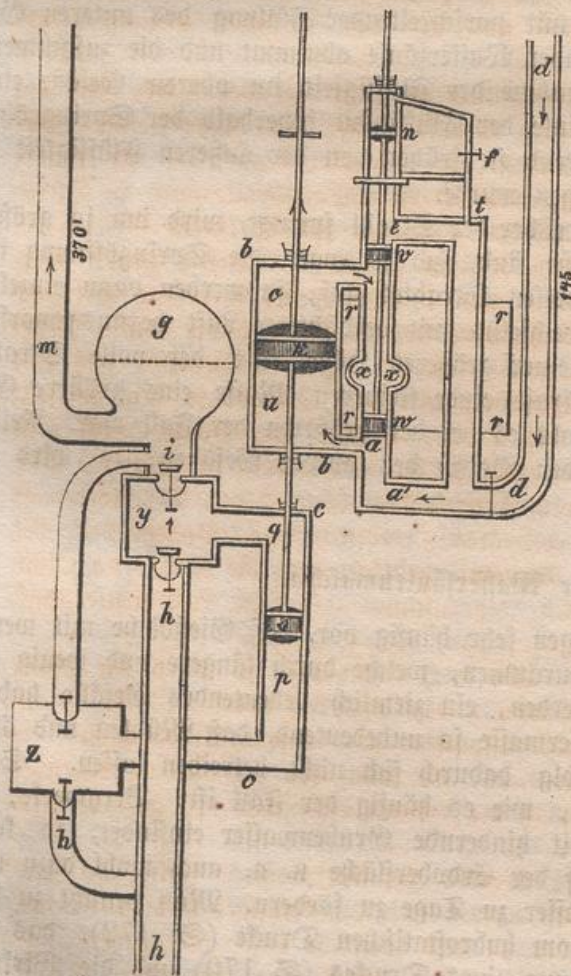
Etwas, wenn auch nicht viel, nimmt allerdings die Höhe des Springstrahles ab, weil mit vorschreitender Füllung des unteren Gefäßes die Höhe der drückenden Wassersäule abnimmt und die zusammengedrückte Luft mit der Abnahme der Flüssigkeit im oberen Gefäße eine immer höher werdende Säule der Flüssigkeit innerhalb der Springröhre selbst zu tragen hat, während sie früher von der äußeren Flüssigkeit in diesem Gefäße mehr getragen wurde.

Die Zeit, während welcher der Strahl springt, wird um so größer sein, je weiter die Gefäße sind und je enger die Springöffnung ist. Hört das Springen des vollen Strahles auf, so werden dann einzelne Theile von Flüssigkeit abwechselnd mit verdichteter Luft herausgeworfen und die ersteren dann zu einer größeren Höhe, als der volle Strahl, weil eine bestimmte Druckkraft einer kleineren Masse eine größere Geschwindigkeit geben muß, als es bei der größeren der Fall war. Reicht die Springröhre fast an den Boden des oberen Gefäßes, so wird es auch fast ganz geleert.

Die Wassersäulenmaschine.

Es kommt in Gebirgen sehr häufig vor, daß Gießbäche mit wenig Wasservorrath in Zwischenräumen, welche durch längere und wenig geneigte Flächen gebildet werden, ein ziemlich bedeutendes Gefälle haben. Nicht selten ist ihre Wassermasse so unbedeutend, daß Mühlen und ähnliche Maschinen mit Erfolg dadurch sich nicht betreiben lassen. Sind aber in solchen Gegenden, wie es häufig der Fall ist, Bergwerke, in denen sich das die Arbeit hindernde Grubenwasser einfindet, so kann man jene Wasserkraft auf der Erdoberfläche u. a. auch wohl dazu verwenden, dieses Grubenwasser zu Tage zu fördern. Man benutzt zu diesem Zwecke das Gesetz vom hydrostatischen Drucke (S. 172), das der ungeschwächten Fortpflanzung eines Druckes (S. 170) und die Wirkung der zusammengedrückten Luft in Windfesseln.

Leitet man Wasser von einer bedeutenden Höhe in verhältnißmäßig nicht weiten Röhren abwechselnd in die beiden Abtheilungen eines weiten Stiefels, in welchem ein Kolben oder Embolus wasserdicht beweglich ist; so wird es diesen Kolben hin und her bewegen, wenn nur dafür gesorgt ist, daß das Wasser aus dem Raume, nach welchem hin die Bewegung geschieht, rechtzeitig abfließen kann. Die Größe der Druckkraft des Wassers läßt sich aus der Größe der Kolbenfläche und Höhe der Wassersäule leicht berechnen. Statt bloß einen Stiefel zu gebrauchen, kann man zwei mit abwechselndem Kolbengange oder einen doppelt wirkenden anwenden, wodurch man den Vortheil erreicht, daß man ein Schwungrad anbringen kann, welches die gleichmäßige Bewegung der Maschine erhält, wobei auch das Druckwasser in Bewegung bleibt und somit kräftiger wirkt; denn bei den einfach wirkenden Maschinen kommt das



(Fig. 158.)

