Physik und Chemie

auf ihrer ersten Unterrichtsstufe

für die

höheren Klassen der Volksschule und für Töchterschulen

von

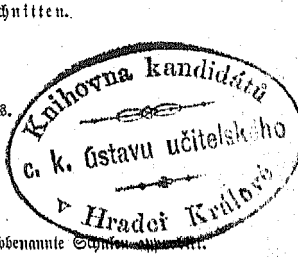
August Decker,

Direktor der k. k. Bildungsanstalt für Lehrerinnen in Troppau, Leiter und Lehrer der höheren Töchterschule und Mitglied des Bezirks-Lehrervereines eben daselbst, ehedem Professor der Mathematik, Physik und philosophischen Propädeutik am k. k. Ober-Gymnasium.

Zweite verbesserte Auflage.

Mit 76 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Mit Vorbehalt des Uebersetzungsrechtes.



Mit h. Ministerial-Erlaß vom 27. April 1870, Z. 3076, für obbenannte Schulen approbirt.

Troppau, 1871.

Otto Schüler's Buchhandlung.

(Friedrich Bergmann.)

Seiner Hochwohlgeboren

Herrn Herrn

Alexander Ritter von Summer,

Ritter des Ordens der eisernen Krone,
kaiserl. königl. Landespräsident in Schlesien ꝛc. ꝛc.

als Beweis

aufrichtigster und dankschuldigster Hochachtung.

Der Verfasser.

Vorwort zur ersten Auflage.

Vorliegendes Werkchen sucht das Wissenswürdigste aus der Physik und Chemie für die höheren Klassen der Volks- und Töchterschulen darzustellen. Der fachkundige Leser dürfte beim Durchblicken desselben alsogleich erkennen, dass der Verfasser hier nicht ein Excerpt eines größeren Werkes liefert, ohne Rücksicht darauf, was der Fassungskraft der Kinder angemessen sei. Er war vielmehr bemüht, alles auszuscheiden, dessen Verständnis auf dieser Unterrichtsstufe nicht erzielt werden kann, hingegen jene Erscheinungen und Einrichtungen, welche wir fast täglich wahrzunehmen Gelegenheit haben, und die der Fassungskraft der Kinder zugängig sind, so gründlich darzustellen, wie es nur immer der kindliche Geist zulässt. Das Kind lerne mit Gründlichkeit lesen in dem Buche der Natur, und die veredelnde Wirkung eines solchen Unterrichtes auf das jugendliche Gemüth, ganz abgesehen von dem so reichlichen Nahrungsstoffe für die Denkkraft, wird sicher nicht ausbleiben. Wenn der Psalmist sagt: „Die Himmel erzählen die Ehre Gottes, und die Veste verkündigt seiner Hände Werk," so versteht es sich wohl von selbst, um mit den Worten Göthe's zu sprechen, dass das Ohr für solche Rede geöffnet sein müsse, um sie zu vernehmen. Gründliche Kenntnis der Naturerscheinungen und ihrer Gesetze wird uns „Gottes Weisheit, Allmacht und Güte stets lebhaft empfinden lassen und das erregte Gefühl zur Liebe, Ehrfurcht und Dankbarkeit steigern. Und das, was in der Kindheit uns mitgetheilt wird," sagt Hufeland, „geht in unsere Natur und unser Wesen über, wird mit unserer Constitution so verwachsen und verwebt, dass wir es Zeit Lebens, es sei nun gut oder böse, nicht ganz loswerden können." „Wird das jugendliche Gemüth von selbst durch die großartigen Folgen eines Gesetzes ergriffen, — und dieser Fall wird nicht selten eintreten, so freue man sich still so edler Frucht

des Unterrichtes, bilde sich aber nicht ein, sie durch Phrasen erzeugen zu können." (Lüben.)

Es versteht sich von selbst, dass der Versuch mit dem Unterrichte stets Hand in Hand gehen müsse, und dass man die Jugend die Gründe der Erscheinungen unter passender Nachhilfe so viel als möglich selbst auffinden lasse, namentlich dort, wo die Erklärung auf bereits Bekanntes sich stützt. Der lebhafte Verkehr, welcher hierdurch zwischen dem Lehrer und den Schülern entsteht, belebt den Unterricht, hält die Aufmerksamkeit der ganzen Klasse rege und schärft die jugendliche Urtheilskraft.

Was endlich die Anordnung des Lehrstoffes anbelangt, so glaubte ich von dem gewöhnlichen Gange abweichen zu müssen. Die graue Theorie: „Du willst Dich in die Natur hinauswagen, ohne einmal sagen zu können, was man unter Natur versteht?" muss fallen. Nicht durch ein Labyrinth von Definitionen, welche das Kind nicht zu fassen vermag, wodurch es also zu einem mechanischen Nachplappern gedächtnismäßig eingelernter Worte gezwungen wird, soll der jugendliche Geist in das Gebiet der Naturwissenschaften eingeführt werden; man beginne mit der Sache selbst, und zwar zunächst mit solchen Erscheinungen, welche wegen ihres häufigen Auftretens mit dem jugendlichen Geiste innig verwachsen sind, somit das Kind zum Lernen des Gegenstandes gewiss lebhaft anregen werden. Von der herkömmlichen Weise, die Physikstunden mit den Begriffen der Natur, der Körper, der Physik und der Chemie, mit den allgemeinen Körpereigenschaften, den verschiedenen Aggregationsformen u. s. w. zu beginnen, sagt Dr. Johannes Crüger in seinem geistreichen Werke: „Ein Beitrag zur methodischen Behandlung des ersten Unterrichtes in der Physik" mit vollem Rechte: „Es ist diese Weise gar freigebig, sofern sie den Schüler mit Gaben überschüttet, die er nicht brauchen kann; sie ist hemmend, weil sie ihn ferne hält von dem, was er sucht; geistlos, weil sie spricht, was Keiner versteht, und trügerisch, weil sie glatte Worte statt der Sachen gibt. Sie gleicht einem dunklen Gange, der in das Studierzimmer eines mittelalterlichen Gelehrten führt, und stammt aus den Zeiten, wo die Naturlehre keine Erfahrungswissenschaft war, sondern eine unfruchtbare Speculation, eine philosophia naturalis, die eines solchen einleitenden Raisonnements bedurfte; sie ist das morsche Portal, das von einem längst zerfallenen Bauwerke noch übrig ist und jetzt dem neuen Bau Gefahr droht."

Mögen diese geistreichen, von Wahrheit strotzenden Worte des großen Pädagogen auf dem Gebiete der Physik allseitige Beherzigung finden, möge der Unterricht in der Physik und in der Chemie, namentlich auf seiner ersten Stufe, so ertheilt werden, dass der leider so wahre Satz: „Homines neque admirantur neque requirunt rationes earum rerum, quas semper vident“ (Die Menschen bewundern weder noch erforschen sie die Gründe derjenigen Dinge, welche sie immer sehen) endlich zur Unwahrheit werde.

Sollte das vorliegende Werkchen nur einen kleinen Beitrag liefern zur Hebung des physikalischen Unterrichtes auf seiner ersten Stufe, so würde sich der Gefertigte glücklich schätzen, das Gedeihen eines so nützlichen Unterrichtszweiges gefördert zu haben, dem er durch mehr als achtzehn Jahre seine volle Kraft gewidmet hat.

Troppau, im September 1869.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der rasche Absatz, dessen die erste Auflage des vorliegenden Werkchens sich zu erfreuen hatte, gibt dem Gefertigten die Versicherung, dass seine Arbeit unter den geehrten Herren Fachcollegen einigen Anklang gefunden hat. Der Verfasser ist dadurch in die angenehme Lage versetzt, die von den Fachcollegen theils in Gutachten, theils in Kritiken ausgesprochenen Wünsche baldigst berücksichtigen zu können, obgleich er gestehen muss, dass ihm einige derselbe kaum hinreichend gerechtfertigt erscheinen, und dass bei Berücksichtigung aller das vorliegende Büchlein zu einem Volumen anwachsen würde, welches mit der Eignung desselben für die Zwecke der Volksschule unverträglich wäre.

Troppau, im Oktober 1870.

Der Verfasser.

§. 1. Die Schwerkraft.

Alle Körper fallen zu Boden, wenn sie nicht auf einer Unterlage ruhen oder aufgehängt sind. Sie werden von der Erde angezogen, und diese Anziehungskraft der Erde heißt Schwerkraft.

Die Richtung, in welcher die Körper fallen, bestimmt man mittelst des Lotes. Dieses besteht aus einer Schnur, an deren einem Ende eine Bleikugel befestigt ist. Hält man nun das andere Ende der Schnur mit einer der beiden Hände fest, so wird die Schnur die Richtung annehmen, in welcher die Kugel zu Boden zu fallen strebt. Man nennt diese Richtung lotrecht oder vertical.

Die lotrechte Richtung für irgend einen Ort der Erde geht, hinreichend verlängert, durch den Erdmittelpunkt.

Sind die verticalen Richtungen für verschiedene Orte der Erde parallel?

Begeht man einen bedeutenden Fehler, wenn man für nahe liegende Orte die verticalen Richtungen als parallel annimmt?

Ist es richtig, wenn wir sagen, dass die Körper das Bestreben haben zum Erdmittelpunkte zu fallen?

§. 2. Das Gewicht.

Da die Körper das Bestreben haben zu Boden zu fallen, so üben sie auf die Unterlage einen Druck aus. Diesen Druck nennt man das Gewicht der Körper. Die Größe des Raumes, welchen ein Körper einnimmt, heißt sein Volumen.

Von einem und demselben Körper haben Stücke von einem 2-, 3-, 4mal so großen Gewichte auch ein 2-, 3- 4mal so großes Volumen. Schlägt man von einem Zuckerhute ein 4 Pfund schweres Stück ab, so ist sein Volumen 4mal so groß wie von einem Stücke, welches nur 1 Pfund wiegt. Stücke von gleichem Volumen haben auch ein gleiches Gewicht.

Es ist gewiss von Wichtigkeit zu untersuchen, ob dies auch bei verschiedenen Körpern der Fall ist. Zu diesem Zwecke lasse man sich ein viereckiges Kästchen anfertigen, das genau

ein Lot Wasser faßt.*) Gießt man nun Quecksilber in das Kästchen, so wiegt das darin enthaltene Quecksilber 13 Lt. 2 Ot. 24 Gr. oder 13·6 Lt. Der Alkohol, welchen das Kästchen zu fassen vermag, wiegt nur 3 Ot. 12 Gr. oder 0·8 Lt. Viereckige Stücke aus Tannenholz, aus dem Holze des Apfelbaumes, aus Sandstein, aus Eisen, aus Blei, welche in die Höhlung des Kästchens genau hineinpassen, wiegen 0·5, 0·7, 2·3, 7·5, 11·3 Lot. Diese Erscheinungen zeigen, dass bei verschiedenen Körpern, wenn sie auch ein gleiches Volumen besitzen, das Gewicht nicht dasselbe ist.

Man ist übereingekommen, das Gewicht der einzelnen Körper mit dem des Wassers zu vergleichen. Die Zahl, welche angibt, wie vielmal schwerer ein Körper ist, als ein gleich großes Volumen Wasser, heißt das specifische Gewicht (auch die Dichte) dieses Körpers.

Specifisches Gewicht (Dichte) einiger Stoffe:

Tannenholz . .	0·5	Gusseisen . .	7·5
Holz des Apfelbaumes	0·7	Kanonengut . .	8·8
Alkohol . . .	0·8	Silber . . .	10·25
Wasser . . .	1·0	Blei . . .	11·3
Sandstein . .	2·3	Quecksilber . .	13·6
Kieselstein . .	2·5	Gold . . .	19·5

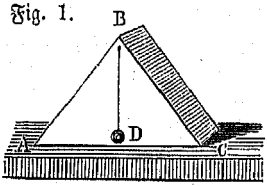
Wie viel wiegen 4 K″ Kanonengut? (1 K″ reinen Wassers wiegt 1·044 Lot oder 250½ Gran.)

Wie viel wiegen 20 K′ frischen Mauerwerkes aus Ziegelsteinen, wenn das specifische Gewicht desselben 1·712 ist? (Man nehme hier, um ein genaueres Resultat zu erhalten, das Gewicht von einem Kubikzoll reinen Wassers =1·044023 Lt.)

§. 3. Die horizontale Richtung.

Die Richtung, welche mit der verticalen Richtung einen rechten Winkel einschließt, heißt wagrecht oder horizontal.

Fig. 1.



Die wagrechte Richtung bestimmen die Maurer und Zimmerleute mittelst der Schrottwage. Diese ist ein dreiseitiges Brett, bei welchem namentlich die untere Fläche AC sorgfältig geebnet ist. Im Punkte B wird ein Lot befestigt,

*) Die Größe eines solchen Kästchens wird von einem Kubikzolle nur um sehr wenig verschieden sein, indem ein Kubikzoll Wasser 1 Lot 10½ Gran wiegt.

und man stellt die Schrottwage in der Stellung, wie sie Fig. 1. zeigt, auf die zu untersuchende Fläche. Fällt die Kugel des Bleilotes mit dem Mittelpunkte von AC d. i. mit D zusammen, so ist die Fläche horizontal.

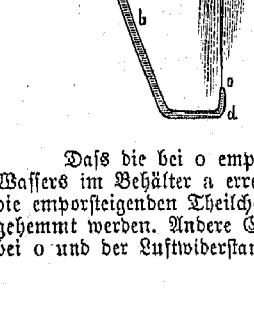
§. 4. Das Communicationsgefäß.

Befindet sich eine Flüssigkeit in einem Gefäße im Zustande der Ruhe, so ist ihre Oberfläche horizontal. Sind zwei Gefäße AB und CD derartig mit einander in Verbindung (Fig. 2), dass die Flüssigkeit aus einem in das andere übertreten kann, so liegen die Oberflächen der Flüssigkeit in beiden Gefäßen in einer horizontalen Ebene.

Fig. 2.

Eine Verbindung von zwei oder mehreren Gefäßen, bei welcher der Uebertritt der Flüssigkeit aus einem in das andere möglich ist, heißt ein Communicationsgefäß; die einzelnen Gefäße sind die Arme desselben, und das sie verbindende Rohr nennt man den Canal des Communicationsgefäßes. Wird also eine Flüssigkeit in ein Communicationsgefäß gebracht, so steht dieselbe, von einer horizontalen Grundlage BC (Fig. 2) aus gemessen, in allen Armen gleich hoch.

Fig. 3.



Leitet man die Flüssigkeit aus dem Behälter a durch die Röhre b (Fig. 3) in die Röhre d, welche bei o mit einer feinen Oeffnung (Sprungöffnung) versehen ist, so bildet die ganze Vorrichtung ein Communicationsgefäß. Die Flüssigkeit sucht sich im kürzeren Arme d eben so hoch zu stellen wie im längeren b und steigt daher bei o in einem Strahle empor. Eine solche Vorrichtung heißt ein Springbrunnen.

Dass die bei o emporsteigenden Wassertheilchen nicht die Höhe des Wassers im Behälter a erreichen, hat namentlich darin seinen Grund, dass die emporsteigenden Theilchen durch die herabfallenden in ihrer Bewegung gehemmt werden. Andere Gründe dieser geringeren Höhe sind die Reibung bei o und der Luftwiderstand.

§. 5. Druck der atmosphärischen Luft.

Wenn die atmosphärische Luft, welche unseren Erdball umgibt, ebenso den Gesetzen der Schwere unterworfen ist, wie alle anderen Körper, so muss sie auch wie diese einen Druck ausüben, ein Gewicht haben.

Fig. 4.

Von dem Vorhandensein des Luftdruckes kann man sich durch folgenden einfachen Versuch überzeugen. Man fülle ein Glas bis oben an mit Wasser, bedecke dasselbe mit einem Blatte Papier, drücke dieses mit der flachen Hand fest an und kehre sodann das Glas rasch um. Zieht man nun die flache Hand von dem Papiere weg, so fließt das Wasser nicht heraus, indem das Papier durch den Luftdruck stärker nach aufwärts gedrückt wird, als durch das Gewicht des darüber befindlichen Wassers nach abwärts.

§. 6. Der Stechheber.

Versuch. Taucht man eine an beiden Enden offene Glasröhre in eine Flüssigkeit und saugt an dem aus der Flüssigkeit hervorragenden Ende, so wird sich die Flüssigkeit in der Röhre erheben. Bei fortgesetztem Saugen füllt sich die ganze Röhre mit der Flüssigkeit an.

Wie läßt sich dies erklären? Durch das Saugen wird ein Theil der Luft aus der Glasröhre herausgeführt, und der nun stärkere Druck der äußeren Luft treibt die Flüssigkeit in die Röhre.

Fig. 5.

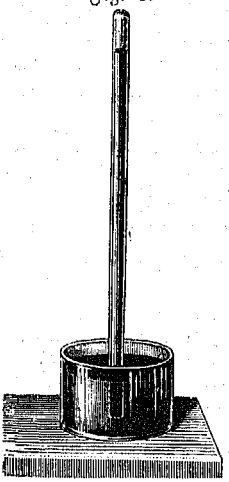
Man fülle durch Saugen die ganze Röhre mit Flüssigkeit an und verschließe, nachdem man zu saugen aufgehört hat, das obere Ende rasch mit dem Finger. Nun kann die Röhre mit der darin enthaltenen Flüssigkeit aus dem Gefäße herausgehoben werden, ohne dass die Flüssigkeit bei dem offenen Ende heraustritt. Die Flüssigkeitssäule wird durch den Luftdruck getragen. Zieht man jedoch den Finger von dem oberen Ende weg, so beginnt augenblicklich die Entleerung der Röhre. Es ist nämlich gleicher Luftdruck von oben und unten vorhanden, und die Flüssigkeit fällt durch ihre Schwere herab.

Nicht schwierig wird es nun sein, die Einrichtung und den Gebrauch des in Fig. 5 abgebildeten Stech-

hebers zu verstehen. Man verwendet denselben, um aus einem größeren Gefäße, z. B. einem Fasse eine kleinere Menge der Flüssigkeit herauszuheben und in ein anderes Gefäß zu übertragen. Wie wird man dies wohl beginnen?

§. 7. Das Barometer.

Fig. 6.



Versuch. Man nimmt eine Glasröhre von 32″ Länge, welche nur an einem Ende offen ist, und füllt dieselbe ganz mit Quecksilber an. Ist dies geschehen, so verschließt man das offene Ende fest mit dem Finger, kehrt die Röhre um und taucht sie in ein Gefäß, in welchem sich ebenfalls Quecksilber befindet. Das Quecksilber sinkt in der Röhre etwas herab, und eine Quecksilbersäule von beiläufig 28″ Länge (gemessen von der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäße) bleibt in der Glasröhre zurück. Diese wird durch den Luftdruck getragen.

Was würde wohl geschehen, wenn man das obere Ende der Röhre abschlüge, wo sodann die Röhre an beiden Enden offen wäre?

