



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Handbuch der Physik zur Selbstbelehrung für jedermann

Spiller, Philipp

Berlin, 1865

Fünfter Abschnitt. Benutzung des Atmosphärendruckes.

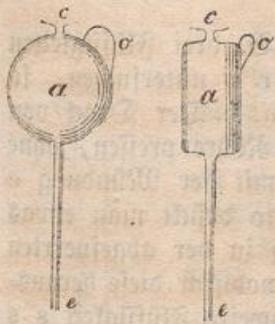
[urn:nbn:de:hbz:466:1-75469](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-75469)

Fünfter Abschnitt.

Benutzung des Atmosphärendruckes.

Obwohl wir schon mehrfach Gelegenheit gehabt haben, den von der Atmosphäre ausgeübten Druck an Geräthschaften kennen zu lernen, so wird es doch nicht unangemessen sein, in einem besonderen Abschnitte alles das zusammen zu fassen, was noch hierher gehört, zumal wir neben Gegenständen, welche durch das Auffallende ihrer Leistungen angenehm unterhalten, auch noch Vorrichtungen anzuführen haben, welche für das praktische Leben von der größten Wichtigkeit sind.

Der Stechheber.



(Fig. 126.)

Ein Gefäß *a* (Fig. 126) von Glas oder Metallblech und beliebiger Form hat an der einen Seite eine etwa 2 Fuß oder längere dünne Röhre, an der entgegengesetzten verengt es sich so, daß man an die Oeffnung *c* den Mund bequem anlegen und sie mit dem Daumen schließen kann, wenn man das Gefäß am Henkel *o* hält.

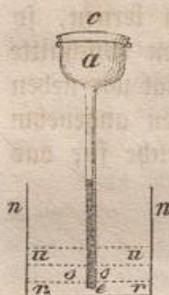
Diese Vorrichtung heißt Stechheber, weil man mit der Röhre durch die enge Oeffnung (Spundöffnung) eines Gefäßes in die darin befindliche Flüssigkeit sticht und einen Theil derselben heraus heben kann. Legt man nämlich, während

die Mündung *e* der Röhre von der Flüssigkeit bedeckt ist, den Mund auf *c*, und saugt man ferner Luft aus *a*; so steigt die Flüssigkeit von *e* aus nach *a*, und man kann es durch fortgesetztes Saugen dahin bringen, daß das ganze Gefäß mit Flüssigkeit erfüllt ist. Die Flüssigkeit dringt in das Gefäß, weil der Druck der durch das Saugen verdünnten Luft im Gefäße geringer ist, als der äußere von der Atmosphäre auf den Spiegel der Flüssigkeit im Gefäße ausgeübte, welcher sich ungeschwächt bis *e* fortpflanzt und von da an aufwärts wirkt.

Ist das Gefäß gefüllt und verschließt man *c* sofort mit dem Finger, so kann man die ganze Flüssigkeit aus dem Gefäße heben, weil, wenn *e* den inneren Spiegel verlassen hat, die Atmosphäre unmittelbar auf *e* drückt und das Herausfließen verhindert. Hat das ganze Gefäß mit dem Röhre einen bestimmten Rauminhalt, z. B. ein Quart, so weiß man gleichzeitig, wie viel man aus dem Fasse gehoben hat und kann auch gleich in entsprechende Gefäße überfüllen. Hält man nämlich *e* in die Mündung einer Flasche und nimmt dann den Finger von *c* fort, so folgt die Flüssigkeit ihrer Schwere und fließt ganz aus,

weil jetzt die Atmosphäre auf *e* und *c* fast gleich stark drückt, da *e* wenig unter *c* liegt und das Gewicht der Luftsäule von der Höhe *c e* nur ein sehr kleiner Theil von dem der Flüssigkeitssäule ist.

Die Pipette.



(Fig. 127.)

Die Pipette besteht aus einem oben mit einer dünnen Kautschukplatte *c* (Fig. 127) verbundenen Glasgefäße *a*, von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Durchmesser und hat auf der entgegengesetzten Seite auch eine etwa 8 bis 10 Zoll lange dünne Röhre. Durch sie bezweckt man, Flüssigkeiten, welche von anderen überlagert werden, aus einem Gefäße zu heben, ohne daß man von den höher liegenden etwas herausbringt oder sie abgießt, was sich meistens nicht durchführen läßt, ohne sie alle unter einander zu bringen.

Wenn in dem Gefäße *n n* z. B. drei Flüssigkeiten sich abgesetzt haben und wir wollen die unterste *r r* untersuchen, so stecken wir die Pipette zunächst in die oberste *u u*. Der Druck von ihrem Niveau an wird etwas von ihr in die Röhre pressen, ohne daß die innere das Niveau erreicht. Ist man mit der Mündung *e* an die Gränze der nächsten Schicht gelangt, so drückt man etwas auf die Kautschukplatte, der Druck pflanzt sich in der abgesperrten Luft bis auf die Flüssigkeit im Röhrchen fort, wodurch diese herausgeht und man die jetzt leere Pipette in die zweite Flüssigkeit *s s* stecken kann. Auch von dieser dringt etwas ein und dies wird ebenso herausgebracht. Ist man in die dritte Flüssigkeit gelangt, so muß man mit dem bis jetzt auf *c* ausgeübten Drucke nachlassen und sofort steigt von dieser Flüssigkeit um so mehr ins Rohr, je größer der zuletzt ausgeübte Druck war; denn nach dem Aufhören des Druckes kann sich die innere Luft wieder ausdehnen, wodurch sie dünner wird und nicht mehr so sehr auf die Flüssigkeit im Rohre drückt, und der äußere Luftdruck, so wie der Druck der Flüssigkeiten bewirken das Steigen. Will man die herausgehobene Flüssigkeit untersuchen, so übt man auf die Kautschukplatte einen Druck aus und sie fließt heraus.



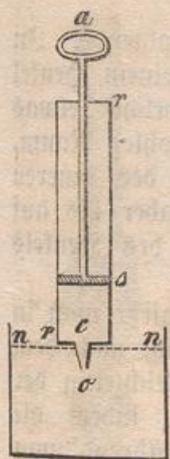
(Fig. 128.)

Wenn man behufs genauer chemischer Untersuchungen ganz bestimmte Mengen von Flüssigkeiten braucht, so hat man Pipetten mit bestimmter Maßeinheitlung. Sie sind entweder Vollpipetten oder Theilpipetten (Fig. 128). Bei jenen erweitert sich die unten spitz auslaufende Röhre zu einem birn- oder kugelförmigen Gefäße, an welches sich oben eine Saugröhre mit einer eingeschnittenen Marke be-

findet, bis zu welcher das Instrument gefüllt sein muß, um ein gewisses Maß von Flüssigkeit zu haben; diese sind nur zylindrische, überall gleich weite, und eingetheilte Röhren mit einer engeren Ausflußöffnung. Die Vollpipetten enthalten bis zur Marke einen Inhalt, welcher durch eine bequeme Zahl angegeben wird, z. B. 100, 50, 25, 10 Kubikzentimeter; die Theilpipette hat man von etwa 20 bis zu 1 Kubikzentimeter und hat für den letzten Inhalt bei $\frac{1}{10}$ Länge des Instrumentes die Theilung bis auf 0,01 Kubikzentimeter (= 1000 Milligramm) fortgesetzt, so daß man leicht nach 10 Milligramm abmessen kann.

Beim Gebrauche saugt man die Flüssigkeit bis etwas über den obersten Punkt, den Nullpunkt, verschließt die obere Oeffnung mit dem Zeigefinger und läßt dann vorsichtig bis zum Nullpunkte ablaufen. Bei den Theilpipetten kann man dann jede beliebige Menge Flüssigkeit erhalten.

Die Handspitze.



In eine zylindrische Röhre r r (Fig. 129), an welche sich eine engere Ausflußröhre c o schließt, paßt ein Stempel s oder Kolben, der sich mittelst einer Stange mit einem Handgriff a ohne Schwierigkeit, aber dicht anschließend, bewegen läßt.

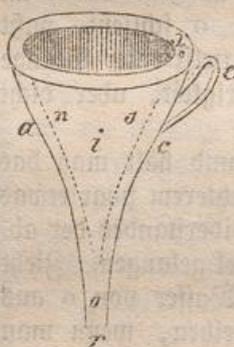
Ist der Stempel s am Boden c und hält man das Rohr o c ins Wasser, so wird von letzterem zwar etwas eindringen, aber es kann wegen des Widerstandes der abgESPERRTEN Luft nicht bis an den Stempel gelangen. Zieht man letzteren aufwärts, so folgt das Wasser von o aus in die Röhre und bleibt auch in derselben, wenn man sie aus dem Wasser zieht, was nach dem Obigen leicht erklärlich ist. Dreht man nun die Spritze um, so geht die wenige Luft nach oben an die Spritzröhre; stößt man dann den Stempel hinein, so entweicht zuerst die Luft und dann das Wasser in einem um so weiter gehenden Strahle, je stärker man bei derselben Ausflußröhre drückt oder je enger das Ausflußrohr bei derselben Gestalt und demselben Drucke ist; nur darf es nicht so enge sein, daß die Haarröhrchenanziehung (Kapillarattraktion) zur Wirkung gelangt.