Druckwasser zum Stillstande, während der Kolben den Rückweg antritt, und es währet immer einige Zeit, bis sie wieder ganz in Bewegung gelangt. Daß man hierbei Krümmungen, und vorzüglich scharfe, möglichst vermeiden muß, ist wohl selbstverständlich. Man kann bei gutem Baue der Maschinen bis 0,8 der berechneten Kraft wirklich erreichen, wie es bei den von v. Reichenbach für das Heben von Salzfoole in Baiern mehrfach gebauten der Fall ist. Das Wesentlichste einer doppelt wirkenden Wasserfäulenmaschine, welche mit einem Druckwasser von 145 Fuß Höhe die Salzfoole auf 370 Fuß hebt, wird durch folgende Darstellung sich ergeben. — In Fig. 158 kommt das Druckwasser

in der Röhre dd herab und kann abwechselnd unterhalb und oberhalb des Kolbens k in den Kraftzylinder bb geleitet werden. Nach dem unteren Raume geht die Zuleitung durch aa, nach dem oberen durch ee. Die Mündungen in diese Räume können durch ein Schieberventil in der nebenanstehenden Verbindungsrohre beider mit den an einer gemeinschaftlichen Stange befindlichen Schieberkolben v und w abwechselnd geschlossen und geöffnet werden. Dieses Verbindungsrohr mündet bei xx in einen Kasten rr, welcher das verbrauchte Druckwasser aufnimmt.

In dem durch die Zeichnung dargestellten Falle gelangt das Druckwasser von dd durch aa nach u und preßt den Kolben k aufwärts; dem über k etwa befindlichen Wasser ist von o aus der Weg nach x offen, indem die Schieberventile die ihnen gestattete höchste Stellung haben. In dem Augenblicke, in welchem der Kolben oben angelangt ist, müssen die Ventile v und w soweit herabgehen, daß das Wasser von dd durch ee nach o gelangen und das von u durch a nach x abfließen kann.

Die Kolbenstange des Kraftzylinders geht an der Decke und am Boden desselben wasserdicht durch Stopfbüchsen; ihre obere kleine Querstange hilft, wie wir sehen werden, die Maschine reguliren; der untere Theil setzt die Arbeitsmaschine, nämlich eine Saugdruckpumpe in Bewegung. Der daran befestigte Kolben s bewegt sich in einem Stiefel cc, dessen beide durch ihn gebildete Räume p und q mittelst zweier Verbindungsrohren zu zwei Kästen z und y führen, die ihrerseits mit dem in die Tiefe herabgehenden Saugrohre hh in Verbindung stehen. Jeder dieser beiden Kästen hat zwei nach oben sich öffnende Ventile, das eine am Boden, welches die Verbindung mit der Saugrohre hh herstellt und aufhebt, das andere an der Decke, welches die Soole durch i in einen Windkessel g und von da aus in das Steigerrohr m gelangen läßt.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Gange des Arbeitskolbens nach aufwärts geht auch s aufwärts, wodurch das Bodenventil des Kastens y geschlossen, das Deckenventil geöffnet und die Soole nach dem Windkessel und von hier durch die zusammengedrückte Luft weiter aufwärts gepreßt wird.

Ginge der Arbeitskolben, also auch s abwärts; so würde die Soole von y aus durch hh gesaugt, von z aus nach ig gedrückt; also ist bei dieser doppelt wirkenden Saugdruckpumpe mit einem Arbeitsstiefel ein Stillstand sowohl des Druckwassers, als auch der zu- und abfließenden Soole nicht vorhanden, wodurch die Leistungsfähigkeit der ganzen Maschine eine größere ist.

Soll aber der Gang des Werkes zweckentsprechend sein, so darf man den rechtzeitigen Zu- und Abfluß des Druckwassers nicht Menschenhänden überlassen, sondern übergibt das Geschäft einer viel zuverlässigeren Kraft, nämlich der Maschine selbst durch eine sogenannte Selbststeuerung.