Je stärker der Luftdruck ist, eine desto höhere Quecksilbersäule vermag er zu tragen. Man kann demnach aus der Länge der Quecksilbersäule die Stärke des Luftdruckes beurtheilen, und wird neben der Glasröhre eine in Zoll und Linien getheilte Skala angebracht, so dass die Länge der Quecksilbersäule leicht abgelesen werden kann, so hat man ein Instrument zur Messung des Luftdruckes oder ein Barometer.

Ist die vom Luftdrucke getragene Quecksilbersäule 28″ lang, so sagt man, der Barometerstand betrage 28″, und dieser Barometerstand heißt der mittlere. Unter 28″ nennt man den Barometerstand einen niedrigen, über 28″ einen hohen. Beim Ablesen des Barometerstandes muss sich das Auge in gleicher Höhe mit der Oberfläche des Quecksilbers in der Röhre befinden. Ist das Auge tiefer, so lesen wir den Barometerstand zu hoch ab, im entgegengesetzten Falle zu niedrig.

§. 8. Benutzung des Barometers im gewöhnlichen Leben.

Genaue Bestimmungen des Luftdruckes sind nur zu wissenschaftlichen Untersuchungen notwendig. Im gewöhnlichen

Leben benutzt man das Barometer als Wetterglas. Deshalb findet man auch an den Skalen der Barometer neben den Theilstrichen die Bezeichnungen: „Sturm, Regen, Wind, veränderlich, schön, sehr schön," um anzuzeigen, welches Wetter dem jeweiligen Barometerstande entspreche. In unseren Gegenden führen in der Regel die Nordostwinde, welche über große und kältere Länderstrecken zu uns kommen, trockene und schwere Luft mit sich; die Südwestwinde hingegen, welche über Meere und wärmere Länder zu uns gelangen, bringen feuchte und leichtere Luftmassen. Erstere bewirken daher durch Vermehrung des Luftdruckes ein Steigen, letztere durch Verminderung desselben ein Sinken des Barometerstandes.

Da jedoch das Wetter nicht allein von der Größe des Luftdruckes abhängt, durch den Barometerstand aber nichts anderes als eben diese Größe bestimmt wird, so ist die Bestimmung der bevorstehenden Witterung aus dem Barometerstande durchaus nicht zuverläßig. Auch beim Steigen des Barometers kann Regen eintreten.

Welche Winde bringen in unseren Gegenden in der Regel schönes Wetter? — Bei welchem Winde ist in unseren Gegenden Schnee und Regen am häufigsten? — Was versteht man unter einem Wetterglase? — Könnte man auch ein Barometer verfertigen, bei welchem man die Größe des Luftdruckes durch die Höhe einer Wassersäule bestimmt? — Wie hoch ist die Wassersäule, welche der Luftdruck bei einem Barometerstande von 28″ zu tragen vermag? — Wie groß ist der Druck der atmosphärischen Luft auf einen Quadratzoll bei einem Barometerstande von 28″? (In den beiden letzten Aufgaben nehme man als spec. Gew. des Quecksilbers 13·598, wodurch dasselbe genauer bezeichnet ist, als durch 13·6.) Dass wir den so bedeutenden Druck der Luft nicht empfinden, hat darin seinen Grund, dass der Druck allseitig mit gleicher Stärke wirkt, von oben und von unten, von vorne und von hinten, von rechts und von links. Bei hohlen Körpern wird durch den Gegendruck der in denselben enthaltenen Luft oder durch die in denselben befindlichen Flüssigkeiten ein Zerquetschen dieser Körper verhindert.

§ 9. Der Heronsball.

Fig. 7.

Das Fläschchen in nebenstehender Figur ist mit einem Korke luftdicht verschlossen. Der Kork wird mit einer runden Feile durchbohrt. Eine Glasröhre, deren oberes Ende in eine feine Spitze ausgezogen ist, wird so durch den Kork gesteckt, dass ihr unteres Ende bis nahe auf den Boden des Fläschchens reicht. Ist dieses mit Wasser gefüllt, und bläst man durch die enge Oeffnung Luft hinein, so wird daselbst oberhalb des Wassers die Luft zusammengepresst. Sobald man zu blasen auf-

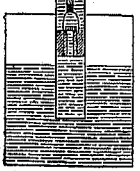
hört, treibt der Druck der zusammengepreßten Luft das Wasser durch die Spitze der Röhre in einem Strahle heraus, und zwar bis zu einer desto größeren Höhe, je mehr Luft in das Fläschchen hineingeblasen wurde. Diese Vorrichtung heißt der Heronsball oder, in einem größeren Maßstabe ausgeführt, auch Windkessel.

Warum wird die Höhe des heraustretenden Wasserstrahles nach und nach kleiner? Wann wird gar kein Wasser mehr bei der Spitze heraustreten? Welche Bedingungen müßten stattfinden, um einen ununterbrochenen Wasserstrahl zu Stande zu bringen? Was wird wohl geschehen, wenn der Heronsball leer ist, man bei der Spitze der Röhre saugt, hierauf rasch den Heronsball unter Wasser taucht und daselbst einige Zeit läßt?

§. 10. Die Saugpumpe.

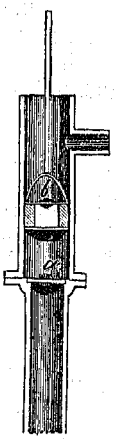
Versuch. Eine Glasröhre, an deren Wandung sich ein Stempel vollkommen anschließt, wird unter Wasser getaucht. Zieht man den Stempel in die Höhe, so kann keine Luft unter denselben eindringen, weil ihr das Wasser den Zutritt verwehrt. Es wird demnach durch die äußere Luft, welche auf die Oberfläche des Wassers im Gefäße drückt, Wasser in die Röhre getrieben. Durch das Hinabdrücken des Kolbens wird das Wasser wieder in das Gefäß zurückgedrückt. Wenn aber der Stempel durchbohrt ist, und in dieser Bohrung eine Klappe sich befindet, welche sich nur nach aufwärts öffnen kann, so wird beim Hinabdrücken des Kolbens durch den Druck des Wassers die Klappe geöffnet, und es sammelt sich nun auch oberhalb des Stempels Wasser an. Zieht man den Stempel wieder hinauf, so wird die oberhalb desselben befindliche Wassersäule gehoben, und durch die an der Röhre angebrachte Seitenöffnung tritt das Wasser heraus.

Fig. 8.



Ganz ähnliches finden wir bei der Saugpumpe, durch welche wir das Wasser aus den Tiefen der Erde an den Tag fördern. Diese besteht aus dem Saugrohre, welches in das zu hebende Wasser taucht. Weiter oben schließt sich an dasselbe eine etwas weitere Röhre an, der sogenannte Pumpenstiefel, in welchem der Kolben auf und ab bewegt wird. Wo das Saugrohr mit dem Pumpenstiefel in Verbindung steht, befindet sich eine Klappe a, welche sich nur nach aufwärts öffnet; eine zweite Klappe b, welche sich in derselben Richtung öffnet,

Fig. 9.



ist in der Bohrung des Kolbens angebracht. Noch hat man an dem Pumpenstiefel die Ausflussröhre zu bemerken.

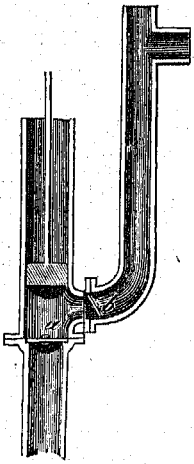
Der Kolben sei Anfangs unten bei a. Zieht man denselben in die Höhe, so wird durch den Druck der im Saugrohre befindlichen Luft die Klappe a geöffnet. Dadurch, dass sich die Luft, welche früher im Saugrohre allein war, auch unterhalb des Kolbens ausbreitet, verliert sie einen Theil ihrer Druckkraft, und der Druck der äußeren Luft hebt das Wasser im Saugrohre entsprechend in die Höhe. Drückt man den Kolben herab, so wird die unter ihm befindliche Luft zusammengepresst, daher die Klappe a geschlossen, b geöffnet, und ein Theil der Luft entweicht beim Ausflussrohre. Aus diesem Vorgange ist ersichtlich, dass beim jedesmaligen Heraufziehen des Kolbens das Wasser in der Pumpe gehoben wird, beim jedesmaligen Herabdrücken des Kolbens ein Theil der unter demselben befindlichen Luft beim Ausflussrohre heraustritt. Nach einigen Kolbenzügen ist also der ganze Pumpenraum von der Oberfläche des Grundwassers bis zum Kolben mit Wasser angefüllt. Dann schließt sich aber, sobald der Kolben herabgedrückt wird, die Klappe a, b wird geöffnet, und es steigt das Wasser auch über den Kolben. Die über dem Kolben befindliche Wassersäule hebt der hinaufgezogene Kolben in die Höhe, und das Wasser tritt beim Ausflussrohre hinaus.

Bei welcher Bewegung des Kolbens kommt der Wasserstrahl zum Vorschein? Kann mittelst dieser Saugpumpe aus jeder beliebigen Tiefe das Wasser emporgehoben werden? Wenn man im Sommer recht frisches Wasser haben will, so nimmt man nicht das bei den ersten Kolbenzügen heraustretende Wasser. Aus welchem Grunde?

§. 11. Die Druckpumpe.

Diese Pumpe dient dazu, um das Wasser durch das seitwärts am Pumpenstiefel angebrachte Steigrohr an höher gelegene Orte zu befördern. Der Kolben der Druckpumpe ist massiv und im Steigrohre ist eine Klappe b angebracht, welche sich bei der in unserer Figur angebrachten Stellung des Steigrohres von links nach rechts öffnet. Wenn noch erwähnt wird, dass beim Hinaufziehen des Kolbens die Klappe b durch

Fig. 10.



den Druck der im Steigrohre befindlichen Luft geschlossen wird, so dürfte es bei einiger Anleitung dem Schüler leicht sein, den Vorgang an diesem Apparate zu erklären.

Durch welche Kolbenbewegung wird der Wasserstrahl beim Steigrohre herausgetrieben?

Zu einer je größeren Höhe das Wasser durch das Steigrohr gehoben werden soll, mit einer desto größeren Kraft muss der Kolben herabgedrückt werden, und desto fester muss die Pumpe gebaut sein. Warum?

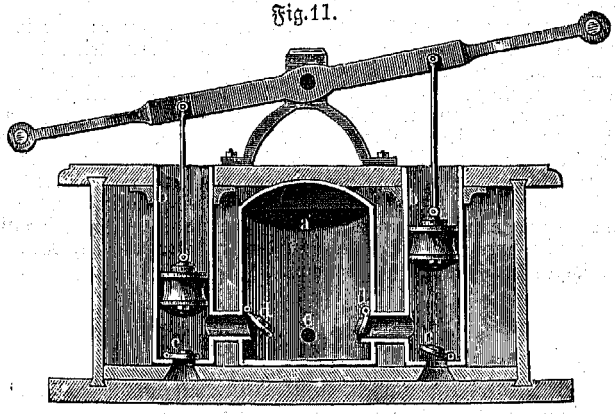
Welche Aehnlichkeit besteht zwischen der Saugpumpe und Druckpumpe, und wodurch unterscheiden sie sich von einander?

Die Handfeuerspritzen und Spritzen zur Bewässerung von Gärten haben dieselbe Einrichtung wie die Druckpumpe.

§. 12. Die Feuerspritze.

Zur Löschung eines größeren Feuers ist ein ununterbrochener Wasserstrahl erforderlich, welchem man jede beliebige Richtung geben kann. Dazu dient die Feuerspritze, welche eine Verbindung von zwei Druckpumpen mit einem Windkessel ist.

Fig. 11.



Mittelst einer Stange, welche um einen in ihrer Mitte gelegenen Punkt drehbar ist, geschieht die Bewegung der beiden Kolben derartig, dass der eine Kolben in die Höhe geht, sobald der andere herabgedrückt wird.

Denkt man sich die in nebenstehender Figur gezeichnete Vorrichtung in einem mit Wasser angefüllten Kasten, so wird beim Aufziehen eines Kolbens durch den Druck des Wassers die unter demselben gelegene Klappe c geöffnet, und das Wasser tritt in den Stiefel der Druckpumpe. Ist dies geschehen, so wird beim Hinabdrücken des Kolbens durch den Druck des im Stiefel angesammelten Wassers c geschlossen, d geöffnet und das Wasser in den Windkessel getrieben. Da nun die Stange bei jeder Bewegung einen von den beiden Kolben herabdrückt, somit Wasser dem Windkessel zuführt, so wird daselbst die Luft immer mehr zusammengepresst und treibt durch die bei e befindliche Röhre einen ununterbrochenen Wasserstrahl heraus. Der Wasserstrahl erreicht eine desto größere Höhe, je rascher gepumpt wird. (Warum?) Durch ein nach allen Richtungen hin bewegliches Gelenk, den sogenannten Schwanenhals, befestigt man an dem Rohre des Windkessels einen Schlauch, mit welchem man sodann dem Wasserstrahle jede beliebige Richtung geben kann.

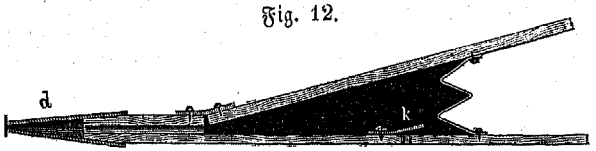
Beim Löschen eines Feuers ist es vor allem nötig, dass die Spritze stets mit Wasser gespeist ist. Man muss also, wenn nicht am Orte des Feuers selbst Wasser vorhanden ist, dasselbe durch Wasserwägen zuführen, oder wenn das Wasser von der Brandstätte nicht zu weit entfernt ist, stellt sich eine doppelte Reihe von Männern auf, welche dadurch, dass sie sich in der einen Reihe die leeren, in der anderen die vollen Wassergefäße rasch gegenseitig darreichen, die Spritze mit Wasser versorgen. Durch das Hin- und Herfahren der Wasserwägen wird die bei einem Brande ohnehin herrschende Verwirrung noch mehr gesteigert, und es können leicht Unglücksfälle eintreten. Die zweite Art der Speisung erfordert oft eine große Anzahl von opferwilligen Leuten, und die Menge des dargereichten Wassers ist selbst bei rascher Arbeit meist nicht ausreichend, indem große Gefäße vermöge ihres Gewichtes nicht verwendet werden können. Man hat in neuerer Zeit zur Speisung der Spritzen eine äußerst einfache und sinnreiche Vorrichtung, deren Anschaffung von keiner Gemeinde verabsäumt werden sollte, den sogenannten Transporteur. Dieser ist eine der Druckpumpe ganz ähnliche Vorrichtung, welche man an dem Orte des Wassers aufstellt, und nun wird durch einen Schlauch, der bis zur Spritze reicht, das Wasser in den Kasten der Feuerspritze gepumpt.

§. 13. Der Blasebalg.

Der Blasebalg dient zum Anfachen des Feuers. Er bildet einen Raum, der von zwei hölzernen mit Handgriffen versehenen Deckeln und einem seitwärts angebrachten Leder umschlossen wird. Einer von den beiden Deckeln ist um ein Gelenk drehbar, wodurch der Raum verengt und erweitert werden kann. Am anderen Deckel befindet sich eine Klappe k,

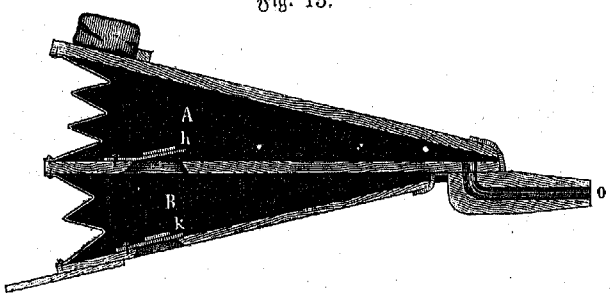
welche sich nach aufwärts öffnet. Das Ganze verläuft vorne in eine kurze, meist aus Blech verfertigte Röhre d, welche man die Düse des Blasebalges nennt.

Fig. 12.



Wird der obere Deckel gehoben, so breitet sich die Luft im Blasebalge aus, die äußere Luft öffnet die Klappe a, und es tritt von außen Luft hinein. Beim Herabdrücken des Deckels schließt sich die Klappe, und die zusammengepresste Luft tritt bei der Düse heraus.

Fig. 13.



Es ist leicht einzusehen, dass der Luftstrom stoßweise wirkt. Um dies zu verhindern, bedient man sich des doppelten Blasebalges (Fig. 13). Wird der Blasebalg B, hier der Schöpfbalg genannt, aufgezogen, so öffnet der äußere Luftdruck die Klappe k, und es tritt von außen Luft ein. Verengt sich hierauf der Raum des Blasebalges B, so wird k geschlossen, hingegen h geöffnet, und die Luft tritt durch A (die sogenannte Windlade) bei der Düse heraus. Der obere Deckel der Windlade ist mit einem Gewichte belastet, damit die Luft unter einem gewissen Drucke aus der Düse herausströme. Geschieht die Erweiterung und Verengung des Schöpfbalges mit hinreichender Geschwindigkeit, so ist der erzeugte Luftstrom ein ununterbrochener.

Der doppelte Blasebalg wird bei Orgeln angewendet.

§. 14. Das Blaserohr und die Knallbüchse.

Das Blaserohr ist ein mehrere Fuß langes Rohr, welches innen sorgfältig ausgehöhlt ist. Eine mit Zeug und Fäden umwickelte Drahtspitze, welche in die Höhlung des Rohres genau passt, wird bei einem Ende des Blaserohres in dasselbe hineingeschoben. Bläst man bei diesem Ende leicht hinein, so wird dadurch die Drahtspitze, welche man auch den Bolzen nennt, etwas fortgeschoben. Durch ein nochmaliges stärkeres Hineinblasen wird der Bolzen bei dem anderen Ende des Blaserohres herausgetrieben, und zwar desto schneller und desto weiter, je stärker man die Luft zusammengepresst hat.

Die Knallbüchse ist ein Spielzeug, welches sich die Knaben in der Regel aus einem Hollunderzweige verfertigen. Das Mark wird herausgestoßen und aus Holz ein Stempel geschnitzt, welcher in den hohlen Hollunderzweig genau passt. Mit zwei Pfropfen, in der Regel aus rohen Kartoffeln verfertigt, wird die Röhre luftdicht verschlossen. Drückt man nun mittelst des Stempels einen der beiden Pfropfen etwas in die Röhre hinein, so wird die zwischen den beiden Pfropfen befindliche Luft zusammengepresst, allein ihr Druck ist noch nicht so stark, um den zweiten Pfropfen herauszutreiben. Durch ein weiteres rasches Hineindrücken des Stempels jedoch wird die Luft derartig verdichtet, dass der vordere Pfropfen mit einem Knalle herausfliegt.

§. 15. Das Athmen.