In Beziehung auf die Entfernung, bis zu welcher der Strahl geht, welche von der Geschwindigkeit an der Mündung abhängt, gilt das Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kraft. Die eine Kraft ist die auf den Stempel ausgeübte Druckkraft, die andere wird durch die Menge des in einer Zeiteinheit ausfließenden Wassers angegeben. Diese Menge aber ist abhängig von der Größe des Querschnittes der Mündung und der Geschwindigkeit des durch sie strömenden Wassers; je weiter die

Mündung ist, desto langsamer strömt es aus, und wenn die Mündung die Weite des Zylinders hätte, so würde diese Geschwindigkeit gleich der des Kolbens sein. Immer ist für eine bestimmte Druckkraft das Produkt aus dem Querschnitte der Mündung (in welcher gleichzeitig eine bestimmte Menge von Wassertheilchen einer bestimmten Größe Platz findet) und der Geschwindigkeit des durch sie gelangenden Wassers eine bestimmte Größe. Ueber den Einfluß, welchen die Form der Ausflußröhre hat, werden wir noch bei einer anderen Gelegenheit im Zusammenhange mit ähnlichen Erscheinungen das Nöthige anführen.

Der Zaubertrichter.

Es mag für Denjenigen, welcher mit der Einrichtung des Apparates und der Natur der Sache nicht vertraut ist, allerdings etwas Ueber-
raschendes und allenfalls auch Zauberhaftes haben, wenn man sieht, wie es Jemand in seiner Gewalt hat, einen Trichter, aus welchem augenscheinlich alle Flüssigkeit herabgeflossen ist, noch wiederholt auf Befehl fließen zu machen.



(Fig. 130.)

Die Einrichtung ist höchst einfach folgende. In einem Trichter *a r c* (Fig. 130) mit einem Henkel *e* befindet sich ein zweiter *n o s*, welcher etwas kürzer ist. Zwischen beiden ist ein hohler Raum, der unten bei *o* mit dem Raume *i* des inneren Trichters in Verbindung steht, oben aber bis auf eine kleine Oeffnung *x* in der Nähe des Henfels abgefrert ist.

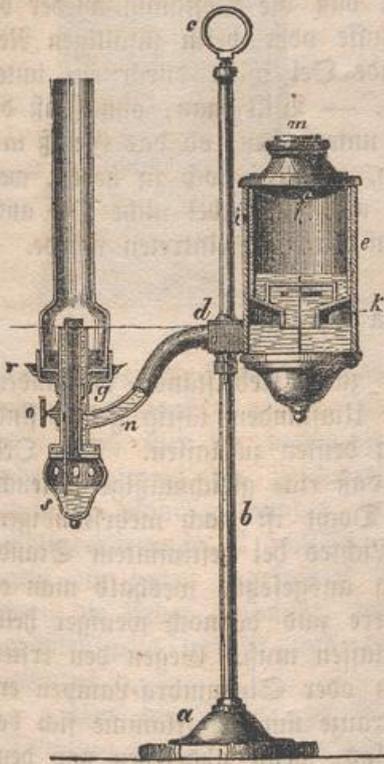
Hält man die Oeffnung *r* zu und gießt man in den inneren Trichter Wasser, so füllt sich, nach dem Gesetze der kommunizirenden Gefäße, gleichzeitig der Zwischenraum bis zu derselben Höhe, indem die Luft aus ihm durch *x* entweicht. Verschließt man nun, während man den Trichter am Henkel hält, die Oeffnung *x* unbemerkt mit dem Daumen und öffnet man bei *r*, so fließt alles Wasser aus dem inneren Trichter, aber das im Zwischenraume wird durch den von *o* aus wirkenden Atmosphärendruck zurückgehalten. Lüftet man *x*, was geschehen kann, ohne daß es von Andern wahrgenommen wird, so fließt wieder Wasser aus, schließt man *x*, so hört der Abfluß auf. Wenn man mit dem Abfließenlassen sparsam ist, so kann die Unterbrechung des Fließens öfters wiederholt werden.

Schiebelampen mit Niveaualter.

Soll ein Licht eine gleichmäßige Helligkeit zeigen, so müssen der Flamme die Brennstoffe, also die atmosphärische Luft und z. B. Del, rechtzeitig und gleichmäßig zugeführt werden. Ragt ein Docht über die

Delfläche in einem Gefäße hervor, so wird sich das Del zufolge der Haarröhrchenanziehung im Dochte emporziehen und man kann dasselbe anbrennen. Wird der Spiegel des Dels durch das Verbrennen tiefer und ragt das festgehaltene Docht dann weiter hervor, als daß das Del in so großer Menge emporsteigen könnte, als in einer gewissen Zeit früher verbrannte; so wird ein Theil des Dochtes verbrennen, d. h. das Docht wird sich verkohlen, wodurch es die Kapillarkraft verliert, indem die feinen inneren Kanäle verstopft werden. Die Flamme wird trübe und es entwickelt sich Rauch statt Licht. Man hat demnach das Docht in Schwimmern angebracht, wie bei den Nachtlampen, damit es gleichmäßig mit dem Verbrauche des Dels sinke.

Für größere Flammen wäre eine ähnliche Einrichtung unbequem und man könnte dabei nicht für hinreichenden Zufluß von Luft sorgen. Die Schiebelampen sorgen für die Erhaltung des Delniveaus im Brenner und für gute Luftströmung.



(Fig. 131.)

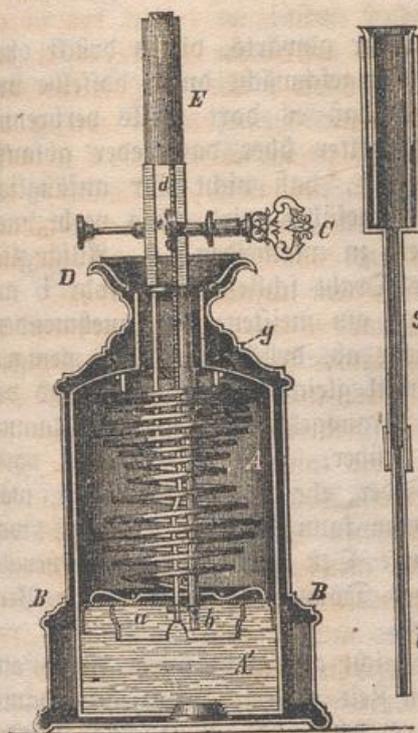
In Fig. 131 ist a ein mit Metall ausgegossener Fuß, in ihn ist ein massiver Metallstab b c geschraubt, welcher oben einen abzuschraubenden Ring c zum Tragen enthält; an dem Stabe ist mittelst einer verschiebbaren Hülse oder Nuß d die eigentliche Lampe angebracht, die sich mittelst einer durch die Hülse gehenden Schraube an den Ständer b c festschrauben läßt. Diese Hülse ist übrigens hohl und steht auf der einen Seite durch die Röhre n mit dem Brenner, auf der anderen mit dem Delkasten in Verbindung. Der ringförmige, durch zwei unten verbundene Zylinder gebildete Delraum des Brenners enthält das in ihm verschiebbare Docht; der Delkasten e hat oben an der Seite bei i eine kleine Oeffnung und in ihn paßt ziemlich lose das Delgefäß m t, dessen untere kleine Oeffnung durch ein nach innen sich öffnendes und loses Scheiben- oder Kugelventil geschlossen werden kann. An diesem Ventile, welches innen durch eine Querleiste in einem beschränkten Spielraume erhalten wird, ist ein bis nach außen gehender Metalldraht, durch welchen man es bis an die Oeffnung ziehen kann und welcher so lang ist, daß das Delgefäß unten geöffnet wird, wenn man es in den Kasten steckt, weil der Draht dann noch hervorragt, wenn auch das Ventil am tiefsten in ihm steckt.

Ist das herausgenommene Delgefäß gefüllt worden, so zieht man das Ventil mittelst des Drahtes an die Oeffnung und stürzt es umgekehrt in den Delfasten. Sofort wird das Ventil zurückgestoßen, indem der Draht auf den Boden trifft, das Del fließt aus, erfüllt den untersten Raum des Kastens, von wo aus es durch die Röhre *n* in den Brenner geht und steht dann nach dem Gesetze der kommunizirenden Röhren im Brenner und Kasten gleich hoch, wenn es im letzteren die Mündung bedeckt, denn das noch im Delgefäße befindliche Del wird durch den Druck der Atmosphäre gehindert auszufließen. Die Höhe des Brenners muß so bemessen werden, daß es, wenn die Lampe gerade steht, niemals über ihn weglauft, sondern etwas tiefer bleibt und nur durch die Haarröhrchenanziehung des Dochtes zur Flamme steigt. Ist durch das Brennen nach und nach Del im Kasten verzehrt worden, so wird die Oeffnung des Delgefäßes bloß gelegt und es dringt durch den bequemen Zugang von *i* aus etwas Luft ein, welche über das *De* steigt, so daß von ihm so viel ausfließt, daß die Oeffnung wieder bedeckt ist. — Das beim zu reichlichen Zustusse oder beim zufälligen Neigen der Lampe am Brenner überströmende Del wird durch ein unten angebrachtes Sammelgefäß *s* aufgefangen. — Will man, ohne daß die Flamme schon matt zu brennen anfängt, untersuchen, ob das Gefäß *m* noch Del enthält, so muß man sich hüten, es allzu hoch zu heben, weil das Ventil wohl selten so gut schließt, als daß dabei nicht Del ausfließen sollte, wodurch ein Ueberfließen am Brenner eintreten würde.