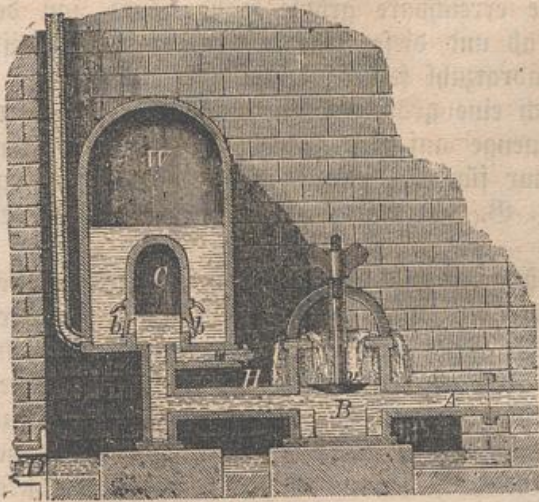
Die Stange, welche die beiden Schieberventile *v* und *w*, von deren rechtzeitiger Bewegung der Zu- und Abfluß des Druckwassers abhängt, trägt, hat oben eine Fortsetzung mit einem dritten Kolben *u*, welcher sich wasserdicht in einem kleinen Stiefel bewegt. Die beiden Räume dieses Stiefels bekommen von der Röhre *e* aus durch die Röhre *t*, welche sich nach unten und oben verzweigt, ihr Wasser, welches sich durch den bei *f* angebrachten Vierweghahn abwechselnd nach dem oberen und unteren Raume leiten läßt und zwar in den Augenblicken, in welchen der Arbeitskolben *k* beziehungsweise seine höchste und tiefste Stelle erreicht hat. Durch dieselben zwei Röhren und den Hahn wird das in dem kleinen Stiefel verbrauchte Wasser in den Kasten *rr* abgeleitet, was man sich leicht denken kann.

Alles kommt nun darauf an, daß der Hahn rechtzeitig gedreht wird. Dieses geschieht, indem derselbe mit einem hier nicht gezeichneten drehbaren Gestänge mit zwei Seitenarmen, an deren Enden sich kurze Bogen befinden, verbunden ist. Sowie der Kolben *k* sich den Enden seiner Bahn nähert, stößt das Querstück der Kolbenstange an den betreffenden Bogen und das Gestänge bewirkt die angemessene Drehung des Hahnes.

Die bemerkenswertheste Anwendung hat die Wassersäulenmaschine wohl in Baiern gefunden, wo eine Salzsoole aus einer holzarmen Gegend 370089 Fuß weit durch unebene Gegenden geführt worden ist und in verschiedenen Absätzen im Ganzen auf 3727 Fuß gehoben werden mußte, obwohl der Höhenunterschied des Ausgangs- und Endpunktes nur 282 Fuß beträgt. Von der Grube zu Illfang bei Berchtesgaden bis Reichenhall beträgt die Leitung 97281 baierische Fuß und die Soole wird in drei Absätzen 50, 311 und 1218 Fuß gehoben; von Reichenhall bis Hammer auf 72618 Fuß Entfernung sind sechs Hebungen von 44, 190, 220, 400, 125 und 370 Fuß; von Hammer bis Rosenhain 200190 Fuß weit, wird die Soole fünfmal gehoben auf 200, 175, 200, 180 und 44 Fuß. Unter den Maschinen sind nur drei bloße Pumpenwerke.

Der Stoßheber, hydraulische Stößer.

Hat man fließendes Wasser, gleichgiltig ob das Fließen durch das Gefälle eines Baches oder Flusses oder durch den Druck von Wasser in einem höher gelegenen Behälter hervorgebracht worden ist; so kann man die in dem Beharrungsvermögen des bewegten Wassers liegende Kraft benutzen, um einen Theil dieses Wassers zu einer oft namhaft größeren Höhe zu bringen, als woher das treibende Wasser kommt. Man könnte statt dessen auch bedeutendere Wassermengen auf verhältnißmäßig geringe Höhen bringen, was u. a. zur Bewässerung von Wiesen und anderen Zwecken nützlich sein würde, zumal die Anlage wenig kostspielig und ohne große Umstände auch verlegbar ist.



(Fig. 159)

Fig. 159 gibt eine Vorstellung davon. Auf der oberen Seite einer ziemlich weiten Röhre A, welche bei B eine Erweiterung hat, ist eine Oeffnung, welche von innen her durch das Ventil v geschlossen werden kann; das benachbarte Ende dieser Röhre geht aufwärts und hat zwei sich nach außen sehr leicht öffnende Ventile b, b, welche unmittelbar in einen Windkessel W führen, von dessen Boden eine offene Röhre aufwärts geht.