Beim Athmen haben wir das Einathmen und das Ausathmen zu unterscheiden. Beobachten wir uns während des Athmens, so finden wir, dass sich der Brustkorb erweitert; die Lungen werden ausgedehnt, die in ihnen befindliche Luft breitet sich in Folge dessen in einem größeren Raume aus und verliert einen Theil ihrer Druckkraft. Hiedurch erhält der Druck der äußeren Luft das Uebergewicht, und es strömt Luft in die Lungen ein. Dieser Vorgang heißt das Einathmen. Ziehen wir nun den Brustkorb zusammen, so wird die Luft in den Lungen zusammengepresst, ihre Druckkraft wird dadurch erhöht, und ein Theil derselben strömt aus den Lungen heraus. Diesen Vorgang nennen wir das Ausathmen.

Welche Bewegung macht der Brustkorb beim Einathmen und Ausathmen? — Warum strömt bei der Erweiterung des Brustkorbes Luft in die Lungen? — Warum strömt bei dem Zusammenziehen des Brustkorbes Luft aus den Lungen heraus? — Was bedeutet der Ausdruck „kurzathmig“? — Ist das Athmen auch bei geschlossenem Munde möglich?

§. 16. Die Elasticität der Luft.

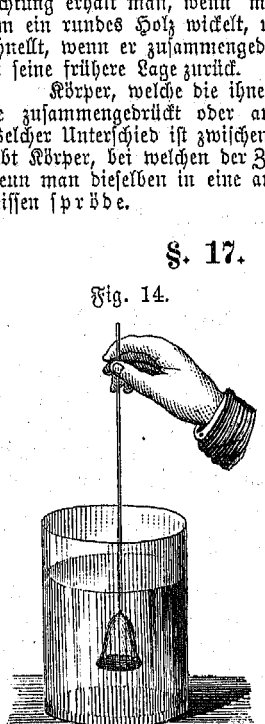
Bei allen bis jetzt beobachteten Erscheinungen hat sich gezeigt, dass die atmosphärische Luft eine Veränderung ihres Volumens zuläßt. Die Luft kann sowohl zusammengedrückt als auch ausgedehnt werden, doch nimmt sie alsogleich ihr früheres Volumen wieder an, sobald die Kraft, welche die Veränderung hervorgebracht hat, zu wirken aufhört. Körper, welche ihre frühere Gestalt wieder annehmen, nachdem sie zusammengedrückt oder ausgedehnt worden sind, heißen elastisch. Die atmosphärische Luft ist also elastisch oder besitzt Elasticität.

Durch Hineinblasen fülle man eine Blase mit Luft und binde sie fest zu. Durch Druck kann nun die in der Blase befindliche Luft zusammengepresst werden, allein sie nimmt alsogleich wieder den früheren Raum ein, sobald man zu drücken aufhört. — Die Springfedern in den gepolsterten Meubeln sind ebenfalls elastisch. Eine diesen Springfedern ähnliche Vorrichtung erhält man, wenn man einen Draht in mehrfachen Windungen um ein rundes Holz wickelt, und dieses sodann herauszieht. Der Draht schnellt, wenn er zusammengedrückt oder etwas auseinander gezogen wird, in seine frühere Lage zurück.

Körper, welche die ihnen aufgedrungene Gestalt beibehalten, nachdem sie zusammengedrückt oder ausgedehnt worden sind, heißen dehnbar. Welcher Unterschied ist zwischen dehnbaren und elastischen Körpern? — Es gibt Körper, bei welchen der Zusammenhang zwischen den Theilchen aufhört, wenn man dieselben in eine andere Lage zu bringen sucht. Solche Körper heissen spröde.

§. 17. Die Taucherglocke.

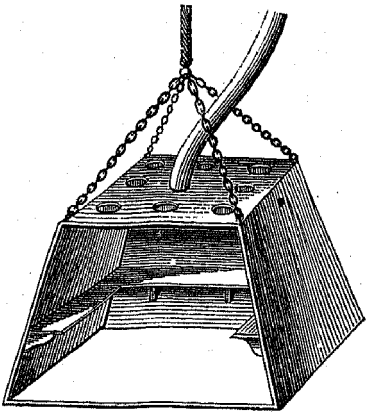
Fig. 14.



Versuch. Man befestige an dem Boden eines kleineren Trinkglases einen Draht und tauche mittelst desselben das umgekehrte Glas lotrecht unter das in einem größeren Gefäße enthaltene Wasser. Etwas Wasser dringt in das Glas ein, aber bald verhindert der Druck der daselbst zusammengepressten Luft den weiteren Eintritt des Wassers. Läßt man den Draht los, so wird das Glas in die Höhe getrieben, da die Luft ihr früheres Volumen wieder einnimmt, sich somit ausdehnt.

Ganz Aehnliches haben wir bei der Taucherglocke, mittelst welcher Leute in die Tiefe des Meeres

Fig. 15.



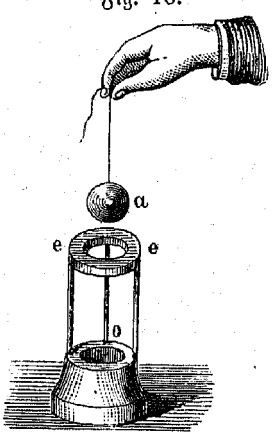
hinabgelassen werden, um daselbst verschiedene Arbeiten zu verrichten. Die Taucherglocke ist ein viereckiger Kasten aus Gußeisen, welcher unten offen ist. Oben sind runde Oeffnungen angebracht, welche mit starkem Glase verschlossen werden, damit Licht in die Taucherglocke eindringe. Ebendaselbst mündet ein Schlauch, der bis an die Oberfläche des Wassers reicht. Durch diesen Schlauch wird von Zeit zu Zeit Luft in die Taucherglocke gepumpt. An den Seitenwänden befinden sich für die Taucher Bänke.

Wird die Taucherglocke herabgelassen, was mittelst fester Ketten geschieht, so dringt etwas Wasser in die Taucherglocke ein, aber bald wird dasselbe durch den Druck der Luft zurückgehalten. Ein Emporschnellen der Taucherglocke, wie im früheren Versuche bei dem Trinkglase, ist nicht möglich, weil das Gewicht der Glocke zu groß ist.

Der Name Taucherglocke rührt daher, weil in früherer Zeit diese Apparate die Gestalt einer großen Thurmglocke hatten. Jetzt ist die viereckige Gestalt derselben allgemein.

§. 18. Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

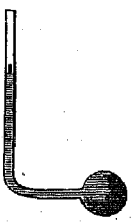
Fig. 16.



1. Versuch. Die Messingkugel a ist so beschaffen, dass sie im kalten Zustande genau durch den Ring ee fällt. Wird dieselbe über einer Weingeistflamme erwärmt, so bleibt sie auf dem Ringe liegen. Nach einiger Zeit fällt sie von selbst in die unten auf dem Gestelle befindliche Höhlung o hinab. Durch die Erwärmung wurde nämlich die Kugel ausgedehnt oder das Volumen derselben wurde vergrößert. Erkaltet die Kugel nach und nach, so zieht sie sich zusammen, nimmt ihr früheres Volumen wieder an und fällt durch den Ring hindurch.

2. Versuch. Fig. 16 stellt eine Glasröhre vor, an welche eine Kugel a angeblasen ist. Man füllt das Ganze bis zu einer gewissen Höhe mit gefärbtem Wasser, um den Stand der Flüssigkeit leichter wahrnehmen zu können. Die Höhe der Flüssigkeit in der Röhre bezeichnet man sich durch einen längs derselben verschiebbaren Lederring. Wird nun die Kugel a über der Weingeistlampe erwärmt, so sehen wir in kurzer Zeit die Flüssigkeit sich über den Lederring erheben. Sie wurde durch die Erwärmung ausgedehnt. Da aber auch die Kugel durch die Erhitzung eine Ausdehnung erfuhr, so muss, da ein Steigen der Flüssigkeit beobachtet wurde, das Wasser mehr ausgedehnt worden sein als das Glas. Flüssige Körper werden durch die Wärme stärker ausgedehnt, als feste.

Fig. 17.



3. Versuch. Man nimmt eine gewöhnliche Rinds- oder Schweinsblase und bindet sie mit einer Schnur fest zu, dass keine Luft entweichen kann. Wird nun die Blase über der Weingeistflamme erwärmt, oder legt man sie auf einen warmen Ofen, so sieht man in kurzer Zeit die Blase gespannt und straff. Die in der Blase enthaltene Luft hat sich durch die Erwärmung ausgedehnt.

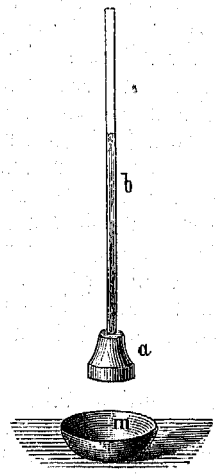
Das Ergebnis dieser 3 Versuche ist, dass feste, flüssige und gasförmige Körper durch Erwärmung ausgedehnt werden, und dass durch Erkaltung ihr Volumen kleiner wird. Am stärksten ist, sowie es die Erfahrung bestätigt, die Ausdehnung bei gasförmigen Körpern, schwächer bei Flüssigkeiten, am geringsten bei den festen Körpern.

§. 19. Die Porosität.

Der Umstand, dass die Körper eine Volumsverkleinerung zulassen, deutet darauf hin, dass zwischen den Theilchen der Körper Zwischenräume sind, die eine gegenseitige Annäherung der Theilchen gestatten. Diese Zwischenräume nennt man Poren, und die Eigenschaft der Körper, solche Zwischenräume zu besitzen, heißt Porosität.

Bei vielen Körpern, z. B. Brot, Käse, Korkholz, Bimsstein u. s. w. sehen wir die Poren mit freiem Auge, bei anderen, z. B. vielen Holzarten sind sie nur durch Vergrößerungsgläser wahrnehmbar. Endlich bei einigen Körpern, wie bei den

Fig. 18.



Metallen, bei dem Glase kann man nur aus gewissen Erscheinungen auf das Vorhandensein von Poren schließen.

Ein sehr schöner und einfacher Versuch über Porosität ist folgender: Man nehme (Fig. 18) eine Kapsel aus Buchsbaumholz a, und kitte in dieselbe eine gegen 30″ lange Glasröhre b fest ein. Gießt man nun durch die Glasröhre Quecksilber hinein, so sieht man, sobald die Quecksilbersäule in der Röhre eine entsprechende Höhe erreicht hat, an der Buchsbaumkapsel das Quecksilber in ganz feinen Tropfen zum Vorscheine kommen. Diese werden mittelst einer darunter befindlichen Schale m aufgesammelt. Der Druck des Quecksilbers auf den Boden der Kapsel ist nämlich so stark, dass er das Quecksilber durch die feinen Poren des Buchsbaumholzes hindurchtreibt.

§. 20. Wärmeleitung.

Wenn ein Theil eines Körpers erwärmt wird, so pflanzt sich die Wärme in demselben von Theilchen zu Theilchen fort. Diese Fortpflanzung der Wärme von jedem Körpertheilchen zu dem nächsten heißt Wärmeleitung. Sie erfolgt jedoch nicht in allen Körpern mit derselben Geschwindigkeit; bei einigen rasch, bei anderen langsam.

1. Versuch. Man halte ein Stückchen Draht in die Flamme der Weingeistlampe. Alsbald wird der ganze Draht derartig erhitzt sein, dass wir denselben nicht mit der Hand zu erhalten vermögen. Die Wärme pflanzt sich in demselben rasch von Theilchen zu Theilchen fort.

2. Versuch. Umwickeln wir das Drahtende, welches wir in der Hand halten, mehrfach mit Papier oder Wolle, und geben wir sodann das andere Ende in die Flamme, so werden wir die Hitze des Metalles nicht empfinden, weil durch das Papier oder die Wolle die Fortpflanzung der Wärme nur äußerst langsam geschieht.

3. Versuch. Hält man einen Holzspan in die Weingeistflamme, so fängt derselbe zu brennen an, und wir vermögen denselben in ganz geringer Entfernung von der Flamme in der Hand zu erhalten. (Warum?)

Körper, welche sich wie der Draht verhalten, die Wärme also rasch von einem Theilchen zum nächsten fortpflanzen, heissen gute Wärmeleiter; Körper, in welchen, wie in dem Papiere, der Wolle, dem Holze, die Fortpflanzung der Wärme nur langsam erfolgt, nennt man schlechte Wärmeleiter.

Gute Wärmeleiter sind ohne Ausnahme die Metalle; schlechte Wärmeleiter sind: Luft, Wasser, Schnee, Eis, Holz, Kohle, Asche, Stroh, Wolle, Pelz u. s. w.

Gute Wärmeleiter werden angewendet, wenn man die Wärme schnell verbreiten will. Eiserne Oefen erwärmen sich sehr schnell, in eisernen Gefäßen wird das Wasser schneller erhitzt, als in irdenen.

Zum Abhalten der eindringenden Wärme bedient man sich schlechter Wärmeleiter. So werden Biegeleisen, Kochgeschirre, Ofenthüren u. s. w. mit hölzernen Handhaben versehen, oder man fasst sie mit Lappen u. dgl. an, weil diese Körper schlechte Wärmeleiter sind. Bei feuerfesten Schränken befindet sich zwischen den Doppelwänden Asche; Eiskeller werden mit Stroh bedeckt. Soll die Erwärmung eines Gefäßes langsam vor sich gehen, so stellt man dasselbe in eine Blechschüssel und umgibt es mit Sand (Sandbad). Ebenso werden schlechte Wärmeleiter verwendet, um eine starke Abkühlung eines Gegenstandes zu verhindern. Eine dicke Schneedecke ist ein Schutzmittel gegen das Erfrieren der Wintersaaten, indem sie keine zu starke Abkühlung der darunter befindlichen Erde gestattet. Die zwischen den Doppelthüren und Doppelfenstern abgesperrte Luftmasse hält die Zimmerwärme zusammen. Zarte Gewächse umwickelt man bei eintretender Kälte mit Stroh; die Brunnen in der Stadt werden im Winter mit einem eigenen Gehäuse umgeben, welches Stroh enthält; der Reiter umwickelt bei strenger Kälte die Steigbügel mit Stroh oder Heu; unsere Winterkleider bestehen in der Regel aus Wollstoffen oder Pelz. (Warum?)

§. 21. Temperatur.

Man nennt den Grad des Wärmezustandes eines Körpers seine Temperatur. Durch Erwärmung erhält der Körper eine höhere, durch Erkaltung eine niedrigere Temperatur.

Wenn zwei Körper von verschiedener Temperatur mit einander in Berührung gebracht werden, so wird dem wärmeren Körper von dem kälteren so lange Wärme entzogen, bis sie beide dieselbe Temperatur besitzen. Je bessere Wärmeleiter die beiden Körper sind, desto rascher erfolgt der Ausgleich

der Temperaturen, desto rascher wird also dem wärmeren Körper die Wärme entzogen oder desto rascher dem kälteren Körper die Wärme mitgetheilt.

Wenn wir im Winter die metallene Schnalle des Thürschlosses in die Hand nehmen, so empfinden wir eine größere Kälte, als bei der Berührung der hölzernen Thüre, und doch haben beide dieselbe Temperatur. Warum? — Wenn wir ein Stück Holz und ein Stück Metall durch längere Zeit auf einem warmen Ofen liegen lassen, so nehmen beide die Temperatur desselben an, und doch empfinden wir bei der Berührung des Metalles eine größere Hitze, als bei der Berührung des Holzes. Warum?

§. 22. Das Thermometer.

Ein Instrument, welches zur Bestimmung der Temperatur dient, heißt ein Wärmemesser oder Thermometer. Die Einrichtung des Thermometers beruht auf dem Gesetze, dass das Volumen eines Körpers durch Erwärmung größer, durch Erkaltung kleiner wird, dass ferner das Volumen eines Körpers bei derselben Temperatur stets dasselbe ist, so dass man auch aus der Größe des Volumens die Höhe der Temperatur bestimmen kann.

Fig. 19.

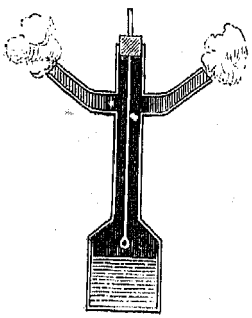
Am häufigsten ist das Queckſilber-Thermometer im Gebrauche. Dieses besteht aus einer engen Glasröhre, welche sich unten in eine Kugel erweitert und mit Queckſilber gefüllt ist. Die Füllung der Röhre geschieht dadurch, dass man an das obere Ende der Röhre (Fig. 19) einen Trichter befestigt und in denselben eine hinreichende Menge Queckſilber gibt. Durch Erwärmung der Kugel wird die Luft daselbst und in der Glasröhre ausgedehnt, und ein Theil derselben entweicht durch das Queckſilber in Form von Bläschen. Läßt man nun die Kugel erkalten, so zieht sich die ausgedehnte Luft wieder zusammen, und an die Stelle der entwichenen Luft fließt Queckſilber in die Kugel herab. Man wiederholt dieses Verfahren so oft, bis die Röhre beiläufig bis zur Hälfte mit Queckſilber gefüllt ist. Wird nun das Queckſilber in der Kugel einer abermaligen starken Erhitzung ausgesetzt, so steigt es bis an das Ende der Röhre und treibt alle darin befindliche Luft heraus, worauf man die Röhre oben zuschmilzt. Erkaltet das Ganze, so nimmt das Queckſilber wieder ein früheres Volumen an, und man erhält oberhalb des Queckſilbers einen luftleeren Raum, so dass die Queckſilbersäule in der Röhre ungehindert sich bewegen kann.

Was würde wohl beim Steigen der Temperatur geschehen, wenn der Raum oberhalb des Queckſilbers nicht luftleer wäre?

Hierauf beginnt der Mechaniker die Anfertigung der Skale. An dieſer ſind der Eispunkt und der Siedepunkt zwei wichtige Punkte. Der erſte gibt die Temperatur des ſchmelzenden Eiſes, der zweite die Temperatur der Dämpfe an, welche ſich beim Sieden einer Flüſſigkeit bilden.

Die Beſtimmung des Eispunktes geſchieht dadurch, daſs man die gefüllte Thermometerröhre in ſchmelzendes Eis oder ſchmelzenden Schnee gibt. Das Queckſilber ſinkt herab, doch wenn es die Temperatur des ſchmelzenden Eiſes angenommen hat, bleibt es ſtehen. Der Punkt, bei welchem dies geſchieht, wird markiert, es iſt der Eispunkt.

Fig. 20.



Zur Beſtimmung des Siedepunktes hat man ein mit Waſſer gefülltes Gefäß, (Fig. 20) welches mit zwei Seitenarmen verſehen iſt, damit die Dämpfe, welche ſich beim Sieden entwickeln, durch dieſelben entweichen können. Das obere Ende des Gefäßes iſt durch einen Kork verſchloſſen, welcher in der Mitte durchbohrt iſt. Durch dieſe Bohrung wird das Thermometer hindurchgeſteckt. Siedet nun das Waſſer, ſo iſt das Thermometer ringsum von den Dämpfen der ſiedenden Flüſſigkeit umgeben, das Queckſilber ſteigt in die Höhe. Hat es jedoch die Temperatur dieſer Dämpfe angenommen, ſo ſteigt es nicht mehr weiter. Der Punkt, bei welchem es ſtehen bleibt, wird markiert, es iſt der Siedepunkt.