Moderateurlampen.

Bei den Schiebelampen sind noch zwei Uebelstände vorhanden, welche zwar nicht bedeutend, aber unter Umständen lästig genug sind, um nicht auf Mittel zu ihrer Beseitigung denken zu lassen. Der Delfasten wirft nämlich einen Schatten, so daß eine gleichmäßige Erleuchtung ringsum nicht stattfindet und das Docht ist nach mehrstündigem Gebrauche doch einer die Helligkeit des Lichtes bei bestimmtem Stande des Dochtes beeinträchtigenden Verkohlung ausgesetzt, weshalb man es mehr herausschrauben und sich eine größere und dennoch weniger helle Flamme mit mehr Delverbrauch gefallen lassen muß. Gegen den ersten Uebelstand hat man wohl die schattenlosen oder *Sineumbra*-Lampen erfunden, bei welchen das Del in einem Kranze um die Flamme sich befindet; aber sie sind auch nicht schattenlos, denn abgesehen von dem Schatten des Rohres, welches das Del in den Brenner führt und eines ihm gegenüberstehenden Halters, wirft der Kranz doch auch einen Schatten, wenn auch in größerer Entfernung; und der Uebelstand des Verkohlens des Dochtes ist geblieben, so daß man dasselbe, wie bei der Schiebelampe, nach jedem Gebrauche verkürzen und den Brenner reinigen muß.

Beides vermeidet die Moderaturlampe, welche also keinen Schatten wirft, das Docht nicht verkohlen läßt und daher auch reinlicher und sparsamer bei derselben und sich gleichbleibenden Lichtstärke brennt.



(Fig. 132)

bewegt werden kann, so daß dadurch die Feder zusammengedrückt wird oder auseinander geht. Durch die Lederscheibe und an sie befestigt, also auch mit ihr beweglich, geht ein hohles Rohr b, welches nach oben, wie es die Zeichnung seitwärts deutlich angibt, in ein etwas weiteres Rohr g mündet, um welches sich der gewöhnliche Argandsche Zylinderbrenner E schließt. Von der Dochthülse des Brenners aus geht ein unten zugespitzter Draht mitten durch g, so daß er, wenn man die Feder anspannt, wodurch sich b in das g schiebt, das Rohr b größtentheils erfüllt und dem Oele nur einen sehr mäßigen Zufluß gestattet.

Um die Lampe zu füllen, spannt man die Feder mittelst der Drehung des C ab, so daß die Lederscheibe unten ist, gießt Oel nach D ein, so daß es sich über der Scheibe ansammelt; dann schraubt man bei C so, daß die Lederscheibe aufwärts geht, wodurch sich unter ihr ein luftverdünnter Raum bildet. Von oben drückt die Atmosphäre also mehr, als die Luft von unten, dadurch wird der Rand der Lederscheibe herabgedrückt und das Oel läuft unter sie, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist und das Leder sich wieder an die Wand des Oelbehälters

Fig. 132 gibt den Durchschnitt einer solchen Lampe an. A A ist ein Oelbehälter, welcher nach oben sich verengt und am Ende bei D sich etwas trichterförmig erweitert, um dort das Oel bequem eingießen zu können. Die äußere Umgebung desselben bildet ein Mantel von beliebiger Gestalt und aus beliebigem Stoffe. In dem Oelbehälter befindet sich eine ziemlich starke Lederscheibe a von etwas größerem Durchmesser, so daß ihr Rand ringsum nach unten gebogen ist, wodurch sie die Gestalt einer Klappe bekommt, die sich an die Innenwand des Oelbehälters anpreßt. Zwischen ihr und der Decke des letzteren ist eine ziemlich starke Spiralfeder eingeklemmt. Von der oberen Fläche der Lederscheibe geht eine Metallstange c d aus, die oben gezahnt ist und durch ein kleines Getriebe bei e mittelst des Schraubenkopfes C auf- und abwärts

anschließt. Nun kann man aufsneue eingießen und das Verfahren wiederholen, bis der Behälter größtentheils erfüllt ist. Ist dies geschehen, so ist die Feder angespannt, b steckt ganz in g und der Draht ganz in b.

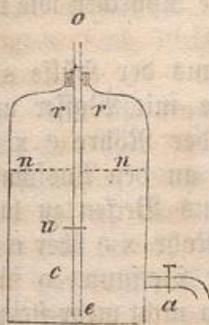
Der Druck der Feder preßt das Leder abwärts, dieses drückt oben auf das Del, dieser Druck pflanzt sich ungeschwächt durch dasselbe und das Rohr b bis zum Brenner fort, so daß es dort theils verbrennt, theils über und durch D in den Delbehälter über das Leder abläuft. Es muß die Einrichtung so getroffen sein, daß nicht nur anfänglich, sondern fortwährend etwas mehr Del zugeführt wird, als verbrennen kann, um das Verkohlen des Dochtes zu vermeiden. — Anfänglich drückt die Feder am stärksten, aber der Draht schließt das Rohr b am meisten und hemmt also auch den Zufluß am meisten; mit zunehmendem Delverbrauche spannt sich die Feder mehr ab, drückt also auch weniger, aber der Zufluß ist mehr erleichtert, weil gleichzeitig b herab und der Draht mehr und und mehr aus ihm herausgeht, so daß die Flamme immer noch so viel Del bekommt, als früher.

Es ist angemessen, daß man die Feder, ehe sie abgespannt ist, was man durch die Beobachtung leicht erkennen kann, wieder aufzieht, wodurch das über dem Leder angesammelte Del zum Gebrauche herabkommt und ein vorzeitiges Verkohlen des Dochtes, also auch eine Verminderung der Helligkeit vermieden wird.

Auch wenn die Lampe einige Zeit nicht gebraucht wird, ist es angemessen, ihr Del zu geben und sie von Zeit zu Zeit aufzuziehen, damit das Docht durch stehendes Del nicht verklebt und unbrauchbar werde, denn es verliert dadurch seine Kapillaranziehung und verkohlt sehr bald. — Daß man Unreinigkeiten, die sich übrigens bei guter Behandlung der Lampe selten finden, nicht darf ins Del kommen lassen, versteht sich wohl von selbst, weil durch sie das Röhrchen b verstopft werden würde, wenn sie nicht etwa sich ganz untenhin absetzen, wohin es mit seiner Mündung nicht kommt.

Mariottes Gefäß.

Da der Druck einer Flüssigkeit auf eine Stelle der Seitenwand von bestimmter Größe mit wachsender Tiefe unter dem Niveau zunimmt, so muß diese Flüssigkeit aus einer tiefer gelegenen Oeffnung schneller ausströmen, als aus einer höher liegenden und, wenn man sie nur aus einer strömen läßt, ohne eine Erneuerung der Flüssigkeit vorzunehmen, so muß die Ausflußgeschwindigkeit, also auch die Menge der ausfließenden Flüssigkeit abnehmen. Mariotte aber hat eine einfache Vorrichtung angegeben, durch welche man ohne neuen Zufluß einen Strahl von gleichbleibender Stärke während einiger Zeit erhält.

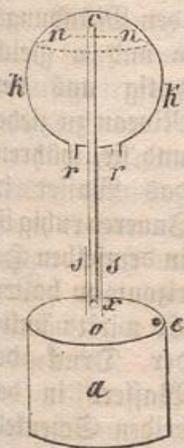


(Fig. 133.)

In einem Gefäß (Fig. 133), welches in der Nähe des Bodens eine abzusperrende Ausflußröhre a hat, geht luftdicht durch den Hals eine verschiebbare und an beiden Enden offene Röhre o e. Ist das Gefäß etwa bis n n mit Wasser gefüllt, die Röhre mit ihrer unteren Oeffnung e noch unterhalb der geschlossenen Ausflußöffnung; so steht das Wasser in der Röhre so hoch, als im Gefäße. Oeffnet man a, so fällt das Wasser in der Röhre rasch bis c, welches mit der Ausflußöffnung in demselben Horizonte liegt und das Ausfließen hört bald auf, wenn durch a Luftblasen ins Gefäß nicht steigen, weil der freie Atmosphärendruck bei a und c dem Drucke der Wassersäule im Gefäße von c an und der darüber befindlichen durch den Abfluß des Wassers verdünnten Luft das Gleichgewicht hält.

Zieht man nun die Röhre aufwärts, so daß ihre untere Mündung etwa bei u ist, so beginnt der Ausfluß bei a wieder und zwar so stark, als ob im Gefäße das Wasser nur bis u reichte und es treten dabei fortwährend von u aus Luftblasen durch das Wasser nach r. Jetzt hält nämlich der von o aus durch die Röhre auf das Wasser bei u wirkende und von da fortgepflanzte Atmosphärendruck das Gleichgewicht dem Drucke der Wassersäule über u und der in r r befindlichen Luft, deren Spannkraft beim Sinken des Wasserspiegels durch das Hereindringen der Luftblasen stets um so viel vermehrt wird, als das Wasser an Druckkraft verliert, so daß stets nur die Wassersäule u c die Stärke des Ausflusses bestimmt.

Der sich unterbrechende Brunnen.



(Fig. 134.)