Will man die Maschine in Thätigkeit setzen, so zieht man das Ventil v an die Röhrenwand, so daß es die Röhre schließt. A ist mit W und dem Steigerohre unmittelbar verbunden, und daher wird letzteres nach dem Gesetze der kommunizirenden Gefäße ebenso hoch gefüllt, als das Druckwasser in A steht; ist aber der Windkessel vorhanden, so wird ein Theil dieses Kessels auch erfüllt, die Luft darüber in W zusammengedrückt, so daß sie ihrerseits den Druck auf das Niveau wiedergibt und weiter auf das Wasser an der Mündung der Steigröhre und in sie fortpflanzt, wodurch dieselbe Höhe erreicht wird.

Ist dieses geschehen, so wird das Ventil v, welches nicht sehr schwer sein darf, durch den Druck des stillstehenden Wassers festgehalten; drückt man es aber hinab, so beginnt bei ihm der Ausfluß des Wassers und die ganze Wassermasse des Druckrohres A geräth in Bewegung. Läßt man dann das Ventil los, so wird es durch den Druck des Wassers wieder gehoben und das bewegte Wasser hat bei ihm keinen Ausweg mehr; aber da es nach dem Beharrungsgesetze in Bewegung bleiben will, so stößt es das Ventil b auf und dringt theilweise in den Windkessel und das Steigerohr, wodurch es in letzterem zu einer etwas größeren Höhe gelangt. Da aber die Kraft des stoßenden Wassers durch den Widerstand des anderen in der Steigröhre und im Kessel bald aufgehoben wird, so fängt es an durch die Ventile bb theilweise wieder zurückzugehen, wodurch sie aber sofort geschlossen werden und das Ventil v, seinem Gewichte folgend, und bei der Verminderung des Druckes auf dasselbe, herabfällt.

Nun beginnt bei v wieder der Ausfluß des Wassers; die ganze Wassermasse in der Druck- oder Fallröhre kommt in Bewegung und hat diese eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, so wird dadurch v wieder zu- und bb wieder aufgedrückt, so daß das Wasser in der Steigröhre

noch höher hinaufdringt. Die erreichbare größte Höhe hängt von der Kraft des stoßenden Wassers ab und diese steht in gradem Verhältnisse zu seiner Masse und der Quadratzahl seiner Geschwindigkeit.

Man wird demnach durch eine größere Wassermasse von geringerer Fallhöhe eine kleinere Wassermenge auf eine größere Höhe fördern können. Der Windkessel sorgt nur für eine ununterbrochene Ausströmung; er würde in vielen Fällen, z. B. für die Bewässerung von Ländereien unentbehrlich sein.

Höchst wichtig ist es, daß man das Gewicht des Ventiles v nach der Kraft des stoßenden Wassers einrichtet, wenn die Maschine ununterbrochen im Gange bleiben soll. Tritt auch bei sonst angemessener Einrichtung einmal nach längerer Zeit ein Stillstand ein, so ist ein kleiner Stoß auf das Ventil v hinreichend, um sie wieder in Thätigkeit zu setzen. Dieses Ventil kann auch am Ende der Zuleitungsröhre angebracht sein, und aus einer lothrecht stehenden Klappe bestehen, die durch ein äußerlich angebrachtes Gegengewicht geöffnet wird, wenn der Stoß des Wassers aufgehört hat.

Man hat dergleichen Maschinen je nach der zu Gebote stehenden Wasserkraft von sehr verschiedenen Dimensionen gebaut.

Um einen Begriff von ihrer Wirkungsfähigkeit zu geben, wollen wir einige Beispiele anführen.

Bei einer Zuleitungsröhre von 5 Zoll Durchmesser und 12 Fuß Länge wechselte das Spiel der Ventile in einer Minute 12 bis 15 mal und die Steigröhre hatte bei 1,5 Zoll Durchmesser gegen 30 Fuß Höhe.

In einem anderen Falle war die Leitrohre 4 Zoll 7 Linien weit, 25 Fuß lang und hatte 18 Zoll Gefälle; die Steigröhre hatte 9 Fuß 9 Zoll Höhe und das Ventil machte 30 Stöße in der Minute. Die Maschine hob die Hälfte des verbrauchten Wassers.

Zu Clermont-Dise wurde eine angewendet, deren Leitrohre 0,027 Meter Weite, 33 M. Länge, 7 M. Fallhöhe und deren Steigröhre 420 M. Länge, 60 M. Höhe hatte. Sie lieferte bei einem Wasseraufwande von 12,4 Liter in jeder Minute 0,972 Liter, was einen Nutzerfolg von etwa 62 Prozent gewährt.