Den Abſtand zwiſchen dem Eis- und dem Siedepunkte theilt Réaumur in 80, Celſius in 100 und Fahrenheit in 180 gleiche Theile. Ein ſolcher Theil heiſst ein Grad, und die Theilung wird auch unterhalb des Eispunktes fortgeſetzt. Réaumur und Celſius ſetzen am Eispunkte 0, daher bezeichnet R. den Siedepunkt mit 80, C. mit 100, F. ſchreibt jedoch am Eispunkt 32, demnach ſteht bei ſeiner Skale am Siedepunkte $180 + 32 = 212$. Die Grade ober dem Eispunkte werden Wärmegrade genannt, die Grade unter dem Eispunkte Kältegrade Der Phyſiker bezeichnet die Wärmegrade durch das Zeichen +, die Kältegrade durch das Zeichen — und ſetzt der Anzahl der Grade entweder R., C. oder F. bei, um anzuzeigen, nach

welcher Skale die Bestimmung der Temperatur geschah. + 18° R. sind 18 Wärmegrade nach der Réaumure'schen Skale, — 4° C. sind 4 Kältegrade nach der Celsius'schen Skale, + 34° F. sind 34 Grade nach der Fahrenheit'schen Skale.

Da 30° F. so viel betragen wie $14^2/_9$° R., so entsprechen dem Nullpunkte an der Fahrenheit'schen Skale — $14^2/_9$° R. Man wird also in unseren Gegenden, wenn man sich eines Thermometers mit einer Fahrenheit'schen Skale bedient, selten in die Gelegenheit kommen, einen Unterschied zwischen Wärme- und Kältegraden machen zu müssen. Da ferner Fahrenheit den Abstand zwischen dem Eispunkte und dem Siedepunkte in 180 gleiche Theile theilt, so werden die Theilstriche weit weniger von einander abstehen, als bei R. und C. Man wird demnach bei F. auch sehr selten in die Gelegenheit kommen, bei der Bestimmung der Temperatur Bruchtheile eines Grades nach dem Augenmaße abschätzen zu müssen. Ungeachtet dieser Vorzüge der Fahrenheit'schen Skale ist doch bei uns fast allgemein die Skale nach Réaumur im Gebrauche. In wissenschaftlichen Werken sind die Temperaturen in der Regel nach C. angegeben.

$$1° \text{ R.} = {}^5/_4{}° \text{ C.} = {}^9/_4{}° \text{ F.}$$
$$1° \text{ C.} = {}^4/_5{}° \text{ R.} = {}^9/_5{}° \text{ F.}$$
$$1° \text{ F.} = {}^4/_9{}° \text{ R.} = {}^5/_9{}° \text{ C.}$$

Will man Réaumur'sche oder Celsius'sche Grade in Grade F. verwandeln, so muss man nach der Multiplication mit $^9/_4$ oder $^9/_5$ noch 32 zum Producte hinzuaddieren. (Warum?) — Will man Fahrenheit'sche Grade in Grade R. oder C. verwandeln, so muss, bevor man mit $^4/_9$ oder $^5/_9$ multipliciert, von der Anzahl der Fahrenheit'schen Grade 32 subtrahiert werden. (Warum?)

§. 23. Benutzung des Thermometers.

Am häufigsten wird das Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur verwendet. Zu diesem Zwecke wird das Thermometer im Schatten, am besten an der Nordseite des Gebäudes aufgehängt. Beobachtet man zu verschiedenen Tageszeiten den Thermometerstand, so findet man in der Regel bei Sonnenaufgang den niedrigsten, zur Mittagszeit hingegen, und zwar im Winter gegen 1 Uhr, im Sommer zwischen 2 und 3 Uhr, die höchste Temperatur. Beobachtet man von einer Mitternacht bis zur nächsten stündlich das Thermometer, addiert die dadurch erhaltenen Thermometerstände und dividiert ihre Summe durch 24, so ist der Quotient die *mittlere Tagestemperatur* für diesen Tag. Ein solches stündliches Beobachten des Thermometers ist aber äußerst mühsam und durch eine einzelne Person nicht ausführbar. Man erhält, sowie die Erfahrung bestätigt, die mittlere Tagestemperatur auch ganz richtig, wenn man dreimal im Tage, um 6 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 8 Uhr Abends das Thermometer beobachtet. Die Summe dieser 3. Thermometerstände wird

sodann durch 3 dividiert. Hat man durch einen ganzen Monat die mittleren Tagestemperaturen bestimmt, so ergibt sich, wenn man ihre Summe durch die Anzahl der Tage des Monates dividiert, die *mittlere Temperatur für diesen Monat*. Die Summe aller mittleren Monatstemperaturen endlich, durch 12 dividiert, ist die *mittlere Jahrestemperatur* für jenes Jahr, in welchem die Beobachtungen angestellt wurden.

Nicht für alle Jahre stellt sich an einem Orte dieselbe mittlere Jahrestemperatur heraus. Hat man jedoch durch eine Reihe von Jahren z. B. durch 25 Jahre für einen Ort die mittleren Jahrestemperaturen bestimmt, so ergibt sich, wenn man ihre Summe durch 25 dividiert, eine Zahl, von welcher die in den einzelnen Jahren beobachteten mittleren Jahrestemperaturen in der Regel nur wenig verschieden sind. Diese Zahl wird dann mit Recht als das allgemeine Jahresmittel des Ortes betrachtet.

Aufgabe. Nach den an einem Orte angestellten Beobachtungen war in einem Jahre die mittlere Temperatur:

für Januar	— 4·66° R.
für Februar	— 2·88° R.
für März	1·38° R.
für April	6·39° R.
für Mai	9·49° R.
für Juni	14·56° R.
für Juli	15·43° R.
für August	13·85° R.
für September	11·59° R.
für Oktober	6·35° R.
für November	0·71° R.
für December	— 3·93° R.

Wie groß ist für dieses Jahr die mittlere Jahrestemperatur? Wenn sich für diesen Ort durch eine Reihe von mehreren Beobachtungsjahren 7·15 als mittlere Temperatur des Ortes herausgestellt hat, um wie viel ist in diesem Jahre das Mittel von dem allgemeinen Jahresmittel verschieden? (Bei der Bestimmung der mittleren Jahrestemperatur ist von der Summe der Wärmegrade die Summe der Kältegrade abzuziehen und sodann der Rest durch 12 zu dividieren).

§. 24. Erwärmung der Flüssigkeiten und das Sieden derselben.

Um den Vorgang bei der Erwärmung einer Flüssigkeit genau beobachten zu können, erwärme man das Wasser in einem Glasgefäße (Kochfläschchen). Zunächst wird die Schichte am Boden des Gefäßes erwärmt. Die Theilchen derselben dehnen sich aus, erhalten ein kleineres specifisches Gewicht und steigen in Folge dessen in die Höhe. Kältere, specifisch schwerere Flüssigkeitstheilchen treten an ihre Stelle. Es findet demnach eine doppelte Strömung der Flüssigkeitstheilchen statt: In der

Mitte des Gefäßes eine Strömung der erwärmten Theilchen nach aufwärts, an den Wänden des Gefäßes die Strömung der kälteren Theilchen nach abwärts. Dies sieht man ganz deutlich, wenn man etwas Bernsteinpulver in die erwärmte Flüssigkeit streut. Die Pulvertheilchen steigen in der Mitte des Gefäßes empor und sinken an den Gefäßwänden herab.

Erwärmt man das Wasser, bis es die Temperatur von 80° R. (100 C. oder 212° F.) erreicht, so geräth es in eine wallende Bewegung. Diesen Zustand nennt man das Sieden oder Kochen. Ein Theil des Wassers geht hierbei in den gasförmigen Zustand über, es bildet sich Wasserdampf, und zwar nicht allein an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Flüssigkeit, wodurch eben die wallende Bewegung derselben entsteht. Ist das Gefäß offen, so steigt die Temperatur des siedenden Wassers nicht über 80° R., aber die Dampfbildung geht desto rascher vor sich, je mehr Wärme man dem siedenden Wasser zuführt. (Was bewirkt also die dem Wasser zugeführte Wärme?) Verschließt man hingegen das Gefäß mit einem Deckel, so übt der unter dem Deckel angesammelte Dampf auf die Oberfläche des Wassers einen Druck aus und verhindert dadurch das Emporsteigen neuer Dämpfe. Die Wärme, welche jetzt dem siedenden Wasser zugeführt wird, erhöht demnach, da die Dampfbildung gehemmt ist, die Temperatur des Wassers, und so kommt es, dass in einem geschlossenen Gefäße das Wasser bis über 80° R. erhitzt werden kann.

Die doppelte Strömung der Flüssigkeitstheilchen ist der Grund, dass die Erwärmung einer Flüssigkeit ziemlich rasch vor sich geht, obgleich die Flüssigkeiten zu den schlechten Wärmeleitern zu zählen sind. Folgender einfache Versuch weist die schlechte Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten nach. Man nimmt ein Gefäß mit Wasser und taucht in dasselbe ein Thermometer. Schüttet man nun auf das Wasser eine Schichte heissen Oeles, so wird man erst nach längerer Zeit das Thermometer etwas steigen sehen. Die Erwärmung geschieht hier nur durch Leitung.

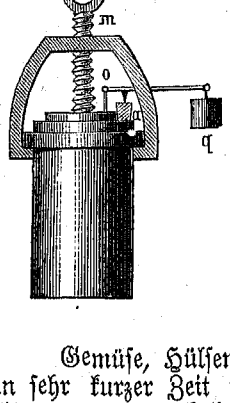
Nicht bei allen Flüssigkeiten beginnt das Sieden bei derselben Temperatur. Man nennt die Temperatur, bei welcher eine Flüssigkeit zu sieden beginnt, den Siedepunkt derselben.

Siedepunkt	des Quecksilbers	288·°	R. oder	360 ° C.
„	des Leinöls	252·8°	R. „	316·° C.
„	des Terpentinöls	124·8°	R. „	156·° C.
„	einer gesättigten Kochsalzlösung *)	86·7°	R. „	108·4° C.
„	des Wassers	80·°	R. „	100·° C
„	des Alkohols	60·°	R. „	75·° C.

*) Wenn man ein Stück Zucker in ein Glas Wasser wirft, so sieht man sehr bald durch das in den Zucker eindringende Wasser den Zusammenhang zwischen den Theilchen des Zuckers aufgehoben. Es hat sich aus dem festen Körper und der Flüssigkeit eine gleichartige Masse gebildet, in

§. 25. Der Papin'sche Topf.

Fig. 21.



Derselbe besteht aus einem Gefäße von Eisen, Messing oder Kupfer, dessen Wände sehr stark sind, so dass sie einen mächtigen Druck auszuhalten vermögen. Eine Schraube m verhindert das Emporheben des luftdicht passenden Deckels. Wird nun das Gefäß mit Wasser gefüllt und erhitzt, so sammeln sich die Dämpfe oberhalb des Wassers an und gestatten in Folge ihres kräftigen Druckes keine weitere Dampfbildung. Alle zugeführte Wärme kommt demnach dem Wasser selbst zu Gute, und so kann mittelst dieser Vorrichtung die Temperatur desselben weit über den Siedepunkt erhöht werden.

Gemüse, Hülsenfrüchte werden in dem Papin'schen Topfe in sehr kurzer Zeit weich, Knochen werden durch die große Hitze zu Brei zerkocht, doch erhält man aus denselben niemals eine so nahrhafte Substanz, als aus den saftigen Muskeltheilen des Fleisches.

Bedeutende Ersparung an Brennmaterial durch den Papin'schen Topf. Warum? — Wenn es sich darum handelt, aus einer bestimmten Quantität Fleisch eine große Menge nahrhafter Suppe zu gewinnen, so ist die Anwendung des Papin'schen Topfes sehr vortheilhaft. Warum? — Zur Vorsicht versteht man den Papin'schen Topf mit einem Sicherheitsventil. In dem Deckel ist nämlich eine Oeffnung angebracht, in welche ein Stöpsel a luftdicht passt. An einer um einen Punkt o drehbaren Stange befestigt man ein Gewicht q. Dieses sucht in Folge der Schwere herabzufallen und drückt dadurch mittelst eines in der Nähe des Punktes o befindlichen Zäpfchens den Stöpsel a fest in die Oeffnung des Deckels. Wird nun der Druck des Dampfes sehr groß, so dass eine Sprengung des Gefäßes erfolgen könnte, so stoßt der Dampf den Stöpsel und das Gewicht in die Höhe, und ein Theil des Dampfes entweicht. Durch den Zug des Gewichtes wird dann wieder der Stöpsel angedrückt, der luftdichte Verschluss des Gefäßes ist wieder hergestellt.

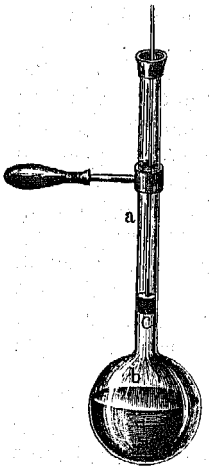
---

welcher die Eigenschaften beider erkennbar sind. Eine derartige Vereinigung eines festen Körpers mit einer Flüssigkeit nennt man eine Auflösung. Kann jede Flüssigkeit jeden Körper auflösen? Kann man in einem Seidel Wasser jede beliebige Menge von Kochsalz auflösen?

Eine Auflösung, welche so viel von einem festen Körper enthält, dass sie von demselben nichts mehr aufzulösen vermag, heißt gesättigt.

§. 26. Der Wasserdampf als bewegende Kraft.

Fig. 22.



Der bedeutende Druck, welchen die beim Sieden des Wassers sich entwickelnden Dämpfe ausüben, läßt sich als bewegende Kraft verwenden. Wie dies möglich ist, zeigt folgender einfache Versuch. In der Röhre a (Fig. 22), welche überall dieselbe Weite hat, befindet sich ein Kolben c, der zwar leicht auf und nieder bewegt werden kann, sich aber luftdicht an die Röhre anschließt. Unten erweitert sich die Röhre in eine Kugel b, welche beiläufig bis zur Hälfte mit Wasser angefüllt ist. Wird das Wasser über einer Weingeistlampe bis zum Sieden erhitzt, so drücken die Dämpfe, welche sich bilden, den Kolben c in die Höhe. Entfernt man nun die Kugel b von der Lampe, so werden die unter dem Kolben angesammelten Dämpfe zu Wasser verdichtet, und der Druck der äußeren Luft treibt den Kolben c herab. Der hier besprochene Apparat heißt nach seinem Erfinder Papin'scher Kolben.

§. 27. Dampfmaschine.

Eine Maschine, welche durch den Druck des Dampfes in Bewegung gesetzt wird, heißt eine Dampfmaschine. Zu einer Dampfmaschine ist vor allem ein Dampfkessel erforderlich, in welchem durch das Sieden des Wassers Dampf erzeugt wird. Der Dampf strömt durch eine Röhre in den Dampfcylinder, in welchem sich der Kolben befindet. Tritt der Dampf unter den Kolben, so wird dieser gehoben. Läßt man nun den Dampf, nachdem er den Kolben gehoben hat, entweichen und neuen Dampf oberhalb des Kolbens einströmen, so wird der Kolben nach abwärts bewegt. Nach Beseitigung dieses Dampfes kann der Kolben wieder wie früher nach aufwärts bewegt werden u. s. w.

Um diese Bewegung des Kolbens mit Leichtigkeit zu bewerkstelligen, bedarf es also nur einer Vorrichtung, welche den Dampf abwechselnd oberhalb und unterhalb des Kolbens eintreten läßt. Eine solche Vorrichtung ist der in Fig. 23 und 24 abgebildete Schieber SS. Der Cylinder dd, in welchem

Fig. 23.

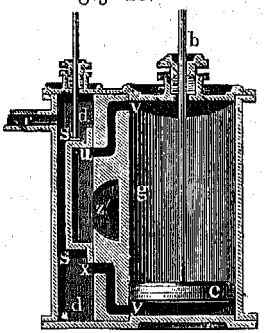
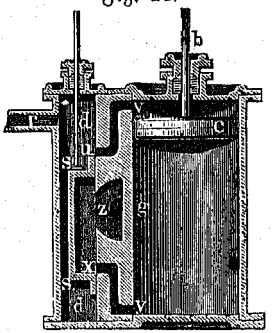


Fig. 24.



die Bewegung desselben vor sich geht, heißt Schiebkasten. Bei der in Fig. 23 gezeichneten Stellung des Schiebers geht der Dampf durch die Röhre r in den cylindrischen Raum dd. und durch den Kanal xy unter den Kolben. Die über demselben befindlichen Dämpfe werden durch den Kanal vu in den Raum z getrieben, wo dieselben entweichen. Hat der Schieber die Stellung, welche Fig. 24 zeigt, so treten die Dämpfe durch uv über den Kolben, drücken ihn herab, und die unter ihm befindlichen Dämpfe gehen durch xy ebenfalls in den Raum z, und entweichen daselbst.

Läßt man den Dampf, nachdem er seine Schuldigkeit gethan, in die freie Luft entweichen, so heißt die Dampfmaschine eine Hochdruckmaschine. Solche Hochdruckmaschinen sind fast alle beweglichen Dampfmaschinen, z. B. die Locomotiven und die meisten Schiffs-Dampfmaschinen. Bei stehenden Dampfmaschinen, deren man sich in Fabriken bedient, läßt man den Dampf, nachdem er den Kolben entsprechend bewegt hat, in einen kühl gehaltenen Raum eintreten. Dort wird der Dampf zu Wasser verdichtet, welches dann wieder zur Speisung des Dampfkessels verwendet werden kann. Da der Uebergang des Dampfes in den flüssigen Zustand auch Condensation des Dampfes heißt, so nennt man jenen kühl gehaltenen Raum, in welchem die Verdichtung der Wasserdämpfe erfolgt, den Condensator und Dampfmaschinen dieser Art Condensationsmaschinen.

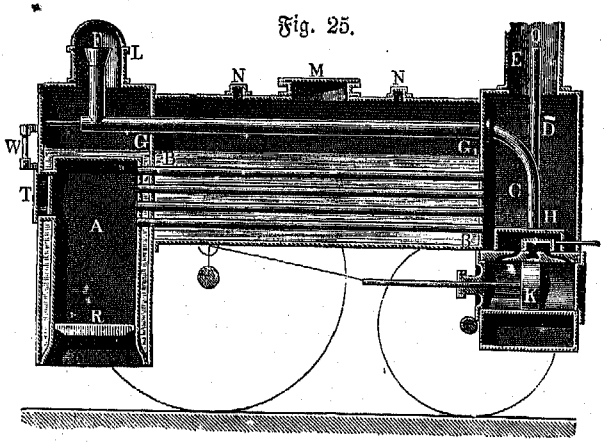
Nach dem hier beschriebenen Vorgange wäre die Wirkung einer Dampfmaschine eine stoßweise. Um einen gleichmäßigen Gang der Maschine zu erzielen, ist an derselben das sogenannte Schwungrad angebracht. Die Kolbenstange geht nämlich luftdicht durch die Stopfbüchse b (Fig. 24) und bewegt zunächst eine oben angebrachte horizontale Stange (Balancier), welche um einen Punkt drehbar ist. Durch eine ganz ähnliche Vorrichtung, wie

wir sie beim Fußtritte eines jeden Spinnrades finden, setzt sodann der Balancier das Schwungrad in Bewegung. Dieses sucht im gleichmäßigen Gange zu beharren und zieht in Folge seines großen Gewichtes alle übrigen Theile der Maschine ebenfalls in gleichmäßigem Gange mit sich fort.