Es ist eine für den mit dem Gezenstaude nicht bekannten Beschauer allerdings überraschende Erscheinung, wenn aus den vom Boden eines Gefäßes ausgehenden Röhren die darin enthaltene Flüssigkeit mit wiederholten Unterbrechungen zeitweise ausfließt.

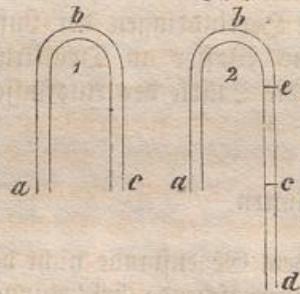
Fig. 134 stellt einen solchen intermittirenden Brunnen dar. a ist ein Gefäß, welches oben beckenförmig ausgetieft ist, am Rande eine kleine Oeffnung e und eine andere o in der Mitte hat. Ueber der letzteren ist ein kurzes Rohr s s aufgesetzt, welches unten an einer Stelle sich an das Becken nicht anschließt, sondern eine kleine Oeffnung läßt. Außerdem ist ein zweites Gefäß k k von beliebiger Form nothwendig, durch welches bis in die Nähe des Bodens ein offenes engeres Rohr x c geht, welches am Ende x einen

kleinen Ausschnitt hat und von dessen Decke einige enge Röhrchen wie r r ausgehen.

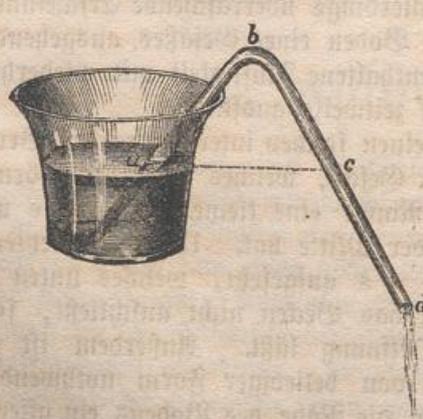
Man füllt das Gefäß k k, nachdem man es aus der Hülse s s gehoben, mittelst der Röhre x c zum größten Theile mit Wasser und steckt es umgekehrt, wie es die Zeichnung zeigt, mit der Röhre c x in die Hülse s s, wobei man den Ausschnitt der Röhre an den Ausschnitt der Hülse bringt. Sofort beginnt Wasser aus r r ins Becken zu laufen und von x aus steigt anfänglich Luft durch das Rohr x c über n n. Sowie aber durch das herabgeflossene Wasser die zur Oeffnung o führenden Röhrenausschnitte bedeckt sind und Luft über n n nicht mehr steigen kann, hört der Ausfluß auf. Nach und nach fließt aber durch die kleine Oeffnung o doch so viel in das Gefäß a, aus welchem die Luft durch e entweicht, daß wieder Luft durch x c steigen kann, und ist dies geschehen, so beginnt der Ausfluß wieder u. s. f., wie lange noch Wasser in k k ist.

Der Schenkelheber.

Es ist häufig erwünscht, Flüssigkeiten, welche sich in einem Gefäße mit enger Oeffnung (die Spundöffnung einer Tonne) befinden, ohne sie auszugießen, in ein anderes tiefer liegendes Gefäß von beliebiger Gestalt überzuführen, z. B. Spiritus, welcher auf dem Straßenpflaster lagert, in einen Keller abzulassen. Zu diesem und zu ähnlichen Zwecken dient der Württembergische oder Schenkelheber.



Wenn man eine gebogene Glasröhre a b c (Fig. 135) mit gleich langen Schenkeln dadurch mit Wasser füllt, daß man sie in einem Gefäße mit Wasser untertaucht, sie dann im Wasser in die Lage der Zeichnung bringt und nun langsam emporzieht; so bleibt das Wasser in beiden Schenkeln, selbst wenn man die Röhre über dem Wasser hält, wenn es nur gelingt, die beiden Mündungen



(Fig. 135.)



a und c gleichzeitig aus dem Niveau zu ziehen und sie, während das Wasser im Inneren ruhig ist, in demselben Horizonte zu halten. Es wirkt nämlich der Druck des Wassers in den beiden Schenkeln abwärts und der Atmosphären-

druck aufwärts. Der letztere ist so lange größer, als jede der Wasserfäulen noch nicht die dem Drucke der Atmosphäre entsprechende Höhe erreicht.

Ist die eine der beiden Röhren länger, z. B. um das Stück cd (2) und sind sie beide gefüllt, so ist ein Gleichgewicht der Kräfte nicht vorhanden; denn bei d ist der nach unten gerichtete Wasserdruck größer als bei a ; aber auch der nach oben gerichtete Luftdruck bei d ist größer als der bei a , weil d in der Atmosphäre tiefer liegt, als a . Indes ist der Luftdruck bei d um weniger größer, als der Wasserdruck, weil die Luftsäule von der Höhe cd leichter ist, als die Wassersäule von derselben Höhe und mit derselben Grundfläche d .

Aus dem Angeführten folgt, daß das Wasser bei d ausfließen muß. Aber weder bei c , noch darüber bis zum höchsten Punkte der Krümmung entsteht ein leerer Raum, weil der bei a wirksame Atmosphärendruck das Wasser in diesem Schenkel hinauf bis zum höchsten Punkte der Krümmung drückt, worauf es dem Zuge des in bd herabfallenden folgt. —

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß im luftleeren Raume der Schenkelheber nicht fließt oder ein fließender bei der fortschreitenden Luftverdünnung um so eher aufhört, je höher b über a liegt.

Will man nun durch den Schenkelheber ein Gefäß theilweise oder ganz leeren, so steckt man, wie es Fig. 3 zeigt, den kürzeren Schenkel in die Flüssigkeit, die in ihm bis zum Niveau steigt, und saugt bei d Luft aus. Dadurch wird die abgesperrte Luft verdünnt, ihre Druckkraft auf die Flüssigkeit im Rohre vermindert und diese muß dem größeren auf das Niveau wirkenden und durch die Flüssigkeit fortgepflanzten Drucke folgen, steigt also im kürzeren Schenkel um so mehr, je mehr Luft ausgesaugt worden ist und ist sie im längeren Schenkel bis unter das Niveau der Flüssigkeit im Gefäße gelangt, welches jetzt als die Lage der Mündung des kürzeren Schenkels anzusehen ist; so fließt sie weiter von selbst und so lange aus, als der kürzere Schenkel noch in der Flüssigkeit steckt und die Mündung des äußeren noch unter deren Niveau sich befindet.

Hat man die Flüssigkeit auch nur bis c (Fig. 2) oder bis in dessen Nähe gesaugt, so kommt der Heber schon in den Gang, weil sie nach dem Beharrungsgesetze dort nicht stehen bleibt, sondern darüber hinausgeht. Hat man die Flüssigkeit aber weniger weit, z. B. nur bis e gesaugt und hört man zu saugen auf; so geht sie von e aus aufwärts über b ins Gefäß zurück, weil jetzt ba als der längere Schenkel anzusehen ist.

Die lothrechte Entfernung des höchsten Punktes des Hebers über dem Niveau der Flüssigkeit richtet sich nach ihrem spezifischen Gewichte: sie darf nicht die Höhe übersteigen, ja nicht einmal erreichen, welche von der betreffenden Flüssigkeit dem Drucke der Atmosphäre gleich ist, also

bei Wasser etwa 32 Fuß, bei Quecksilber 28 Zolle. Durch Heber kann man also Wasser nicht über bedeutende Anhöhen bringen. Da in den Flüssigkeiten stets etwas Luft enthalten ist, so wird sie die Höhe etwas vermindern und kann sich bei längerem Fließen des Hebers oben so ansammeln, daß er endlich zu fließen aufhört. Man muß ihn dann von neuem füllen.

Die Menge des durch einen bestimmten Heber ausfließenden Wassers wird um so größer sein, je tiefer die Mündung des langen Schenkels unter dem Niveau liegt. Hat der Heber eine feste Lage im Gefäße, so nimmt mit fallendem Niveau die Ausflugschwindigkeit, also auch die Ausflugsmenge ab. Will man, daß immerfort dieselbe Menge abfließt, so muß man den kürzeren Schenkel durch einen schwimmenden Körper stecken, welcher den ganzen Heber trägt, so daß mit sinkendem Niveau auch die Mündung des längeren Schenkels um gleich viel sinkt.

Da das Saugen an der Mündung des langen Rohres theils un bequem, theils nachtheilig werden kann, wie z. B. bei Schwefelsäure; so wendet man ein gegen das Ende des langen Schenkels angelegtes und nach oben gerichtetes Saugrohr an, welches zu noch besserer Sicherung eine kugelförmige Erweiterung hat, wie es Fig. 4 zeigt. Nachdem der kürzere Schenkel in die Flüssigkeit gesteckt worden, verschließt man die Mündung des längeren irgendwie und saugt am Ende des Seitenrohres, bis die Flüssigkeit, was man leicht hört, bei Glasröhren sieht und an dem Luftzuge des Saugrohres wahrnimmt, unten am langen Schenkel anschlägt; dann öffnet man den letzteren. Solche Heber nennt man auch Giftheber.

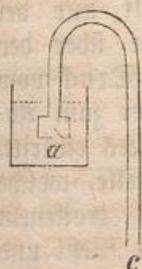
Das Füllen des Hebers kann noch auf verschiedene Weise geschehen. Will man z. B. heißes Wasser aus einem Kessel in eine benachbarte Badewanne bringen, ohne es auszuschöpfen, so steckt man in das lange Rohr an einem Stäbchen einen mit Berg umwundenen und mit etwas Del getränkten gut passenden Kork bis an die Biegung und zieht ihn heraus, während die Mündung des kurzen Rohrs im heißen Wasser steckt.

Man kann den Heber auch, ihn mit den Oeffnungen nach oben in einer horizontalen Ebene haltend, füllen, die beiden Mündungen abschließen und nicht eher öffnen, als bis die des kürzeren Schenkels in der Flüssigkeit steckt und die des längeren unterhalb ihres Niveaus liegt.

Sind beide nach unten gerichtete Oeffnungen geschlossen und hat man eine verschließbare Oeffnung oben an der Krümmung, so kann durch sie der Heber gefüllt werden. Ist dieses geschehen, so verschließt man diese Oeffnung und verfährt dann nach dem Obigen.

Eine sinnreiche Methode, den Heber in den Gang zu bringen, besteht darin, daß man den längeren Schenkel in der Nähe der Krümmung zu einer Kugel aufbläst oder eine Erweiterung anbringt, diesen Schenkel und die Kugel mit der betreffenden Flüssigkeit anfüllt und

dann den Heber umkehrt, indem man den kürzeren Schenkel in die abzulassende Flüssigkeit bringt.



(Fig. 136.)

Ist am kürzeren Schenkel *a* in einer Erweiterung desselben (Fig. 136) ein nach innen sich leicht öffnendes Klappenventil angebracht und bringt man diesen Schenkel in Flüssigkeit, so wird er schon dadurch etwas mit Flüssigkeit erfüllt. Wenn man nun den Heber in einzelnen Stößen abwärts bewegt, so gelangt bei jedem Stoße von der Flüssigkeit etwas durch das Ventil in den kürzeren Schenkel, weil das Zurückfließen verhindert ist. Dadurch kann man es auch so weit bringen, daß der Heber endlich fließt, wobei aber vorausgesetzt wird, daß die Strömung das Ventil stets offen erhält. Dieser Ventilheber hat den Vorzug, daß die Flüssigkeit, wenn sie einen trüben Bodensatz hat, beim Herausziehen desselben nicht umgerührt wird, weil ein Zurückfließen aus dem Heber wegen Schließung des Ventils nicht stattfindet.



(Fig. 137.)

Eine ganz bequeme Methode, den Heber *a b c* (Fig. 137) zu füllen und in den Gang zu bringen, besteht darin, daß man vom Ende *c* des längeren Schenkels, wo man eine Oeffnung oder eine kleine Röhre anbringt, noch eine Röhre *cd* aufwärts und etwas über den höchsten Punkt *b* des Hebers gehen läßt. Hält man *c* zu und gießt man von *d* aus von der betreffenden Flüssigkeit so viel ein, daß sie bis *b* gelangt ist; so wird der Heber, nachdem man *a* unter das Niveau der abzulassenden Flüssigkeit gebracht hat, bald zu fließen anfangen, denn die aus *c* kommende Flüssigkeit bewirkt in *b a* eine Luftverdünnung und diese ein Steigen der Flüssigkeit im Gefäße. Man kann diese Vorrichtung einen Doppelheber nennen.

Anwendungen des Schenkelhebers.

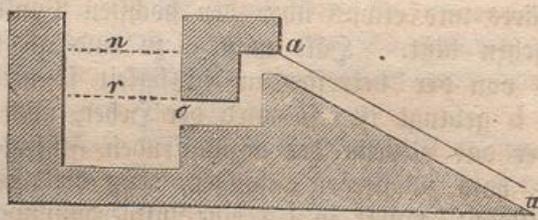
Es finden sich theils in der Natur Erscheinungen, welche sich nur aus der Theorie des Hebers erklären lassen, theils hat man Einrichtungen getroffen, um diese Theorie zum Nutzen oder zur Unterhaltung anzuwenden.

In der ersten Beziehung ist bemerkenswerth der Zirknitzer See, bei welchem es gestattet ist, in demselben Jahre Fischfang zu treiben und Mais anzubauen. Wenn er sich durch das Schmelzen des Schnees und den Zufluß der Gewässer bis zu einer gewissen Höhe erfüllt hat, läuft das sämmtliche Wasser ab, um in der trockneren Jahreszeit sich bebauen zu lassen. Dieses Abfließen ist nur dadurch möglich, daß von seinem Boden aus, wenn auch in einiger Tiefe unter der Sohle, durch

Felsen ein heberartiger Kanal zunächst etwas aufwärts und dann abwärts in tiefer liegende hohle Räume geht. Ist der See noch nicht bis zum höchsten Punkte dieses versteckten Kanals gefüllt, so enthält nur der kürzere Schenkel desselben Wasser; sowie aber das Niveau über den höchsten Punkt gekommen ist, läuft das Wasser durch den Druck vom Niveau aus in den anderen Schenkel, wodurch er bis zu der zum Abfließen nöthigen Tiefe gefüllt wird und das Entleeren des Sees eintritt.

Zu Green County in Virginien ist eine sehr starke Quelle, welche eine kleine Mühle treiben könnte, die in 24 Stunden bei trockenem Wetter 7 bis 8mal, bei nassem stündlich 20 bis 30 Minuten fließt und dann völlig verschwindet.

In Frankreich hat man Kanalheber angelegt. Nämlich der Kanal von Languedoc, welcher mittelst der Garonne zur Verbindung des Mittelländischen Meeres mit dem Atlantischen Oceane dient, würde durch die vielen kleinen von Gebirgshöhen kommenden Gewässer gegen das Frühjahr und bei heftigen Regengüssen der Gefahr der Ueberfluthung ausgesetzt sein, wenn man dagegen nicht Vorkehrungen getroffen hätte, welche es aber auch gleichzeitig verhindern, daß der Wasserstand unter das zur Schiffahrt nöthige Maß herabgesetzt werde. Die Vorrichtung muß also das Ueberschreiten eines höchsten und eines tiefsten Wasserstandes nicht gestatten und dazu dienen heberartige Kanäle.



(Fig. 138.)

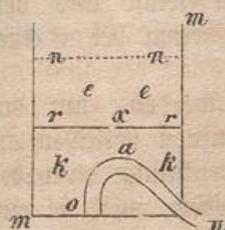
mit r in demselben Horizonte liegt.

Steigt das Wasser im Kanale von r an, so füllt sich der kürzere Schenkel bis zu derselben Höhe; wenn es den Stand n erreicht hat, so erfüllt es den obersten Theil des Hebers ganz und es muß dann in dem längeren Schenkel wegen des von n ausgehenden und durch den Heber fortgesetzten Druckes herab- und ausfließen, bis von o aus Luft in den Heber gelangen kann, was geschieht, wenn der tiefste Stand so eben erreicht worden ist. — Noch ehe der oberste Theil des Hebers gefüllt ist, wird bei u schon etwas Wasser ausfließen und das wird selbst längere Zeit geschehen, wenn nämlich der Zufluß in den Kanal nicht größer ist, als der Abfluß; wenn aber ein schneller und bedeutenderer Zufluß eintritt, so fließt dann der Heber voll aus.

Es gibt manche Quellen und Brunnen, welche die Eigenthümlichkeit besitzen, daß sie nur mit Unterbrechungen Wasser geben; man nennt sie deshalb intermittirende Quellen, auch wohl Hunger-

Fig. 138 stellt einen Querschnitt des Kanals mit dem Heber dar, n ist dabei der höchste, r der tiefste Wasserstand, o an der Heber, dessen höchster Theil a mit n und obere Oeffnung o

brunnen. Man kann sich leicht eine Vorrichtung herstellen, welche dieses im Kleinen leistet.

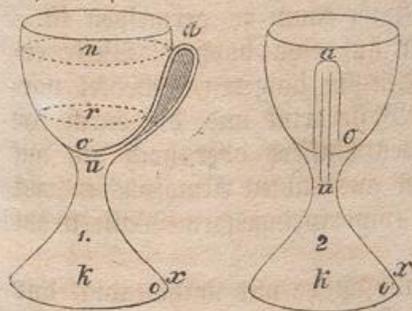


(Fig. 139.)

In Fig. 139 sei *mm* ein Gefäß mit zwei Abtheilungen *ee* und *kk*, in der Zwischenwand ist nur eine kleine Oeffnung *x*, in der unteren Abtheilung ist ein Schenkelheber *oau*, dessen kürzerer Schenkel in der Nähe ihres Bodens, dessen längerer aber außerhalb seine Oeffnung hat.

Hat nun die obere Abtheilung einen bedeutenden Wasserzufluß oder ist sie gefüllt, so kann es durch die kleine Oeffnung *o* nur allmählig in die untere gelangen und wird in derselben so lange bleiben, als der Wasserstand noch nicht den höchsten Punkt *a* des Schenkelhebers erreicht hat; ist letzteres aber geschehen und die Weite des Hebers größer, als die Weite der Oeffnung *x*, so wird das Wasser aus *kk* durch ihn bis zur Mündung von *o* abfließen, weil durch den geringeren Zufluß das Niveau von *a* nicht mehr erreicht wird. Nach dem Abflusse tritt eine Pause ein, bis letzteres wieder geschehen ist. Wie die Speisung des unteren Behälters mit Wasser geschieht, ist gleichgiltig, und es läßt sich leicht denken, wie unter besonderen Umständen, namentlich in Gebirgen, die Natur selbst durch das Zusammenstürzen von Felsen dieser Darstellung entsprechende Höhlen und Kanäle gebildet hat.