§. 28. Die Locomotive.

Unter den beweglichen Dampfmaschinen ist für uns die Locomotive (Fig. 25) von besonderer Wichtigkeit. Der tonnenartige Raum derselben vom Schornsteine bis zum Feuerraume A

Fig. 25.



ist der Dampfkessel. Dieser ist von metallenen Röhren mehrfach durchzogen. Das Feuer schlägt in die Röhren hinein und bewirkt dadurch eine sehr starke Erhitzung des Wassers. Unterhalb des Rauchfanges sind zu beiden Seiten der Locomotive horizontal liegende Dampfcylinder mit Schiebervorrichtungen angebracht.*) Der Dampf tritt durch die Röhre FGG in die Schiebkasten und Dampfcylinder ein und bewegt in beiden den Kolben K in demselben Sinne, entweder von rechts nach links oder umgekehrt. Eine eigene an der Kolbenstange angebrachte Vorrichtung bewirkt sodann die Umdrehung des Schwungrades und die Bewegung der ganzen Locomotive.

Am Dampfkessel sind ferner oben die Sicherheitsventile NN, durch welche man den Dampf ausströmen läßt. Dies geschieht entweder, wenn eine zu große Dampfmenge ange-

*) Man denke sich die in Fig. 23 und 24 dargestellten Schiebkasten in horizontaler Lage.

sammelt ist, so dass eine Kesselsprengung (Kesselexplosion) erfolgen könnte, oder wenn der Zug still stehen soll. Ein alsogleiches Stillstehen der Locomotive ist jedoch nicht möglich, weil dieselbe, wenn auch der Eintritt des Dampfes in den Dampfcylinder nicht mehr stattfindet, noch immer einige Zeit in ihrer Bewegung zu verharren sucht.

Der Dampf, welcher die Kolben in Bewegung gesetzt hat, geht in die Röhre DO und entweicht durch den Schornstein E. Indem dies stoßweise geschieht, wird ein eigenthümlicher, einem starken, stoßweisen Blasen ähnlicher Schall erzeugt, welcher Jedem bekannt ist, der eine Locomotive in ihrer Bewegung gesehen hat. Auch erhöht das stoßweise Entweichen des Dampfes durch den Rauchfang den Luftzug im Feuerraume.

§. 29. Das Verdunsten.

Läßt man Wasser in einem offenen Gefäße stehen, so vermindert sich das Wasser von Tag zu Tag. Es geht an der Oberfläche in den gasförmigen Zustand über, es *verdunstet*. Wir finden demnach hier dieselbe Erscheinung wie beim Sieden des Wassers, nur erfolgt der Uebergang nicht so rasch, und es findet keine Dampfbildung im Innern der Flüssigkeit statt. Die Dämpfe, welche bei der gewöhnlichen Lufttemperatur entstehen, nennt man *Dünste*.

Nicht alle Flüssigkeiten verdunsten gleich schnell. Aether verdunstet schneller als Alkohol, dieser schneller als Wasser. Gießt man auf *eine* Hand einige Tropfen Wasser, auf die *andere* einige Tropfen Aether und läßt diese Flüssigkeiten daselbst verdunsten, so empfinden wir in beiden Händen Kälte. An der Hand jedoch, auf welcher der Aether verdunstet, ist die Kälteempfindung bedeutender. *Zu jeder Verdunstung ist demnach Wärme erforderlich, und diese wird dem Körper entzogen, auf welchem die Verdunstung vor sich geht. Je schneller eine Flüssigkeit verdunstet, desto rascher erfolgt die Wärmeentziehung.*

Wenn wir aus dem Bade steigen, empfinden wir Kälte. Warum? Die Schnitter umwickeln die Gefäße, in welchen sie ihr Getränke auf dem Felde aufbewahren, häufig mit nassen Tüchern. Aus welchem Grunde wohl? Wie läßt sich das Trockenwerden der nassen Wäsche erklären? Warum wird die Wäsche bei warmer Luft schneller trocken als bei kalter? Bei bewegter Luft geht die Verdunstung rascher vor sich als bei Windstille, indem durch die bewegte Luft die gebildeten Dünste schnell beseitigt werden, und sie somit die Bildung von neuen Dünsten nicht verzögern können. Ist das

Wetter windig, so ist die Kälteempfindung bei Verlassen des Bades bedeutender als bei ruhiger Luft. Warum ziehen wir uns meist eine Krankheit zu, wenn wir, von Schweiss bedeckt, in eine heftige Zugluft gerathen?

§. 30. Schwaden, Nebel, Wolken.

Wenn die Dämpfe, welche aus einer siedenden Flüssigkeit emporsteigen, mit der kälteren Luft in Berührung kommen, so werden sie zu kleinen Wasserbläschen verdichtet, welche den Seifenblasen ganz ähnlich sind. Dieselben bilden weisse Wölkchen, und man nennt diese Erscheinung den Schwaden.

Im gewöhnlichen Leben macht man zwischen Schwaden und Dampf meist keinen Unterschied; vom physikalischen Standpunkte aus kann dies jedoch nicht gebilligt werden, indem der Schwaden ein verdichteter Dampf ist. Den Schwaden nehmen wir auch wahr, wenn wir im Winter ausathmen, wenn wir im Winter die Thüre eines geheizten Zimmers, einer warmen Küche öffnen. Habt ihr noch nie bei Pferden, welche durch längere Zeit stark gelaufen sind, die Erscheinung des Schwadens beobachtet? Erkläret hier die Entstehung des Schwadens!

Das Wasser der Bäche, der Flüsse, der See'n, des Meeres sendet unausgesetzt Dünste aus. Kommen diese mit kälterer Luft in Berührung, so werden sie zu Wasserbläschen verdichtet und bilden entweder Nebel oder Wolken. Den Nebel dann, wenn die Verdichtung unmittelbar über der Erdoberfläche oder in sehr geringer Entfernung von derselben geschieht; Wolken, wenn diese Veränderung in größerer Höhe vor sich geht.

Nebel und Wolken bestehen aus Dunsttheilchen, welche zu Wasserbläschen verdichtet sind. Sie unterscheiden sich nur durch ihre Entfernung von der Erdoberfläche. Die Nebel sind nichts als Wolken, welche den Boden berühren, die Wolken sind hoch schwebende Nebel. Oft sieht man den Gipfel eines Berges in Wolken gehüllt; hat man den Berg bestiegen, so sieht man sich dort von Nebel umgeben.

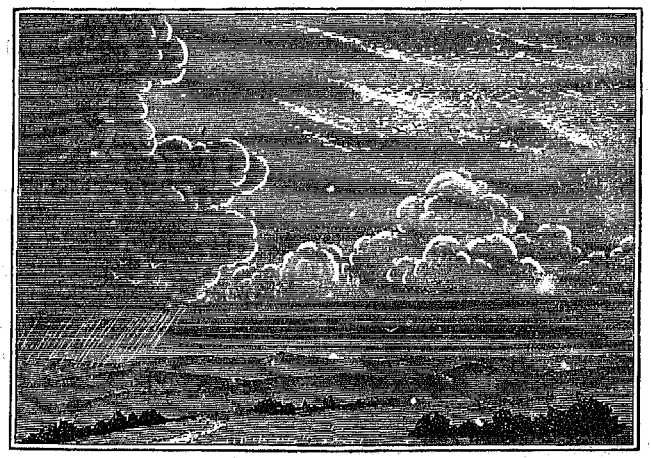
Die Gestalt der Wolken ist eine äußerst mannigfache, doch lassen sich vier Hauptformen derselben unterscheiden:

1) Die Federwolke. Sie schwebt unter allen Wolken am höchsten und besteht aus streifigen, locken- oder federartigen Fasern. Man nennt sie auch Schäfchen.*)

2) Die Haufenwolke bildet große halbkugelförmige Massen. Haufenwolken entstehen sehr häufig im Sommer Vormittags. Ihr Verschwinden in den Nachmittagsstunden lässt sich dadurch erklären, dass die Wasserbläschen, aus welchen sie

*) Wegen der bedeutenden Höhe, in welcher sie schweben (beiläufig 20.000′), ist es höchst wahrscheinlich, dass sie aus kleinen Eisnädelchen bestehen.)

Fig. 26.



bestehen, langsam herabfallen, mit wärmeren Luftschichten in Berührung kommen und sich wieder in Wasserdunst auflösen.

3) Die Schichtwolke, aus horizontalen Streifen bestehend, erscheint meist zur Zeit des Sonnenunterganges und gewährt wegen ihrer Farbenpracht oft einen herrlichen Anblick.

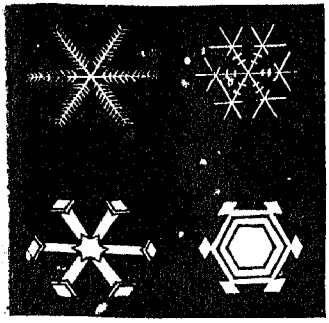
4) Die Regenwolke hat in der Regel eine große Ausdehnung und verursacht häufig eine blauschwarze Färbung des ganzen Horizontes.

§. 31. Regen, Schnee, Hagel.

Wenn eine Wolke mit einer kälteren oder viel Wasserdunst enthaltenden (feuchten) Luftschichte in Berührung kommt, so werden ihre Wasserbläschen verdichtet. Sobald aber die Wolke aus sehr dicht zusammengedrängten Wasserbläschen besteht, so vereinigen sich die Bläschen zu Tropfen, welche als Regen niederfallen. Während des Herabfallens vergrößern sich die Tropfen, indem sie den in der Luft befindlichen Wasserdunst abkühlen und verdichten. Regen, welcher in großen Tropfen niederfällt, heißt ein Platzregen; besteht er aus kleinen Tropfen, so nennt man ihn Staubregen. Ferner unterscheidet man Strich- und Landregen, je nachdem sich der Regen nur über eine kleine oder über eine größere Landstrecke ausbreitet.

Die Wolken, aus welchen der Schnee herabfällt, bestehen aus kleinen Eiskrystallen, welche während des Herabfallens den in der Luft befindlichen Wasserdunst abkühlen, sich dadurch vergrößern und so die Schneeflocken bilden. Sind die unteren Luftschichten warm, so schmelzen die Schneeflocken, es fällt Regen herab. In Gebirgsgegenden kann man häufig beobachten, dass es auf dem Berge schneit, während es im Thale regnet.

Fig. 27.



Wenn bei ruhigem Wetter der Schnee nur spärlich herabfällt, so haben die Schneeflocken oft eine prächtige, überraschend schöne Gestalt (Fig. 27). Dieselbe lässt sich am besten beobachten, wenn man den Schnee auf einen dunklen Gegenstand auffallen lässt, dessen Temperatur unter 0° ist. Der gewöhnlich im März oder April eintretende Graupelregen besteht aus fest zusammengeballten Eisnadeln.

Aus Wolken von einer eigenthümlich graurötlichen Färbung, welche eine große Dunkelheit erzeugen, fallen manchmal bei der größten Sommerhitze Eiskörner von bedeutendem Umfange und Gewichte herab und richten große Verheerungen an. Man nennt diese Erscheinung den Hagel. Die Hagelkörner bestehen aus durchsichtigem Eise, in dessen Mitte sich ein undurchsichtiger Kern befindet, welcher den Graupelkörnern ganz ähnlich ist. Meistens ist die Gestalt der Hagelkörner rund, manchmal auch flachgedrückt oder eckig.

Der Hagelschlag findet häufiger bei Tage als bei Nacht statt, und vor dem Eintritte des Hagelwetters hört man ein eigenthümliches, rasselndes Geräusch in der Atmosphäre. Bei einem Hagelwetter, von welchem Bonn am 7. Mai 1822 heimgesucht wurde, fielen Hagelkörner im Gewichte von 24 bis 26 Lot.

Bis jetzt gelang es den Naturforschern noch nicht eine genügende Erklärung dieser Erscheinung zu geben, welche wegen ihrer oft fürchterlichen verheerenden Wirkungen mit Recht eine Geißel des Landmannes genannt werden kann.

§. 32. Thau, Reif.

Ist die Sonne untergegangen, so wird die Temperatur der unter freiem Himmel befindlichen Körper nach und nach niedriger. Gras und Blätter erfahren die stärkste Abkühlung,

weil ihre Oberfläche im Vergleiche zu ihrem Volumen sehr groß ist, sie somit verhältnismäßig mehr Wärme ausstrahlen, als die anderen Körper. Die Wasserdünste, welche mit den abgekühlten Körpern in Berührung kommen, werden verdichtet, und an den Körpern setzen sich kleine Wassertröpfchen, Wasserperlchen an, welche man Thautropfen oder Thau nennt. Gras und Blätter werden am meisten bethaut. (Warum?)

Ist die Temperatur so niedrig, dass die Thautropfen zu kleinen Eisnadeln erstarren, so nennt man diese Erscheinung Reif. Der Reif besteht also aus gefrornen Thautropfen.

Wenn man im Sommer oder in einem warmen Zimmer kaltes Wasser in ein Glas schüttet, so erscheint das Glas bethaut. Wie lässt sich diese Erscheinung, welche man im gewöhnlichen Leben „das Schwitzen oder Anlaufen des Glases" nennt, erklären? Hat es wohl einen Grund, wenn man das starke Schwitzen des Glases im Sommer als einen Vorboten des Regens ansieht?

In heiteren Nächten ist die Thaubildung stärker als bei umwölktem Himmel, weil die Wolkendecke ähnlich einem Dache wirkt, welches man öfter über die unter freiem Himmel befindlichen Körper ausbreitet, um die Wärme zurückzuhalten. Ebenso ist auch der Wind der Thaubildung hinderlich, indem er eine längere Berührung der Lufttheilchen mit den abgekühlten Körpern nicht zulässt und oft wärmere Luft zuführt. Die Thaubildung ist demnach in heiteren und windstillen Nächten am stärksten, und häufig, namentlich in Gebirgsgegenden, wo die Einheimsung der Früchte später erfolgt und das Klima rauher ist als auf dem flachen Lande, sieht in solchen Nächten der Landwirt mit Bangen der Bildung des Reifes entgegen, der für viele Früchte so schädlich ist!

§. 33. Erkaltung von Flüssigkeiten.

Bei der Erkaltung des Wassers findet eine ähnliche Strömung statt, wie bei der Erwärmung desselben. Die Flüssigkeitstheilchen erkalten zunächst an der Oberfläche, erhalten dadurch ein größeres specifisches Gewicht und sinken herab. Wärmere, specifisch leichtere Theilchen treten an ihre Stelle. Diese erkalten wieder, sinken herab u. s. w.

Ist die Temperatur des Wassers bis auf $+3^0$ R. gesunken, so zieht sich dasselbe nicht mehr zusammen, es hat bei dieser Temperatur seine größte Dichte erreicht. In dem Momente, wo das Wasser zu Eis erstarrt, dehnt es sich sehr stark aus. Daher kommt es, dass das specifische Gewicht des Eises kleiner ist, als das des Wassers, dass somit das Eis auf dem Wasser schwimmt. Die Eisdecke, als schlechter Wärmeleiter, verhindert eine rasche Abkühlung des unter ihr befindlichen Wassers, und daher wird sie nur langsam an Dicke zunehmen.

Wäre das specifische Gewicht des Eises größer als das des Wassers, so würde die an der Oberfläche sich bildende Eisdecke herabsinken, in kurzer

Zeit wäre die Flüssigkeit bis auf den Boden gefroren, und alle Wasserthiere gingen zu Grunde. Auch würde das Schmelzen von so ungeheuren Eismassen sehr lange dauern, indem zur Schmelzung des Eises eine sehr große Wärmemenge erforderlich ist.*) Die Fruchtbarkeit des Bodens wird ebenfalls durch die Ausdehnung des gefrierenden Wassers gefördert, indem das zwischen den Bodentheilchen erstarrende Wasser den Boden auflockert.

Die stärksten Gefäße, welche mit Wasser angefüllt sind, werden beim Gefrieren desselben zersprengt, wenn dem Wasser nicht der gehörige Raum zur Ausdehnung gelassen ist. Selbst eiserne Bomben, welche man mit Wasser anfüllte und dann fest verschloss, vermochten nicht diesem Drucke zu widerstehen.

§. 34. Das Schmelzen.

Wir haben den Uebergang des Eises in den flüssigen Zustand das Schmelzen des Eises genannt. Ein solcher Uebergang aus dem festen in den flüssigen Zustand findet nicht allein beim Eise statt, sondern auch bei vielen andern Körpern, z. B. Wachs, Zinn, Blei, Colophonium u. s. w. Auch hier nennt man diesen Uebergang das Schmelzen, und die Temperatur, bei welcher diese Veränderung in irgend einem Körper beginnt, heißt der Schmelzpunkt dieses Körpers.

Schmelzpunkt für einige Körper:

Blei .	209·6 bis 257·6° R.	Schwefel	85·6 bis 89·6° R.
Butter	20·8 bis 25·6° R.	Silber	800° R.
Colophonium . .	108° R.	Gelb. Wachs	49·6 bis 50·4° R.
Eis	0° R.	Weißes Wachs .	56° R.
Gold	1000° R.	Zink . 288	bis 320° R.
Queckfilber . .	—32° R.	Zinn	182·4° R.

§. 35. Erwärmung der Luft.

Durch Erwärmung wird die Luft ausgedehnt und erhält ein kleineres specifisches Gewicht. In Folge dessen steigt die erwärmte Luft in die Höhe, gleich der Wasserschichte am Boden des Gefäßes, wenn das Wasser erwärmt wird (§. 24). Untersucht man mittelst des Thermometers in einem Zimmer die Temperatur der Luft, so findet man dieselbe in der Nähe der Zimmerdecke höher als in der Nähe des Fußbodens. Wird demnach die Thüre eines warmen Zimmers im Winter ge-

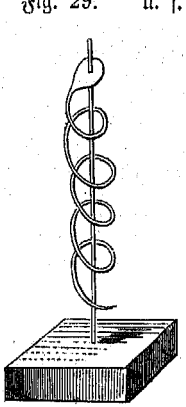
*) Die Wärmemenge, welche ein Pfund Eis zu seiner Schmelzung braucht, würde hinreichen, die Temperatur von 79 Pfund Wasser von 0° bis auf 1° C. zu erhöhen.