Hebervorrichtungen dienen auch zur Unterhaltung, wie der Becher. Man gießt Jemandem in einen Becher nur etwas Wein und, da er mit dem Wenigen nicht zufrieden ist, gießt man ihm demselben voll. Wenn man ihm dann nach einigem Zögern den Becher zum Trinken reicht, so findet er ihn leer. Eine solche Einrichtung läßt sich leicht herstellen.



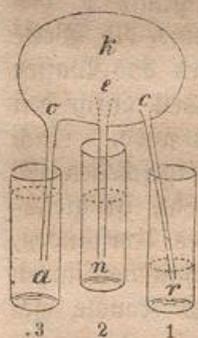
(Fig. 140.)

Der in Fig. 140 dargestellte Becher aus Metall hat einen hohlen Fuß *k*; von dem Boden des oberen Theiles, des eigentlichen Bechers, geht durch den Henkel oder Griff ein Schenkelheber *oau*, dessen längerer Schenkel bei *u* in den Fuß mündet; der oberste Punkt *a* des Henkels muß tiefer liegen, als das Niveau des gefüllten Bechers. Wie lange der Becher noch nicht bis zu dieser Höhe erfüllt ist, fließt auch der Heber noch nicht.

Es ist nicht nothwendig, daß der Heber aus zwei von einander getrennten Röhren besteht; es kann auch der längere Schenkel im kürzeren stecken, wie es Fig. 2 zeigt. Durch den Boden des oberen Becher-raumes geht ein offenes Rohr, dessen untere Mündung *u* in dem Fuße

k ist; über dieses wird eine oben bei a geschlossene Röhre gesteckt, welche unten an einer Seite einen Ausschnitt o hat. Hierbei ist oa der kürzere und au der längere Schenkel. Der Ausfluß beginnt, wenn das Niveau den Punkt a übersteigt. Um die Flüssigkeit leicht aus dem Fuße des Bechers fortzuschaffen, hat derselbe unten etwa bei x einen zu öffnenden Verschuß.

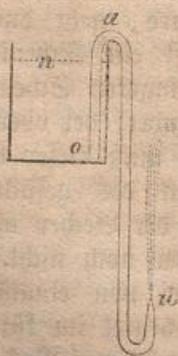
Der Schenkelheber kann ferner dazu verwendet werden, um das verschieden hohe Niveau in zwei oder mehreren getrennten Gefäßen auf genau gleiche Höhe zu bringen. Man hat der Vorrichtung dazu den Namen *Fraterna caritas*, brüderliche Liebe, gegeben, weil sie eine gleiche Eintheilung einer Flüssigkeit unter mehreren Personen bewirkt, ohne daß man die Theilung selbst vornimmt.



(Fig. 141.)

An einem kleinen Gefäße k (Fig. 141) von irgend einer Form befinden sich drei offene Röhren oa, en und er, außerdem sind noch auf einem Tische drei Gläser, mit Wasser bis zu verschiedenen Höhen erfüllt, so aufgestellt, daß die drei Röhren einzeln in sie gebracht werden können. Kehrt man das gefüllte Gefäß um, füllt man es und die Röhren mit Wasser, was leicht dadurch geschehen kann, daß man es in einen Behälter mit Wasser steckt und bringt man es schnell wieder in die gezeichnete Lage; so fließt das Wasser durch die Röhren und das Gefäß k so lange, bis das Niveau der Flüssigkeit in den drei Gläsern in demselben Horizonte liegt. Hier haben wir unstreitig Schenkelheber, deren Arme durch k verbunden sind. Für die Gläser 1 und 2 ist er der längere Schenkel, für 2 und 3 ist es en, für 1 und 3 wieder er. Es hindert die Verbindung der Schenkel nicht, wenn auch in dem oberen Theile von k etwas Luft sich befindet, was beim Umkehren der Vorrichtung nach ihrer Füllung kaum zu vermeiden ist.

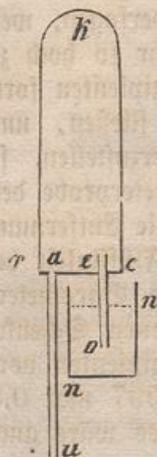
Heberspringbrunnen kann man auf eine doppelte Weise erhalten, man kann nämlich entweder nur den im längeren Schenkel vorhandenen größeren Wasserdruck und die durch ihn erzeugte Bewegung des Wassers oder noch den auf den kürzeren Schenkel ausgeübten Atmosphärendruck benutzen, um einen emporspringenden Wasserstrahl zu erhalten.



(Fig. 142.)

1) Im ersten Falle ist es nur nothwendig, das Ende des längeren Schenkels, wie es Fig. 142 zeigt, etwas aufwärts zu krümmen und spitz zu laufen zu lassen. Ginge die Röhre von n an weiter aufwärts, so würde die Flüssigkeit in ihm bis zum Niveau n im Gefäße (nicht bis zu dem des a) steigen, weil die beiden Schenkel von

a abwärts bis zum Niveau im Gleichgewichte gehalten werden; aber die Flüssigkeit wird in dem freispringenden Strahle die Höhe n doch nicht erreichen, weil sie bei der Bewegung an den Röhrenwänden und dann an der Luft einen Widerstand erleidet und weil, wenn der Strahl lothrecht in die Höhe ginge, die herabfallenden Flüssigkeitstheilchen die aufwärtssteigenden in ihrer Bewegung hindern würden.



2) Für die zweite Erscheinung nimmt man eine lange Glasglocke rkc (Fig. 143), durch deren metallenen und luftdicht anschließenden Boden zwei Röhren oe und au gehen, von denen die erste zu beiden Seiten nur etwas hervorsteht, um unten in ein Gefäß nn mit Wasser getaucht zu werden und oben das einzugießende Wasser mit ihrer Springöffnung zu überragen, die zweite vom Boden ausgehende aber eine ziemliche und beliebige Strecke tiefer herabgeht.

Will man die Vorrichtung gebrauchen, so kehrt man die Glocke rkc um und gießt in sie etwas Wasser, was am leichtesten von a aus geschehen kann, wenn die Röhre au abzuschrauben geht; dann bringt man die Glocke wieder in die gezeichnete Lage, indem man gleichzeitig und sofort die Mündung o der kurzen Röhre unter

(Fig. 143.) das Niveau des Wassers im Gefäße bringt.

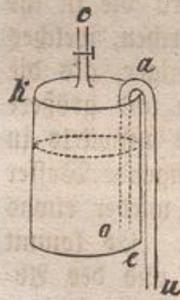
Die Erscheinungen sind nun leicht voranzusehen und zu erklären. Zuerst fließt das Wasser aus u , weil anfänglich die Luft in der Glocke die Dichtigkeit der äußeren hat, das Wasser also nur seiner Schwere folgt. Durch den Abgang von Wasser in der Glocke wird die in ihr abgesperrte Luft verdünnt und drückt auf das Wasser im Röhrrchen, welches anfangs nur bis an das Niveau im Gefäße nn reicht, weniger, als die freie Atmosphäre auf dieses Niveau wirkt. Dieser letztere und größere Druck preßt also das Wasser durch oe in einem Strahle aufwärts in den luftverdünnten Raum. Durch das in die Glocke springende Wasser wird der Raum für die Luft etwas kleiner, sie wird also wieder etwas dichter, und der Abfluß aus u kann wieder stattfinden. Es kommt natürlich auf das Verhältniß der Weite der Springröhre und des Abflußrohres an, ob der Strahl in einer sich gleich bleibenden Höhe springt oder nicht.

Man nennt die Vorrichtung den unterbrochenen Heber, weil zwischen dem kürzeren Schenkel oe und dem längeren au eine Unterbrechung durch abgesperrte Luft stattfindet oder zwischen e und a ist die obere Krümmung des Hebers mit abgesperrter Luft erfüllt.

Schließlich wollen wir noch die Hebererscheinungen im luftverdünnten Raume betrachten. Wenn die freie Atmosphäre oder auch abgesperrte Luft von derselben Spannkraft im Stande war, eine Wasserfäule von etwa 32 Fuß zu tragen, so wird verdünnte Luft eine

um so niedrigere zu tragen vermögen, je dünner sie ist. Hätte man in einer Glocke durch Auspumpen eine hundertfache Verdünnung erreicht, so würde diese Luft nur eine Wassersäule von $\frac{3}{100}$ Fuß oder 3,84 Zollen tragen können. Hätte man also unter dieser Glocke einen Heber, bei welchem der höchste Punkt der Krümmung nur 3 Zolle über dem Wasserspiegel oder noch tiefer läge, so würde er fließen; läge aber der höchste Punkt 4 Zolle darüber, so würde er den Dienst versagen, weil die so verdünnte Luft das Wasser im Gefäße nicht mehr so hoch zu drücken im Stande ist. Je weiter die Verdünnung im Rezipienten fortschreitet, desto kürzer müßte der Heber sein, um noch zu fließen, und wenn es gelänge, einen vollkommen luftleeren Raum herzustellen, so würde kein Heber mehr fließen. Da man aus der Barometerprobe den Grad der Verdünnung weiß, so kann man aus ihr auch die Entfernung des höchsten Punktes des Hebers von dem Spiegel der Flüssigkeit bestimmen, die durch den Heber abfließen soll. Zeigte die Barometerprobe 0,5 Zoll, d. h. stände das Quecksilber im geschlossenen Schenkel noch $\frac{1}{2}$ Zoll über dem des offenen, so würde die im Rezipienten vorhandene Luft im Stande sein, eine Wassersäule von 13,597 mal 0,5 Zoll oder 6,7985, d. i. fast 6,8 Zoll zu tragen, und dies wäre auch die größte Höhe der Heberschenkel über dem Niveau.