öffnet, so strömt unten kältere Luft ein, während oben die wärmere Luft aus dem Zimmer heraustritt. Hiervon kann man sich sehr leicht durch eine Kerzenflamme überzeugen. An den oberen Theilen der geöffneten Thür schlägt sie nach außen, weil hier die wärmere Luft in dieser Richtung strömt; in der Nähe des Fußbodens aber wird sie durch die einströmende kältere Luft nach einwärts getrieben.

Die tanzende Schlange, ein Spielzeug der Kinder, zeigt ganz deutlich das Emporsteigen der erwärmten Luft. Um dieses Spielzeug anzufertigen, durchschneide man mittelst einer Scheere die kreisrunde Scheibe aus leichtem Papiere (Fig. 28) in der Richtung der punktirten Linie und stecke durch den Punkt O eine Stricknadel oder einen dünnen Holzstab. Befestigt man die Stricknadel oder den Holzstab auf einem Gestelle, so hat man die in Figur 29 abgebildete Papierschlange. Wird nun das Spielzeug auf einen warmen Ofen gestellt oder über einer Weingeistflamme gehalten, so hebt die emporsteigende warme Luft die Windungen der Schlange empor, diese fallen in Folge ihrer Schwere wieder herab u. s. w.

Fig. 28.

Fig. 29.



Um eine lebhafte Strömung und dadurch eine gleichmäßigere Erwärmung der Zimmerluft zu bewirken, umgibt man die Oefen mit irdenen oder metallenen Mänteln, welche etwa 6″ von den Oefen abstehen. Diese Mäntel sind oben offen und unten mit vielen Oeffnungen versehen. Welche Luftströmungen werden hier wohl stattfinden?

Die gläsernen Rauchröhren, mit welchen man die Flammen der Lampen umgibt, vermehren den Luftzug und bewirken dadurch ein lebhaftes Brennen der Flamme. Die erwärmte Luft steigt nämlich in die Höhe, und kühle Luft tritt unten ein. Ganz ähnlich wirken die Schornsteine. Es versteht sich jedoch von selbst, dass zwischen der Höhe und Weite des Schornsteines und der Größe des Feuerraumes ein richtiges Verhältnis stattfinden müsse, dessen Kenntnis für Baumeister und Leute, welche sich mit dem Aufstellen von Feuerherden befassen, von großer Wichtigkeit ist.

§. 36. Winde.

Wird in einer Gegend die Luft sehr stark erwärmt, so steigt sie in die Höhe, und kältere Luft strömt seitwärts ein. Die Strömungen großer Luftmassen heissen Winde, und man benennt sie nach der Weltgegend, von welcher die Einströmung der Luftmassen geschieht. Die Bezeichnungen für die Winde sind N, NO, O, SO, S, SW, W, NW. Befestigt

man an einer Stange ein nach allen Seiten hin leicht drehbares Blech, welchem man in der Regel die Gestalt einer Fahne gibt, so stellt sich dasselbe stets nach der Richtung des Windes. Wir haben also eine Vorrichtung zur Bestimmung der Windrichtung, Windfahne oder auch Wetterfahne genannt, weil die Beschaffenheit des Wetters mit der Windrichtung im innigen Zusammenhange steht. (§. 8).

Auf den Dächern älterer Häuser, namentlich in Dörfern, findet man noch oft einen leicht drehbaren Hahn angebracht. Warum nennt man diesen wohl Wetterhahn?

Winde, und zwar meist heftige Winde, entstehen dadurch, dass in einer Gegend ein Platzregen niederfällt. Bei einem solchen Regen erfolgt nämlich eine äußerst rasche Condensation der Wasserdünste, wodurch das specifische Gewicht der Luft bedeutend kleiner wird. Von allen Seiten findet also ein schnelles Einströmen der Luft statt. Winde von großer Heftigkeit nennt man Stürme und Orkane. Bei den sogenannten Wirbelwinden, welche oft bei einem herannahenden Gewitter sich erheben, befinden sich die Lufttheilchen in einer eigenthümlichen, drehenden Bewegung, welche wir sehr gut an dem Staube, den Blättern, dem Strohe u. dgl. wahrnehmen können, welche die bewegten Lufttheilchen in die Höhe nehmen.

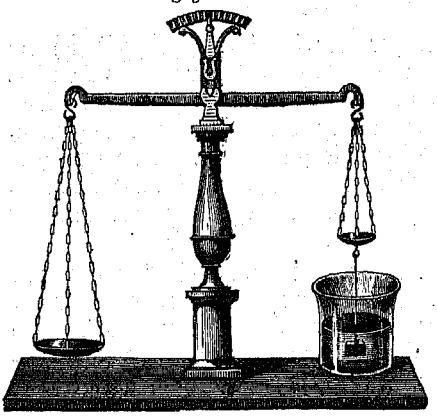
Da das feste Land ein besserer Wärmeleiter ist als das Wasser, so wird es durch die Sonnenstrahlen schneller erwärmt als das letztere. Es findet demnach in Küstengegenden bei Tage eine Strömung der Luft vom Meere zum Lande hin statt. (Warum?) Diese Luftströmung heißt Seewind. Da jedoch das feste Land auch schneller erkaltet als das Meer, so tritt nach Sonnenuntergang eine Luftströmung vom Lande zum Meere ein, welche man Landwind nennt.

§. 35. Gewichtsverlust fester Körper in einer Flüssigkeit.

Wenn man ein Stück Eisen unter das Wasser taucht, so hat dasselbe, so lange es sich unter dem Wasser befindet, ein bedeutend kleineres Gewicht, als außerhalb des Wassers. Der Eimer eines Ziehbrunnens wird mit Leichtigkeit gehoben, so lange er unter dem Wasserspiegel sich befindet; eine viel größere Kraft ist jedoch zu seiner Hebung erforderlich, sobald dies nicht mehr der Fall ist. Diese Erscheinungen beweisen unzweifelhaft, dass die Körper im Wasser einen Gewichtsverlust erleiden.

Um die Größe dieses Gewichtsverlustes auszumitteln, bedient man sich einer empfindlichen Wage, deren eine Wag-

Fig. 30.



schale von kürzeren Schnüren getragen wird und unten mit einem Häckchen versehen ist. Man befestige jenes Stück Blei, dessen man sich zum Versuche in §. 2 bediente, an dem genannten Häckchen und lege auf die andere Wagschale so lange Gewichte, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Taucht man nun das Blei unter Wasser, so sinkt die Wagschale mit den Gewichten herab. Das Blei hat im Wasser einen Theil seines Gewichtes verloren. Wird ein Lot von den Gewichten der einen Wagschale weggenommen oder auf die Wagschale mit den kürzeren Schnüren zugelegt, so stellt sich das Gleichgewicht wieder her. Der Gewichtsverlust des Bleies beträgt demnach so viel, als das Gewicht von einem ebenso großen Wasser-Volumen (§. 2). Derselbe Gewichtsverlust stellt sich heraus, wenn wir diesen Versuch mit dem in §. 2 verwendeten Eisen- oder Sandsteinstücke wiederholen. Würde der feste Körper unter Oel oder Alkohol getaucht, so würde der Gewichtsverlust dem Gewichte von einem gleich großen Volumen dieser Flüssigkeiten entsprechen.

Jeder Körper verliert demnach in einer Flüssigkeit so viel von seinem Gewichte, als ein gleich großes Volumen dieser Flüssigkeit wiegt.

Wenn das Stück Blei, sobald es auf die früher angegebene Weise an der Wagschale befestigt ist, eine Kraft von 1 Lot nach aufwärts drückte, so würde auch sein Gewicht um 1 Lot kleiner. Bezüglich des Gewichtsverlustes haben wir also ganz dieselbe Erscheinung, wie beim Eintauchen des Bleistückes in das Wasser, und man kann daher auch sagen: Jeder Körper erleidet in der Flüssigkeit einen Druck nach aufwärts, welcher dem Gewichte der von ihm verdrängten Flüssigkeitsmenge gleich ist.

§. 38. Verschiedenes Verhalten der festen Körper in einer Flüssigkeit.

Auf einen festen Körper, der in einer Flüssigkeit sich befindet, wirken zwei Kräfte: Sein Gewicht nach abwärts, und der Druck der Flüssigkeit nach aufwärts. Das Verhalten des festen Körpers ist demnach davon abhängig, welche von den beiden Kräften die stärkere ist. Eine Entscheidung hierüber wird am leichtesten dadurch zu Stande kommen, dass man die specifischen Gewichte des festen Körpers und der Flüssigkeit mit einander vergleicht.

1) Der feste Körper sei specifisch schwerer als die Flüssigkeit. In diesem Falle ist das Gewicht des festen Körpers größer als das Gewicht von einem gleich großen Volumen der Flüssigkeit oder als der Druck nach aufwärts. Der feste Körper bewegt sich also nach abwärts, er sinkt unter.

Ist ein Körper specifisch schwerer als eine Flüssigkeit, so sinkt er in derselben unter.

2) Das specifische Gewicht des festen Körpers sei dem der Flüssigkeit gleich. Das Gewicht des festen Körpers und der Druck nach aufwärts sind hier gleich groß, der Körper sinkt nicht unter, allein sein ganzes Volumen bleibt in der Flüssigkeit eingetaucht. Man sagt in diesem Falle, dass der Körper in der Flüssigkeit schwimmt.

Ist das specifische Gewicht des festen Körpers eben so groß wie das der Flüssigkeit, so schwimmt der feste Körper in der Flüssigkeit.

3) Das specifische Gewicht des festen Körpers sei kleiner als das der Flüssigkeit. Der Druck nach aufwärts ist nun größer als das Gewicht des festen Körpers, er wird in die Höhe gehoben, so dass er mit einem Theile seines Volumens aus der Flüssigkeit hervorragt. Man sagt sodann, dass der Körper auf der Flüssigkeit schwimmt.

Körper, welche specifisch leichter sind als die Flüssigkeit, schwimmen auf derselben.

Der Fisch schwimmt im Wasser, das Schiff auf dem Wasser. — Ein eiserner Nagel sinkt im Wasser unter, auf dem Quecksilber schwimmt er. Warum? Man nennt die Kraft, mit welcher eine Flüssigkeit einen in dieselbe eingetauchten festen Körper nach aufwärts drückt, auch die Tragkraft derselben. Ist die Tragkraft des Meerwassers oder des Flusswassers größer? (Spec. Gew. des Meerwassers 1·026). Hat die Tiefe des Wassers auch einen Einfluss auf dessen Tragkraft? Schifffahrtskanäle, welche des schnelleren Verkehres wegen Flüsse unter einander oder mit dem Meere

verbinden, werden nur so tief gebaut, dass die Schiffe, welche dieselben befahren, den Boden nicht berühren.

Die Kraft, mit welcher specifisch leichtere Körper in der Flüssigkeit in die Höhe steigen, wird oft angewendet, um im Wasser versunkene Gegenstände emporzuheben. Wird mit Hilfe der Taucherglocke an ein versunkenes Schiff eine hinreichende Anzahl leerer Fässer befestigt, welche gut verspundet sind, so ziehen sie dasselbe bis an die Oberfläche des Wassers. Schwer beladene Schiffe umgibt man unter dem Wasserspiegel mit einem luft- und wasserdichten Sacke. Durch einen an dem Sacke befestigten Schlauch wird mittelst einer Pumpe Luft in denselben getrieben. Der Sack bläht sich auf, sucht im Wasser emporzusteigen und bewirkt dadurch, dass das Schiff weniger tief geht. Hohle viereckige Kasten, zu beiden Seiten des Schiffes angebracht, bewirken gleiches. Solcher Kasten bedienen sich die Holländer, um ihre Kriegsschiffe über die Sandbänke der Zuyderzee zu schaffen.

Wenn das Volumen eines Körpers bei ungeändertem Gewichte zunimmt, so wird das specifische Gewicht kleiner; Volumsabnahme bewirkt das Gegentheil. Der Fisch vermag die Blase, welche sich in seinem Körper befindet, zu erweitern und zusammenzuziehen. Welchen Einfluss haben die Erweiterung und Zusammenziehung dieser Blase auf das Volumen des Fischkörpers? Erkläret nun, wie der Fisch im Wasser sich emporhebt und herabsenkt! Die Leiche des Ertrunkenen geräth am Grunde des Wassers in Fäulniss. Durch die Gase, welche sich hierbei entwickeln, wird der Körper aufgetrieben, und es erscheint derselbe, wenn er nicht durch Gesträuche, Wurzeläste u. dgl. festgehalten wird, nach einiger Zeit an der Oberfläche des Wassers. Die Gase entweichen jedoch, das Volumen wird kleiner, die Leiche sinkt wieder herab.

§. 37. Schwimmen der Körper, welche specifisch schwerer sind als die Flüssigkeit.

Wenn wir ein Stück Eisen (z. B. einen Nagel) mit einem hinreichend großen Stücke Korkholz in Verbindung bringen, so schwimmt die Verbindung dieser beiden Körper auf dem Wasser. Dadurch also, dass specifisch schwerere Körper mit specifisch leichteren von hinreichender Größe in Verbindung gebracht werden, kann das Schwimmen jener bewirkt werden.

Durch Aushöhlen wird das Gewicht eines Körpers vermindert. Hat man einen Körper so stark ausgehöhlt, dass sein Gewicht kleiner ist als das Gewicht von einem gleich großen Wasser-Volumen, so schwimmt er auf dem Wasser. Also auch dadurch können specifisch schwerere Körper zum Schwimmen gebracht werden, dass man sie hinreichend aushöhlt.

Auf diese Art bewirkt man, dass Hohlkugeln aus Messing oder Eisen, Glasröhren und andere aus Glas verfertigte Gegenstände in oder auf dem Wasser schwimmen.

Fig. 31.

In ein Glasgefäß, welches ganz mit Wasser gefüllt ist, bringt man eine hohle Glasfigur, welche in der Regel die Gestalt eines kleinen Teufelchens hat. In der Mitte des Glaskörperchens ist eine gekrümmte Röhre angebracht, welche mit einer Oeffnung versehen ist. Wird das Glasgefäß mit einem Stückchen Kautschuk fest verbunden, und drückt man auf diesen Verschluss mit dem Daumen, so wird dadurch Wasser in das Teufelchen getrieben. Sein specifisches Gewicht wird nun größer, es sinkt herab. Läßt man den Daumen los, so wird durch den Druck der in dem Glaskörper zusammengepressten Luft derselbe entleert, erhält dadurch wieder sein früheres specifisches Gewicht und steigt in die Höhe. Die drehende Bewegung des Teufelchens, welche wir bei seinem Emporsteigen bemerken, rührt von dem Ausströmen des Wassers aus der gekrümmten Glasröhre her. Dieses Spielzeug ist unter dem Namen des Carteſianiſchen Tauchers, welchen es nach seinem Erfinder erhielt, vielfach bekannt.

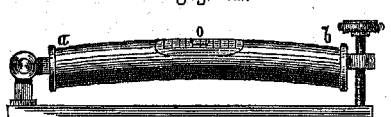
§. 40. Verhalten der Flüssigkeiten in anderen Flüssigkeiten.

Gießt man Wasser in den Wein, oder Milch in einen Thee- oder Kaffeeabguſs, so entsteht dadurch eine gleichartige Flüssigkeit, in welcher die Eigenschaften beider Stoffe erkennbar sind. Solche Flüssigkeiten heissen mischbar. Oel und Wasser, Wasser und Queckſilber sind nicht mischbar.

Schütten wir in ein Probierglässchen Queckſilber, Wasser und Oel, so sehen wir unten am Boden das Queckſilber, über diesem das Wasser, über dem Wasser die Oelschichte. Rütteln wir diese Flüssigkeiten unter einander, so werden sie sich nach einiger Zeit ganz auf dieselbe Weise lagern. Das Wasser schwimmt auf dem Queckſilber, das Oel auf dem Wasser. Nicht mischbare Flüssigkeiten ordnen sich demnach derartig, daſs die specifisch leichtere über der specifisch schwereren zu liegen kommt.

Sind Luft und eine tropfbare Flüssigkeit in einem Gefäße, so nimmt erstere immer die höchste Stelle ein. Darauf beruht die Einrichtung der Waſſerwage oder Libelle. Diese besteht (Fig. 32) aus einer etwas gekrümmten Glasröhre ab, welche bis auf einen ganz kleinen Theil mit gefärbtem Alkohol gefüllt ist. Sie dient dazu, um Ebenen horizontal zu stellen. Ist die Ebene, auf welche man die Libelle stellt, horizontal, so befindet sich die Luftblase an der höchsten Stelle der gekrümmten Röhre, d. i. bei o (Fig. 32.)

Fig. 32.



§. 41. Verhalten der festen Körper in der atmosphärischen Luft.

Auch in der atmosphärischen Luft erleiden die Körper einen Gewichtsverlust. Dieser ist jedoch bedeutend kleiner als der Gewichtsverlust im Wasser, indem die Luft ein viel kleineres specifisches Gewicht hat. Im gewöhnlichen Leben pflegt man denselben bei Abwägungen auch niemals zu berücksichtigen.

Dieser Gewichtsverlust kann ebenfalls als ein Druck nach aufwärts betrachtet werden, welchen die Körper in der Atmosphäre erleiden, und auch hier gilt das Gesetz: Jeder Körper erleidet in der Atmosphäre einen Druck nach aufwärts, welcher dem Gewichte des von ihm verdrängten Luft-Volumens gleich ist.

Ist daher ein Körper specifisch schwerer als die Luft, so fällt er zu Boden. Hat er mit der Luftschichte, in welcher er schwebt, gleiches specifisches Gewicht, so schwebt er in derselben, bis durch irgend eine Luftströmung oder Temperaturveränderung die Dichte dieser Luftschichte sich ändert. Ist endlich das specifische Gewicht eines Körpers kleiner als das der Luft, so steigt er so lange empor, bis er in eine Luftschichte kommt, welche mit ihm ein gleiches specifisches Gewicht hat.

Der §. 38 wird es dem Schüler ermöglichen, dieses dreifache Verhalten der festen Körper in der Atmosphäre näher zu erklären.

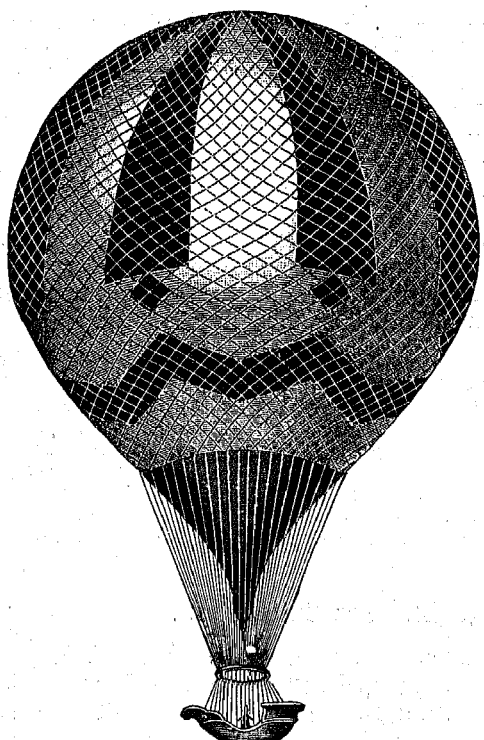
Dass die Luft nicht in allen Schichten dieselbe Dichte besitzt, ist leicht einzusehen. Jede Luftschichte hat einen Druck zu erleiden, welcher dem Gewichte der über ihr stehenden Luftsäule gleich ist. Je näher nun die Schichte an der Erdoberfläche liegt, eine desto höhere Luftsäule lastet auf ihr, und es muss daher, da die Luft in hohem Grade zusammendrückbar ist, ihr spec. Gewicht auch desto grösser sein. Der Barometerstand am Gipfel eines Berges ist niedriger, als am Fuße desselben. Warum?