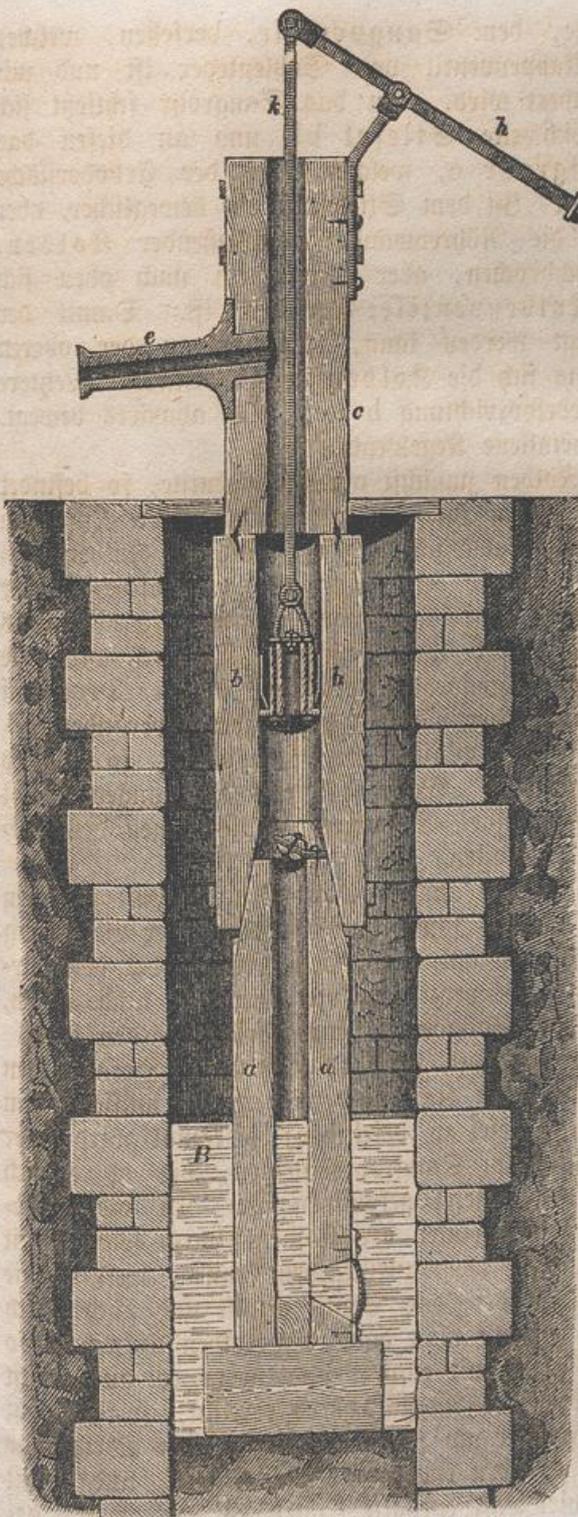
Der Einfluß der Dichtigkeit der Luft, welche auf das Niveau der Flüssigkeit und durch sie fort bis auf die Mündung des kürzeren Schenkels wirkt, läßt sich sehr leicht durch die in Fig. 144 dargestellte Vorrichtung zeigen. Der Heber *oau* geht luftdicht durch die Decke des Gefäßes *ke*, und durch dieselbe Decke geht noch eine verschließbare Oeffnung *c*. Ist letztere nicht geschlossen, so wird der Heber wie in einem ganz offenen Gefäße fließen; ist er im Fließen und verschließt man *c*, so hört er bald auf zu laufen, weil durch den Abgang der Flüssigkeit im Gefäße die Luft über ihr so verdünnt wird, daß sie die Wassersäule vom Niveau bis *a* nicht mehr zu tragen im Stande ist. Wenn aber auch der Ausfluß aufhört, so bleibt doch der ganze Heber gefüllt, weil der äußere freie Luftdruck die Flüssigkeit von der Mündung *u* des



(Fig. 144.) längeren Schenkels an bis *a* ebenso gut trägt, als der Druck der inneren Luft vom Niveau bis ebendahin sie emporhält. Oeffnet man *c*, so beginnt der Ausfluß; schließt man es wieder, so hört er in kurzer Zeit wieder auf und so kann man weiter fortfahren.

Die Saughebepumpe.

Eine der nützlichsten und daher auch gewöhnlichsten Anwendungen des Druckes der Atmosphäre findet bei den Saughebepumpen, welche man auch Straßenpumpen nennt, statt.



(Fig. 145.)

Man bohrt zu diesem Zwecke gewöhnlich recht grade und astfreie Baumstämme zu einer zylindrischen Röhre aus. Statt dessen könnte man aber auch aus Bohlen anders geformte wasserdichte Röhren zusammensetzen, was zur Förderung großer Wassermassen auf nicht bedeutende Höhen, z. B. aus Kellern auf die Straße, ganz geeignet ist. Uebrigens ist es nicht nothwendig, daß die Röhre überall gleiche Weite hat; es genügt, wenn dies nur in der Gegend, in welcher der Kolben bewegt wird, der Fall ist. Fig. 145 stellt einen Querschnitt dar.

In dem Wasser B des Brunnens steht ein engeres Rohr aa, das Saugrohr, welches unten eine mit einem Siebe versehene Seitenöffnung hat, um etwaige Unreinigkeiten nicht einzulassen. Oben ist das Saugrohr mit einem nach

oben sich öffnenden Ventile, dem Saugventile, versehen, welches bei Straßenpumpen ein Klappenventil von Sohlenleder ist und mit einem Stückchen Holz beschwert wird. An das Saugrohr schließt sich wasserdicht der überall gleichweite Stiefel *bb* und an diesen das wieder etwas engere Steigrohr *c*, welches über der Erdoberfläche das Ausflußrohr *e* trägt. In dem Stiefel ist ein beweglicher, aber sich hinreichend dicht an die Röhrenwände anschließender Kolben, welcher in der Mitte durchbrochen, aber mit einem nach oben sich öffnenden Ventile, dem Kolbenventile, versehen ist. Damit der Kolben auf und ab bewegt werden kann, trägt er an der oberen Fläche einen Bügel, an dem sich die Kolbenstange befindet. Letztere wird durch irgend eine Hebelvorrichtung *h* auf- und abwärts bewegt. Die Ventile können auch metallene Kegelventile sein.

Denken wir uns den Kolben zunächst am Saugventile, so befindet sich unter diesem bis zum Niveau im Saugrohre abgesperrte Luft von der Dichtigkeit der äußeren atmosphärischen. Zieht man den Kolben aufwärts, so entsteht zwischen ihm und dem Saugventile ein luftverdünnter Raum und ist die Verdünnung hinreichend vorgeschritten, so wird das Ventil durch die darunter befindliche Luft geöffnet. Dadurch wird die Luft in dem Raume unter dem Saugventile verdünnt, und der Druck auf das Wasser im Saugrohre vermindert, während der äußere unverändert geblieben, jetzt also größer ist und Wasser ins Rohr drückt, so daß es darin höher steht, als außerhalb. Während dieses Vorganges bleibt das Kolbenventil, theils wegen seines Gewichtes, theils wegen des größeren Luftdruckes von oben geschlossen.

Drückt man dann den Kolben abwärts, so wird die Luft zwischen ihm und dem Saugventile, welches schon beim Aufhören der Bewegung durch sein Gewicht sich geschlossen hat, zusammengedrückt, bei vermehrter Dichtigkeit stößt sie das Kolbenventil auf und entweicht nach außen, so daß der Kolben bis an das Saugventil herabgedrückt werden kann.

Enthält das Saugrohr viel Luft, so wird man dieses Herausziehen und Hinabstoßen des Kolbens noch einigemal wiederholen müssen, um alle Luft aus ihm und dem Stiefel zu beseitigen; jedesmal wird aber beim Hinaufziehen das Wasser im Saugrohre steigen, bis es endlich durch das Saugventil in den Stiefel gekommen ist. Ist dieses geschehen, so wird es beim Hinabdrücken des Kolbens durch sein Ventil über ihn gelangen und nun nicht mehr zurückgehen können, weil, sowie die Bewegung des Kolbens aufhört, das Ventil zufällt und auch durch das Wasser zugeedrückt wird. Zieht man dann den Kolben aufwärts, so hebt man das Wasser über ihm mit empor und wenn es auch nicht gleich anfänglich die Mündung des Ausflußrohres erreicht, so geschieht dies bei wiederholten Bewegungen um so eher, je enger das Steigrohr ist und deshalb macht man es gern enger, als den Stiefel, und damit das Saugrohr auch nicht viel Luft enthalte, wird es auch enger ge-

macht. Nothwendig ist es nicht, ungleichweite Rohre zu nehmen; bei nicht zu tiefen Brunnen reicht meistens ein einzelnes überall gleich weites Rohr aus.