§. 42. Der Luftballon.

Eine Vorrichtung, welche specifisch leichter ist als die atmosphärische Luft, steigt in derselben in die Höhe und heißt ein Luftballon (Luftschiff). Als Erfinder desselben nennt man die Brüder Montgolfier, Besitzer einer Papierfabrik im südlichen Frankreich. Sie verfertigten im Jahre 1783 eine kugelförmige Hülle aus Leinwand, deren Kubikinhalt 2300 K' betrug. Unten war die Hülle offen, und mittelst eines daselbst angebrachten Strohfeuers wurde die Luft in der Hülle erhitzt. Durch die Ausdehnung der Luft blähte sich

die Hülle vollständig auf, und in 10 Minuten erreichte der Ballon eine Höhe von 6000′. Der französische Naturforscher Rozier befestigte unten am Ballon eine Gondel zur Aufnahme von Personen. Am 15. Oktober 1783 unternahm er allein, am 21. November desselben Jahres in Begleitung des Marquis d'Arlandes mit einem solchen Ballon eine Luftschifffahrt, und beide Fahrten nahmen einen glücklichen Ausgang. Nicht so endete eine spätere Fahrt, bei welcher die Hülle in Brand gerieth, und er ein Opfer seiner Kühnheit wurde.

Fig. 33.



Professor Charles in Paris kam nun auf den Gedanken, einen vollkommen geschlossenen Ballon (Fig. 33) anzufertigen und diesen mit einem Gase zu füllen, welches specifisch leichter ist als die atmosphärische Luft. Am geeignetsten hierzu hielt er das Wasserstoffgas, dessen specifisches Gewicht nur den 14. Theil von dem der atmosphärischen Luft beträgt, überhaupt unter allen Gasarten das leichteste ist. Die Hülle des Ballons wird aus Taffet verfertigt und mit Kautschukfirniss überstrichen, damit das Gas nicht durch die Poren des Stoffes entweiche. Oben ist der Ballon mit einer Klappe versehen, welche sich nach aufwärts öffnet, und das Oeffnen derselben geschieht mittelst einer Schnur, welche bis in die Gondel herabreicht.

Die Luftschiffer, so nennt man die Leute, welche mit dem Ballon sich emporheben, vermögen den Ballon nur in verticaler Richtung zu dirigiren, d. h. sie können das Steigen und das Sinken desselben bewirken. Zu diesem Zwecke führen sie Ballast mit sich, das sind in der Regel mit Sand gefüllte Säcke. Sieht nun der Luftschiffer, dass der Ballon nicht mehr emporsteigt, so wirft er Ballast aus, d. h. er schüttet Sand aus den Säcken heraus. Dadurch wird das Gewicht des Ballons kleiner, er steigt wieder in die Höhe. Will der Luftschiffer sich herablassen, so öffnet er die Klappe. Ein Theil des Gases strömt aus, das Volumen des Ballons wird kleiner, er sinkt herab. Schwebt der Ballon über einem zum Herablassen günstigen Orte, so lässt der Luftschiffer fort Gas ausströmen, bis er den Erdboden erreicht hat.

Was die Lenkung des Ballons in horizontaler Richtung anbelangt, so bleibt derselbe immer mehr oder weniger ein Spielball des Windes. Trotz aller Bemühungen ist bis jetzt eine sichere Lenkung des Luftschiffes in horizontaler Richtung noch immer nicht gelungen.

Auf Vorschlag des Luftschiffers Green (spr. Grin) wird in neuerer Zeit die Hülle des Luftballons mit Leuchtgas gefüllt. Ein solcher Ballon erfordert zwar eine bedeutend größere Hülle, indem das specifische Gewicht des Leuchtgases nur die Hälfte von dem der atmosphärischen Luft beträgt, allein in größeren Städten, in welchen sich jetzt fast durchgehends Gasbeleuchtungs-Anstalten befinden, ist das Leuchtgas sehr leicht und billig zu haben, während die Erzeugung des Wasserstoffgases immer kostspielig und umständlich ist. Die Einrichtung des Ballons bleibt übrigens dieselbe, wie bei der Füllung mit Wasserstoffgas.

§. 43. Bewegung und das Beharrungsgesetz.

Die Stelle im Raume, welche ein Körper einnimmt, nennt man den Ort des Körpers. Bleibt der Körper unverändert an demselben Orte, so sagt man, dass er im Zustande der Ruhe sich befinde. Wird derselbe jedoch durch die Einwirkung einer Kraft von einem Orte an einen anderen gebracht, so heißt diese Ortsveränderung des Körpers „Bewegung."

Kein Körper kann sich selbst in Bewegung setzen, es ist hierzu stets eine bewegende Kraft erforderlich. Ebenso vermag kein willenloser Körper, wenn er im Zustande der Bewegung

sich befindet, selbstthätig seine Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung abzuändern oder sich in Ruhe zu versetzen. Nur äußere Einflüsse können dies bewirken. Jene Einwirkungen, durch welche ein Körper in seiner Bewegung gehemmt, mithin zur Ruhe gebracht wird, nennt man Bewegungshindernisse. Es ergibt sich also das wichtige Gesetz, dass jeder Körper in dem Zustande, in welchem er sich befindet, zu beharren sucht. Dieses Gesetz, welchem alle willenlosen Körper in der Natur unterworfen sind, heißt das Beharrungsgesetz.

Schwungrad bei der Dampfmaschine (§. 27). — Unmöglichkeit des plötzlichen Stillstehens eines Eisenbahnzuges (§. 28). — Wenn ein Boot an das Ufer stößt, so neigen sich die Personen auf dem Boote nach vorwärts, indem der untere Theil des Körpers plötzlich zur Ruhe kommt, während der Oberkörper noch das Bestreben hat sich vorwärts zu bewegen. Welche Bewegungen macht der obere Theil unseres Körpers beim Abfahren und beim Anhalten des Wagens? — Beim Abspritzen der Tinte von der Feder bewegen wir die Feder mit der an derselben haftenden Tinte nach abwärts. Die Feder kommt plötzlich in den Zustand der Ruhe, während die Tinte noch das Bestreben hat sich nach abwärts zu bewegen, somit zu Boden fällt. — Der Hammer wird oft dadurch an seinem Stiele befestigt, dass man den Stiel des Hammers nach abwärts bewegt und ihn durch das Aufschlagen an einen Stein oder einen anderen harten Gegenstand plötzlich zur Ruhe bringt. Wie so? — Wenn das dahineilende Pferd eines Reiters plötzlich stehen bleibt, so ist der Reiter in Gefahr über den Kopf des Pferdes herabzufallen. Warum? — Einen hohen Gegenstand überspringen wir leichter, wenn wir zu dem Sprunge einen Anlauf nehmen, indem das Bestreben des Körpers in der Bewegung zu beharren uns beim Sprunge unterstützt. — Wenn wir im schnellen Laufe mit dem Fuße an irgend einem Gegenstande anstoßen, so fallen wir über denselben. Warum?

§. 44. Gleichförmige, beschleunigte und verzögerte Bewegung.

Hinsichtlich der Geschwindigkeit sind bei einer Bewegung drei Fälle möglich: 1) Die Geschwindigkeit ist immer dieselbe, 2) die Geschwindigkeit nimmt zu, und 3) sie wird kleiner.

Wenn die Geschwindigkeit immer dieselbe bleibt, so heißt die Bewegung gleichförmig. Man ist übereingekommen, bei derartigen Bewegungen die Geschwindigkeit durch die Zahl zu bezeichnen, welche anzeigt, wie groß der in einer Sekunde zurückgelegte Weg ist. Die Geschwindigkeit des Schalles beträgt 1050′, heißt: der Schall legt in einer Sekunde einen Weg von 1050′ zurück.

Wenn eine Locomotive in einer Stunde einen Weg von 5 Meilen zurücklegt, wie groß ist ihre Geschwindigkeit? (d. h. wie groß ist der in

einer Sekunde zurückgelegte Weg?) — Ein Mann legt in einer Sekunde einen Weg von $2^2/_3$' zurück, welche Zeit braucht er, um eine Meile weit zu gehen?

2) Die Geschwindigkeit des bewegten Körpers wird größer. In diesem Falle heifst die Bewegung eine beschleunigte.

Eine solche Bewegung beobachten wir bei herabfallenden Körpern oder auch bei Körpern, die auf einer schrägen Fläche herabgleiten.

3) Die Geschwindigkeit nimmt ab. Eine solche Bewegung nennt man eine verzögerte, und sie findet dann statt, wenn ein Körper durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetzt wird, und eine zweite Kraft diese Bewegung zu hemmen sucht.

Wenn ein Körper in verticaler Richtung in die Höhe geworfen wird, so hemmt die Schwerkraft, welche den Körper in derselben Richtung nach abwärts zieht, die Bewegung. Der Körper steigt auch nur bis zu einer gewissen Höhe empor und fällt dann in Folge der Schwere herab. Die Bewegung beim Hinaufsteigen ist eine verzögerte, beim Herabfallen eine beschleunigte.

Es ist leicht einzusehen, dass man sowohl bei einer beschleunigten als auch bei einer verzögerten Bewegung von einer Geschwindigkeit schlechthin nicht sprechen kann, indem diese bei beiden Bewegungen veränderlich ist. Man kann hier nur fragen, welche Geschwindigkeit das Bewegliche in einem bestimmten Zeitpunkte besitze, und die Geschwindigkeit des Körpers am Ende irgend einer Sekunde pflegt man die dieser Sekunde entsprechende Endgeschwindigkeit zu nennen.

§. 45. Die wichtigsten Bewegungshindernisse.

Jeder bewegte Körper muss aus dem Raume, in welchen er eindringen will, die Luft, oder wenn die Bewegung im Wasser vor sich geht, das Wasser verdrängen. Da Luft und Wasser ein Gewicht haben, so ist zum Fortschieben derselben eine gewisse Kraft erforderlich, und es bildet somit dieser Umstand ein Hemmnis der Bewegung. Dieses Bewegungshindernis wird allgemein „der Widerstand des Mittels" genannt, da der Stoff, in welchem ein Körper sich bewegt, das Mittel der Bewegung heifst.

Dieser Widerstand wächst mit dem specifischen Gewichte des Mittels. Im Wasser haben wir bei der Bewegung einen 770mal so großen Widerstand zu überwinden, wie in der Luft, indem das Wasser 770mal so dicht ist als die atmosphärische Luft.

Die Gestalt des bewegten Körpers hat ebenfalls auf den Widerstand des Mittels einen mächtigen Einfluss. Körper, welche gewölbt oder zugespitzt sind, haben bei ihrer Bewegung eine viel kleinere Luft- oder Wassermasse fortzuschieben, als flache oder hohle Körper. Das Schiff durchschneidet mit seinem zugespitzten Vordertheile mit Leichtigkeit das Wasser, während

eine sehr große Kraft erforderlich ist, um das Schiff mit seiner Breitseite dem Ufer zu nähern. Der Vogel streckt im Fluge seinen Körper weit aus, um einen kleinen Luftwiderstand zu finden. Wenn wir gegen einen heftigen Wind gehen, neigen wir den Kopf nach vorwärts. Warum?

Vollkommen glatte Flächen gibt es nicht; auf jeder Fläche sind Erhöhungen und Vertiefungen, wenn dieselben auch oft nur mittelst eines Vergrößerungsglases wahrgenommen werden können. Wenn also ein Körper längs eines anderen fortbewegt wird, so dringen die Erhöhungen des einen in die Vertiefungen des anderen ein. Soll nun der Körper seine Bewegung fortsetzen, so müssen diese Erhöhungen entweder niedergedrückt, losgerissen, verschoben oder aus den Vertiefungen herausgehoben werden. Dieses geschieht aber auf Kosten der bewegenden Kraft und bildet demnach ein Hemmnis der Bewegung. Man nennt dieses Bewegungshindernis die Reibung.

Um die Reibung zu vermindern, macht man die Oberflächen der Körper so glatt als möglich. Auch wendet man passende Schmiermittel an, welche in die Vertiefungen der Körper eindringen und so die Reibung vermindern. Zwischen Metallen sind die passendsten Schmiermittel Oel, Talg oder Schweinfett (letzteres namentlich dann, wenn Gusseisen auf Gusseisen sich reibt); zwischen Hölzern, Seife, Talg oder Graphit; zwischen Stein und Metall Wasser. Da jede Reibung Wärme erzeugt, die Schmiermittel aber die Reibung vermindern, so werden dieselben auch noch den Vortheil gewähren, dass sie, in hinreichendem Maße angewendet, bei den sich reibenden Körpern eine allzu große Wärmeentwicklung verhindern, welche in manchen Fällen üble Folgen haben könnte. Ranzige Fette können nicht als Schmiermittel verwendet werden, weil sie sehr zähe sind.

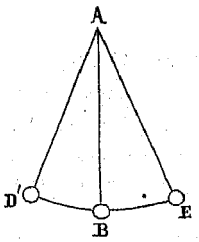
Endlich wird bei Maschinen die Reibung auch dadurch vermindert, dass man die in einander greifenden Bestandtheile aus verschiedenen Metallen verfertigt. Die Erfahrung lehrt nämlich, dass zwischen Körpern derselben materiellen Beschaffenheit die Reibung bedeutender ist, als bei verschiedenartigen Körpern.

Wenn auch die Reibung einerseits, namentlich bei Maschinen, ein Uebelstand ist, den man so viel als möglich zu heben trachten muss, so ist sie doch andrerseits für uns von großem Nutzen. Ohne Reibung könnten wir nicht sitzen, stehen oder gehen. Ohne Reibung wäre ein Befestigen durch Nägel, Schrauben u. s. w. nicht denkbar. Warum bestreut man das Glatteis mit Sand oder Asche? Welchen Zweck hat das Aufhacken des Glatteises? Warum ist es schwierig auf einen Baum zu steigen, von welchem die Rinde abgeschält ist?

§. 46. Das Pendel.

Befestigt man an einem Drahte (Fig. 34) eine Metallkugel, so dass die ganze Vorrichtung um den Punkt A drehbar ist, so hat man ein Pendel. Im Zustande der Ruhe hat das Pendel eine verticale Lage, weil die Kugel B in dieser Rich-

Fig. 31.



tung zu Boden zu fallen strebt. Wird nun das Pendel aus der Ruhelage AB in die schiefe Lage AD gebracht und sodann sich selbst überlassen, so treibt es die Schwerkraft in die frühere Lage zurück. Allein in Folge des Beharrungsgesetzes kann es daselbst nicht im Zustande der Ruhe verbleiben, sondern bewegt sich auf die entgegengesetzte Seite hin, bis es die Lage AE erreicht. Hier wird es durch die Schwerkraft wieder in die Lage AB zurückgeführt, bewegt sich in Folge des Beharrungsgesetzes abermals nach AD u. s. w. Das Pendel geräth also in eine hin- und hergehende Bewegung.

Die Bewegung von D nach B ist eine beschleunigte, wie bei einem auf einer schrägen Fläche herabgleitenden Körper; von B nach E ist die Bewegung eine verzögerte, weil hier die Schwerkraft hemmend einwirkt. Von E nach B ist die Bewegung wieder beschleunigt, von B nach D verzögert u. s. w. So oft das Pendel in die Lage AB kommt, besitzt es seine größte Geschwindigkeit, in den Lagen AD und AE ist die Geschwindigkeit gleich Null, und alle diese Bewegungszustände wiederholen sich fort und fort, so lange sich das Pendel in Bewegung befindet. *Eine hin- und hergehende Bewegung, bei welcher dieselben Bewegungszustände periodisch wiederkehren, nennt man in der Physik eine schwingende Bewegung.* Das Pendel geräth also, wenn es aus seiner Ruhelage herausgebracht und sodann sich selbst überlassen wird, in eine schwingende Bewegung.

Hat sich das Pendel von D bis E oder von E bis D bewegt, so sagt man, dass das Pendel eine Schwingung vollendet habe, und die Zeit, welche das Pendel braucht, um eine Schwingung zu vollenden, heißt *Schwingungsdauer*. Beträgt die Schwingungsdauer eine Sekunde, so ist das Pendel ein *Sekundenpendel*.

Da das Pendel bei seiner Bewegung den Luftwiderstand zu überwinden hat, ferner an der Axe, um welche sich das Pendel dreht, Reibung stattfindet, so wird der Bogen, in welchem sich dasselbe bewegt, immer kleiner und kleiner, bis es endlich ganz zur Ruhe kommt. So lange aber das Pendel sich bewegt, bleibt die Dauer einer Schwingung immer dieselbe.

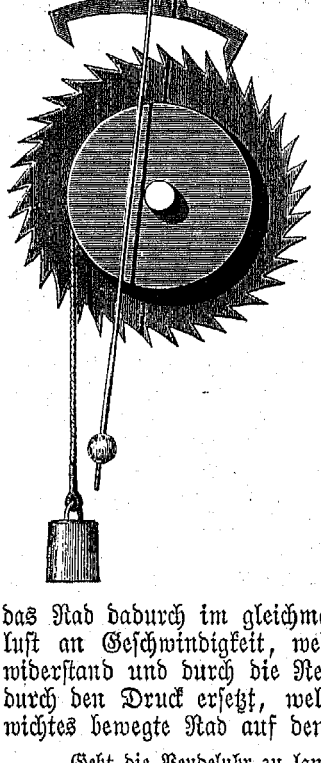
Versetzen wir ein längeres und ein kürzeres Pendel gleichzeitig in schwingende Bewegung, so finden wir, dass das kürzere

Pendel in einer bestimmten Zeit mehr Schwingungen vollendet als das längere. Kürzere Pendel schwingen also schneller, längere langsamer.

§. 47. Die Anwendung des Pendels bei Uhren.

Die Pendeluhren werden dadurch in Gang gesetzt, dass man an der Axe eines Rades, durch welches die Bewegung aller übrigen Räder veranlasst wird, eine Schnur oder eine Kette befestigt, deren Ende ein Gewicht trägt. Wird nun mit dieser Schnur oder Kette die Axe des genannten Rades mehrfach umwickelt, so setzt das herabsinkende Gewicht dieses Rad, somit das ganze Räderwerk der Uhr in die entsprechende Bewegung. Allein das Gewicht sucht mit zunehmender Geschwindigkeit herabzufallen, und es bedarf somit einer Vorrichtung, um den Gang des Gewichtes in einen gleichmäßigen zu verwandeln. Hierzu verwendet man das Pendel, bei welchem die Schwingungsdauer immer dieselbe ist.