Weil das Brunnenwasser immer Luft enthält und weil die Ventile und der Kolben niemals luftdicht schließen, so muß das Bodenventil stets tiefer über dem Niveau des Wassers im Brunnen angebracht sein, als es der Atmosphärendruck gestatten würde, wenn diese Umstände nicht vorhanden wären. 20 bis höchstens 24 Fuß würde man bei tiefen Brunnen nehmen; bei flach liegenden ist es besser, das Ventil dem Wasserspiegel näher, ja sogar an oder unter ihn zu legen, weil man dann nur wenige oder gar keine Luft wegzuschaffen hat und bald Wasser bekommt.

Ueber dem Kolben kann das Wasser so weit gehoben werden, als die uns grade zu Gebote stehende Kraft ausreicht. Es ist also natürlich, daß dieselbe Kraft das Wasser in einem engen Steigrohre höher heben kann, als in einem weiten, weil das Gewicht des Wassers im letzteren bei derselben Höhe der Wassersäule größer ist, als das im ersteren.

Schließt sich der Kolben gut an und sind die Ventile dicht, so wird es, wenn die Pumpe einige Zeit vorher gebraucht worden ist, nicht nothwendig sein, die Arbeit lange fortzusetzen, ehe Wasser erscheint, weil sich dasselbe in allen drei Röhren erhält und nur wenig unter dem Ausgufrohre steht, wenn man sie nicht gebraucht.

Bei einer einfachen Pumpe kommt der Wasserstrahl aus dem Ausgufrohre stoßweise in der Zeit, in welcher der Kolben aufwärts bewegt wird, und die Zeit, in welcher der Kolben abwärts geht, ist für die Förderung des Wassers verloren. Man hat in neuester Zeit aber auch den zweiten Theil der Bewegung des Pumpenschwengels für das Heraus-schaffen des Wassers nutzbar zu machen gewußt. Man stellt nämlich, wie Fig. 146 andeutet, zwei solche Pumpen nebeneinander ins Wasser, verbindet die Enden der beiden Kolbenstangen beweglich mit den Enden einer horizontalen Querstange, läßt durch die Mitte derselben winkeltrecht und fest mit ihr verbunden eine kurze Stange gehen, die auf Lagern ruht, welche durch die Röhren getragen werden, und an dieser ist der nach unten gehende Schwengel, dessen Ende in vortheilhafter Weise mit einer Metallkugel versehen ist, um die pendelartige Schwingung durch diese Masse kräftiger zu machen. Die beiden Steigrohre sind gegenüber dem Ausgufrohre des einen durch ein Querrohr verbunden.



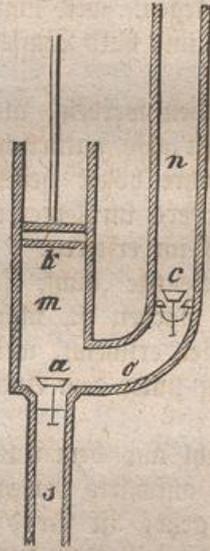
(Fig. 146.)

Es ist natürlich, daß, während in der einen Pumpe das Wasser gefaßt wird, es in der anderen gehoben wird; es wird also bei jeder Bewegung, sowohl hin als auch zurück, Wasser durch das Ausgufrohr gefördert. Diese Pumpen heißen kalifornische und wur-

den erst durch die letzte Weltausstellung zu London in Europa bekannt, obwohl sie in ihrer ganzen Einrichtung so höchst einfach sind, daß man schon längst auf sie hätte kommen können.

Saugdruckpumpen.

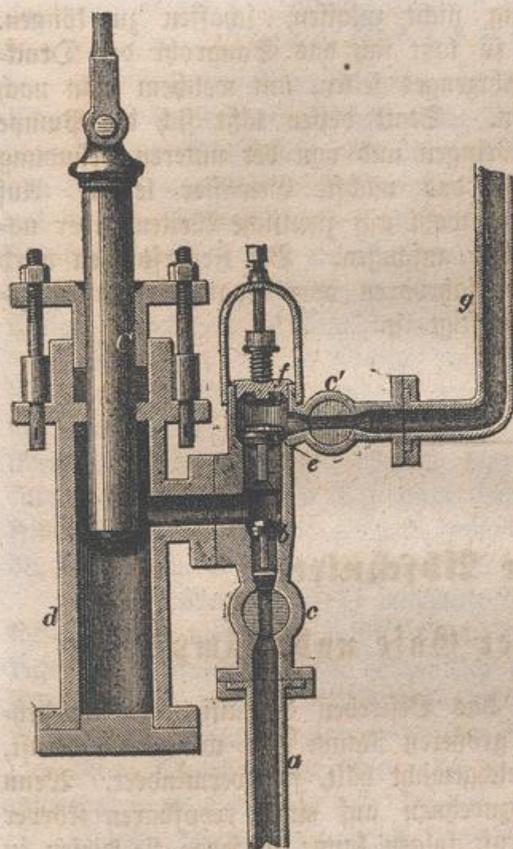
Bei den Saughebepumpen fließt das Wasser in einem nur ganz kurzen Bogen aus der Ausfluröhre zur Erde. Will man einen weit reichenden Strahl erhalten, um z. B. ein Feuer in der Höhe zu löschen oder entfernte Gegenstände zu bespritzen; muß man abgesperartes Wasser durch eine engere Röhre mittelst eines auf dieses Wasser ausgeübten Druckes pressen und dazu dienen die Saugdruckpumpen, deren Einrichtungen im Einzelnen sehr verschieden sein können.



(Fig. 147.)

Die Anwendung und Wirkungsfähigkeit dieser Vorrichtung ist leicht zu erkennen. Wird s nur mit seiner Mündung ins Wasser gestellt, so ist in ihm und dem Stiefel noch Luft. Denken wir uns den Kolben zunächst am Boden des Stiefels und die Ventile durch ihr eigenes Gewicht geschlossen und ziehen wir dann den Kolben aufwärts, so wird das Bodenventil geöffnet; es steigt durch dasselbe die darunter befindliche Luft und vielleicht auch schon Wasser, während das Steigeventil c durch den größeren Atmosphärendruck geschlossen bleibt. Drücken wir den Kolben abwärts, so schließt sich das Bodenventil theils wegen seines Gewichtes, theils wegen des von oben ausgeübten Druckes und das Seitenventil wird wegen eben desselben Druckes geöffnet, so daß die vorhin aufgesaugte Luft und das etwa im Stiefel schon vorhandene Wasser über dasselbe steigt. Hört die Bewegung des Kolbens auf, so schließen sich beide Ventile und das des Steigerohres kann schon auch durch Wasser zugedrückt werden.

Bei jedem neuen Zuge nach oben wird Wasser gesaugt, bei jedem neuen Drucke aber in das Steigerohr gepreßt und das, welches bereits über seinem Ventile ist, kann nicht mehr zurück, so daß es im Steige-



(Fig. 148.)

Kolben C, welcher wasserdicht durch eine an der Decke desselben befindliche Stopfbüchse geht und im Uebrigen sich an die Wände desselben nicht eng anschließt; Kolbenrohr und Saugrohr sind durch ein Querrohr miteinander verbunden; unterhalb desselben ist im Saugrohre ein nach oben sich öffnendes Ventil b und oberhalb desselben ein zweites e, welches sich auch nach oben öffnet; über letzterem schließt sich an das Saugrohr das Steigrohr g. Unterhalb des Saugventils b ist ein Hahn c und oberhalb des Druckventils ein anderer c', welche beide geöffnet sein müssen, wenn man die Pumpe gebrauchen will.

Auch hier wird gesaugt, wenn C aufwärts geht, und gedrückt, wenn es abwärts bewegt wird. Daß sich auch hier die Kolbenstangen zweier Pumpen zu einer gemeinsamen Bewegung und zur schnelleren Förderung des Wassers, was besonders bei Feuergefährten wichtig ist, verbinden lassen, versteht sich von selbst; aber dessen ungeachtet kommt der Wasserstrahl stoßweise aus der Springröhre.

An das Steigrohr lassen sich natürlich auch wasserdichte Schläuche anschrauben, um das Wasser nach verschiedenen Räumen, die eine un-

rohre mit jedem Drucke höher steigt und, wenn man ein sich verengendes Ausflusrohr ansetzt, in einem Strahle ausspritzt.

Die Höhe, bis zu welcher das Wasser gepreßt werden kann, hängt von der verfügbaren Kraft ab und wird für eine bestimmte Kraft um so größer sein, je enger das Rohr ist. Scharfe rechtwinklige Krümmungen dieses Rohres müssen vermieden werden, weil das Wasser durch den graden Stoß an eine Fläche seine Geschwindigkeit vermindern würde.

Weil der auf eine abgesperrte Flüssigkeit irgendwo ausgeübte Druck sich ungeschwächt durch die ganze Flüssigkeit fortpflanzt, kann man den Saugdruckverken sehr verschiedene Gestalten geben. Fig. 148 stellt eine sehr geeignete Einrichtung dar. Der Stiefel oder das Kolbenrohr d steht neben dem Saugrohre a; in dem Stiefel befindet sich ein

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 abgeperrter 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 abgeperrtes 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 abgeperrter Gase auf tropfbar flüssige Körper oder der Druck tropfbar flüssiger Körper auf abgeperrte Gase angewendet wird.