Fig. 35.



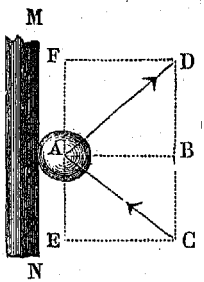
Das Pendel setzt nämlich zunächst einen gekrümmten Doppelhaken in Bewegung, welcher in die Zähne des Rades derartig eingreift, dass bei jeder Pendelschwingung das Rad um einen halben Zahn fortgerückt wird. Da nun die Dauer einer Schwingung sich nicht ändert, so wird das Rad dadurch im gleichmäßigen Gange erhalten. Der Verlust an Geschwindigkeit, welchen das Pendel durch den Luftwiderstand und durch die Reibung an der Axe erleidet, wird durch den Druck ersetzt, welchen das durch den Zug des Gewichtes bewegte Rad auf den Doppelhaken ausübt.

Geht die Pendeluhr zu langsam, so schiebe man die Linse des Pendels etwas hinauf, im entgegengesetzten Falle herab. Warum? — Welchen Einfluss hat die Temperatur auf den Gang einer Pendeluhr? (Ausdehnung und Zusammenziehung der Pendelstange). —

§. 48. Stoß elastischer Körper gegen eine feste Wand.

Wenn man einen elastischen Körper z. B. einen Gummiball gegen eine feste Wand stoßt, so wird er daselbst zusammengedrückt. Er sucht seine frühere Gestalt wieder anzunehmen und prallt von der Wand ab.

Fig. 36.



Steht die Richtung des Stoßes BA (Fig. 36) auf der Wand MN senkrecht, so prallt der Körper ebenfalls unter einem rechten Winkel von der Wand ab. Er durchläuft also beim Rückgange denselben Weg, wie beim Hingange, nur in entgegengesetzter Richtung. Wird jedoch der Körper in schiefer Richtung CA gegen die Wand gestoßen, so prallt er auch in einer schiefen Richtung AD von der Wand ab, und zwar so, dass AD mit der Wand MN oder mit der zu MN parallelen Geraden EF einen ebenso großen Winkel einschließt, wie AC.

§. 49. Der Schall.

Alles, was wir durch unser Gehörorgan (das Ohr) wahrnehmen, nennt man Schall.

Zu jeder Schallwahrnehmung sind drei Bedingungen erforderlich: 1) Ein Körper, welcher den Schall erregt, der Schallerreger genannt. 2) Zwischen dem Schallerreger und unserem Ohre müssen sich solche Stoffe befinden, welche im Stande sind, den Schall fortzupflanzen. Sie heissen Schallmittel (oder Schallleiter). 3) Ist ein gesunder Zustand des Gehörorganes erforderlich.

Zwischen dem Schallerreger und dem Gehörorgane befindet sich in der Regel atmosphärische Luft, sie ist also das gewöhnliche Schallmittel. Dadurch möge man sich aber nicht zu der irrigen Ansicht verleiten lassen, dass die atmosphärische Luft auch den Schall am besten leite. Man lege ein Ende einer längeren Stange an das Ohr, und an das andere Ende derselben halte man eine gewöhnliche Taschenuhr. Wir vernehmen das Ticken der Uhr ganz deutlich, während wir dasselbe nach Beseitigung der Stange entweder nur sehr schwach, oder wenn die Stange hinreichend lang war, gar nicht mehr hören. Steht eine solche Stange nicht zu Gebote, so lege man die Taschenuhr auf den Fußboden und an denselben in einiger Entfernung davon das Ohr. Auch hier wird man das Ticken der Uhr selbst in einer beträchtlichen Entfernung noch ganz deutlich wahrnehmen. — Glaubt der Wilde von seinem Feinde verfolgt zu sein, so legt er das Ohr an den Erdboden, weil er auf diese Weise Fußtritte von großer Entfernung zu vernehmen vermag. — Man befestige in der Mitte einer Schnur ein

Stück Metall, z. B. einen Löffel, eine Feuerzange u. ä., umwickle mit den Enden der Schnur die beiden Daumen und stecke diese in die Oeffnungen der beiden Ohren. Schlägt man nun den Löffel oder die Feuerzange gegen irgend einen festen Körper, so vernimmt man einen sehr starken, einem Glockengeläute ganz ähnlichen Schall.

Auch das Wasser vermag den Schall zu leiten. Taucher hörten noch in einer Tiefe von 2° den Knall einer Pistole, welche oberhalb des Wassers abgefeuert wurde. In großen Fischteichen pflegt man die Fische durch den Klang einer Glocke zur Fütterung an einem bestimmten Orte zusammenzurufen. Das Wasser ist aber ein schlechterer Schallleiter als die Luft.

§. 50. Die Entstehung des Schalles.

Bringt man eine Saite, welche an beiden Enden eingeklemmt ist, entweder mit dem Finger oder durch Anstreichen mit dem Violinbogen aus ihrer Ruhelage heraus, so geräth sie in eine schwingende Bewegung, welche, sobald die Schwingungen hinreichend rasch auf einander folgen, von einer Schallwahrnehmung begleitet ist. Halten wir ein Blatt Papier am Rande mit der linken Hand fest, und schlagen wir gegen dasselbe mit der rechten Hand, so bewegt sich das Papier zuerst gegen links und von da nach rechts zurück. Es entsteht also eine pendelartige (schwingende) Bewegung des Papiers, und auch hier vernehmen wir, wenn die Bewegung nur hinreichend schnell erfolgte, einen Schall. Bei der Knallbüchse (§. 14) wurde gesagt, dass der vordere Pfropfen mit einem Knalle herausfliege. Der Schall wird hier dadurch erzeugt, dass die aus der Knallbüchse mit Gewalt herausgetriebene Luft gegen die äußere Luft einen Stoß ausübt, und ein Theil derselben wieder in die Knallbüchse zurückkehrt, indem die Luft nach dem Stoße daselbst bedeutend verdünnt war. Aus allen diesen Erscheinungen ergibt sich, *dass der Schall durch die schwingende Bewegung eines Körpers entsteht.*

Durch einen einzelnen sehr starken Stoß gegen die atmosphärische Luft, wie dies bei der Knallbüchse, bei dem Abfeuern einer Pistole, eines Gewehres oder einer Kanone der Fall ist, entsteht ein Schall von kurzer Dauer, welchen man *Knall* nennt. Unregelmäßig, wirr auf einander folgende Erschütterungen der Luft erzeugen je nach ihrer Stärke und Beschaffenheit ein Geräusch, Gepolter, Getöse u. s. w. Gehen jedoch die Schwingungen des schallerregenden Körpers mit einer gewissen Regelmäßigkeit vor sich, so bringt der Schall in der Regel einen angenehmeren Eindruck auf unser Gehörorgan hervor, wir nennen ihn dann *Klang*. Der Klang mit Rücksicht auf seine *Höhe* oder *Tiefe* heißt *Ton*.

§. 51. Die Tonhöhe.

Ist eine an den beiden Enden eingeklemmte Saite nicht stark gespannt, so erzeugt sie bei ihrer schwingenden Bewegung einen tiefen Ton, und die Schwingungen gehen so langsam vor sich, dass wir die Saite in ihrer Bewegung ganz gut beobachten können. Wird die Saite jedoch straff angespannt, so ist der von ihr erzeugte Ton höher, und die Schwingungen folgen jetzt so rasch auf einander, dass sich dieselben unserer Beobachtung entziehen. Die Tonhöhe ist demnach von der Schnelligkeit abhängig, mit welcher der schallerregende Körper schwingt, und alles, was eine Veränderung in dieser Schnelligkeit hervorruft, übt auch einen Einfluss auf die Tonhöhe aus.

Die wichtigsten Umstände, welche die Tonhöhe bei Saiten beeinflussen, sind: 1) Die Stärke der Spannung. Beim Stimmen der Violine wird die Saite mehr angespannt, wenn sie einen zu tiefen Ton gibt, hingegen ihre Spannung durch Nachlassen vermindert, wenn ihr Ton zu hoch ist. Dasselbe geschieht beim Stimmen des Clavieres, der Guitarre, der Harfe. 2) Die Länge der Saiten. So wie längere Pendel langsamer schwingen als kürzere, so ist auch bei längeren Saiten die Schwingungsdauer größer als bei kurzen. Bei der Harfe, bei dem Claviere sind die Saiten, welche zur Erzeugung hoher Töne bestimmt sind, bedeutend kürzer als die anderen, weil man dieselben bei größerer Länge zu stark anspannen müsste. Bei der Violine wird durch das Niederdrücken der Saiten mit den Fingern der linken Hand die Länge des schwingenden Theiles vielfältig geändert, somit Töne der verschiedensten Höhe erzeugt. 3) Die Dicke der Saite. Je dicker die Saite, desto tiefer ist unter übrigens gleichen Umständen ihr Ton. Betrachtet die Dicke der D, A und E Saite an der Violine! 4) Das specifische Gewicht oder die Dichte der Saite. Darmsaiten, welche tiefe Töne hervorbringen sollen, werden mit Metalldraht umsponnen, um ihr specifisches Gewicht zu vergrößern. (Die G Saite der Violine.)

§. 52. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles.

In einer Entfernung von 3150′ wird eine Kanone abgefeuert. Das Aufblitzen des Pulvers sehen wir in demselben Momente, in welchem die Kanone abgefeuert wird, weil die Geschwindigkeit des Lichtes so groß ist, dass die Zeit, welche das Licht braucht, um sich durch diese Strecke fortzupflanzen, unmessbar klein ist. Den Knall hören wir um drei Sekunden später. Der Schall brauchte also auf einer Strecke von 3150′ zu seiner Fortpflanzung 3 Sekunden, und er wird somit in 1 Sekunde einen Weg von 1050′ zurücklegen. Nach §. 44, 1) ist aber dann die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles 1050′.

Die Höhe oder Stärke des Tones hat auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles gar keinen Einfluss. Wäre dies der Fall, so

müsste das Spiel einer Musikbande, aus beträchtlicher Entfernung angehört, entstellt an unser Ohr gelangen. Wesentlich beeinflusst wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles durch den Wind. Ist die Richtung des Windes mit der Fortpflanzungsrichtung des Schalles übereinstimmend, so wird die Geschwindigkeit des Schalles beschleunigt, im entgegengesetzten Falle verzögert.

§. 53. Die Reflexion oder Zurückwerfung des Schalles.

Wie ein elastischer Körper, gegen eine feste Wand gestoßen, von dieser abprallt, ebenso wird der Schall, wenn er an eine feste Wand, einen Felsen, eine Mauer u. dgl. gelangt, von diesen Gegenständen zurückgeworfen (reflectiert). Die Zurückwerfung des Schalles geschieht ganz nach denselben Gesetzen, wie das Abprallen eines elastischen Körpers von einer festen Wand (s. §. 48).

§. 54. Das Echo.

Befinden wir uns in einer solchen Stellung zur reflectierenden Wand, dass der reflectierte Schall zu unserem Ohre gelangen kann, so ist es möglich, dass derselbe von uns besonders wahrgenommen wird. *Man nennt den zurückgeworfenen Schall, welcher von dem ursprünglich erregten deutlich unterschieden wird, ein Echo.*

Wie die Erfahrung lehrt, muss die reflectierende Wand wenigstens $58\frac{1}{3}'$ von uns entfernt sein, wenn ein Echo stattfinden soll. In diesem Falle braucht der ursprünglich erregte Schall $58\frac{1}{3} : 1050 = \frac{1}{18}$ einer Sekunde, um bis zur reflectierenden Wand zu gelangen, und der reflectierte Schall wieder $\frac{1}{18}$ einer Sekunde zu seiner Fortpflanzung bis zu unserem Gehörorgane. Der reflectierte Schall trifft aber dann um $\frac{1}{18} + \frac{1}{18} = \frac{2}{18} = \frac{1}{9}$ einer Sekunde später das Ohr, als der ursprünglich erregte Schall (auch Urschall genannt), und kann von diesem deutlich unterschieden werden. Ist die reflectierende Wand nicht so weit entfernt, so fällt die Wahrnehmung des reflectierten Schalles mit der des Urschalles entweder ganz zusammen, so dass der Urschall durch die Zurückwerfung nur verstärkt wird, oder es findet eine Verlängerung des Urschalls statt, welche man *Nachhall* zu nennen pflegt.

Beträgt die Entfernung der reflectierenden Wand $2 \times 58\frac{1}{3}'$, $3 \times 58\frac{1}{3}'$, $4 \times 58\frac{1}{3}'$, so gelangt der reflectierte Schall um $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{9}$, $\frac{4}{9}$ einer Sekunde später zum Gehörorgane als der Urschall. Ein 2-, 3- oder vierfüßiges Wort wird also in diesen Fällen vollständig, oder von einem gesprochenen Satze werden die 2, 3 oder 4 letzten Silben im Echo vernommen. Auch mehrfache Echo gibt es, bei welchen man die letzte Silbe oder einige von den letzten Silben mehrmals nach einander vernimmt. Dies ist dann der Fall, wenn der Schall mehrmals reflectiert wird, und die reflectierenden Wände alle so günstig gelegen sind, dass der von ihnen reflectierte Schall unser Ohr trifft.

§. 55. Die Blasinstrumente.

In allen Blasinstrumenten wird der Ton dadurch erzeugt, dass man durch Anblasen die in denselben enthaltene Luft in eine schwingende Bewegung versetzt. Die Blasinstrumente sind entweder Zungen- oder Labialpfeifen. An den Zungenpfeifen befindet sich ein elastisches Plättchen (Zunge), welches durch das Anblasen zugleich mit der im Instrumente befindlichen Luftsäule in schwingende Bewegung geräth. Der Ton wird also bei denselben durch die Schwingungen des Plättchens und durch die Schwingungen der Luftsäule erzeugt.

Solche Zungenpfeifen sind die Klarinette, die Hoboë und das Fagott. Der Ton dieser Instrumente erhält durch die Schwingungen der Zunge eine eigenthümliche, grelle Färbung.

Fig. 37.

Bei den Labial- oder Lippenpfeifen ist die Luft allein der tönende Körper. Indem nämlich durch Anblasen bei c im unteren Theile der Pfeife die Luft verdichtet wird, strömt zwischen dem Kerne aa und der sogenannten Unterlippe d ein schmaler Luftstrom hindurch und verursacht Schwingungen der im Raume aabd enthaltenen Luftsäule, welche den Ton erzeugen. Der Stoff, aus welchem die Pfeife erzeugt ist, hat auf die Tonhöhe gar keinen Einfluss, wohl aber die Länge der Pfeife. Längere Pfeifen geben tiefere, kürzere Pfeifen höhere Töne, und zwar ist der Ton einer Pfeife, welche doppelt so lang ist als eine andere, die tiefere Octave von dem Tone dieser zweiten Pfeife.

Auch ist es nicht gleichgültig, ob die Pfeife oben offen oder gedeckt ist. Der Ton einer oben gedeckten Pfeife ist die tiefere Octave von dem Tone einer gleich langen, oben offenen Pfeife.

Labialpfeifen sind die Flöten, die Pfeifen der Orgeln. Bei der Orgel wird durch einen Blasebalg verdichtete Luft in die sogenannte Windlade getrieben, über welcher die Pfeifen angebracht sind. Unten bei c (Fig. 37) sind die Pfeifen durch ein Ventil verschlossen, und diese Ventile stehen mit den Tasten der Claviatur in Verbindung. Wird nun die Taste niedergedrückt, so öffnet sich bei der betreffenden Pfeife das Ventil, die verdichtete Luft tritt aus der Windlade in die Pfeife ein und erzeugt den entsprechenden Ton. Haben alle Pfeifen der Orgel gleiche Länge? Welche Orgelpfeifen erzeugen die tiefsten, welche die höchsten Töne? Warum sind die Orgelpfeifen für die tiefsten Töne in der Regel gedeckt?

Auf den Ton der Pfeife hat auch die Dichte der Luft einen Einfluss; je geringer die Dichte derselben ist, desto höher ist der Ton. Wie lässt es sich wohl erklären, dass in einer Musikkapelle nach längerem Zusammenspiele an einem warmen Orte die Blasinstrumente mit den Streichinstrumenten nicht zusammenstimmen?

§. 56. Das Licht und seine geradlinige Fortpflanzung.

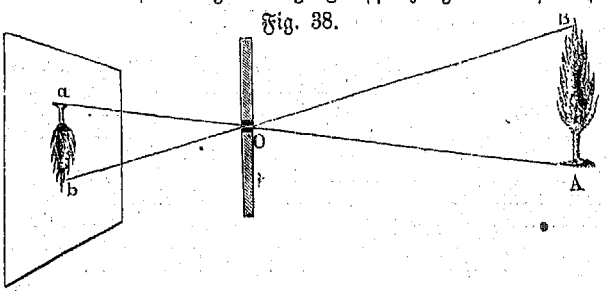
Wenn wir die uns umgebenden Körper sehen sollen, so müssen dieselben beleuchtet sein, sie müssen sich im Zustande der Helligkeit befinden. Dasjenige, was die Helligkeit der Körper bewirkt, nennt man Licht.

Wird ein Zimmer so abgeschlossen, dass weder durch eine Spalte der Thüre, noch durch eine Spalte des Fensterladens Licht in dasselbe eintreten kann, so werden wir die um uns befindlichen Gegenstände nicht sehen. Sie sind nicht beleuchtet, sie befinden sich nicht im Zustande der Helligkeit. Der Gegensatz von Helligkeit heißt Finsternis.

Bringen wir in die gerade Linie, welche man sich von dem Auge zu irgend einem leuchtenden Punkte gezogen denkt, einen undurchsichtigen Körper, so sehen wir den leuchtenden Punkt nicht. Stellt man 3 Kartenblätter, welche in der Mitte durchbohrt sind, in einiger Entfernung hinter einander auf, so wird das vor dem ersten Kartenblatte befindliche Auge einen hinter das dritte Kartenblatt gestellten Gegenstand nur dann sehen, wenn alle 3 Oeffnungen in einer geraden Linie liegen. Durch das in ein dunkleres Zimmer eintretende Sonnenlicht sieht man die in der Luft schwebenden Staubtheilchen in geradliniger Richtung erleuchtet. Aus diesen Erscheinungen ergibt sich, dass die Fortpflanzung des Lichtes geradlinig geschieht. Jede gerade Linie, welche uns die Fortpflanzungsrichtung angibt, heißt ein Lichtstrahl. Da ein leuchtender Gegenstand von allen Seiten sichtbar ist, so geschieht auch die Fortpflanzung seines Lichtes nach allen Seiten hin, oder er sendet nach allen Richtungen hin Lichtstrahlen aus.

Ein Beweis für die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes ist auch

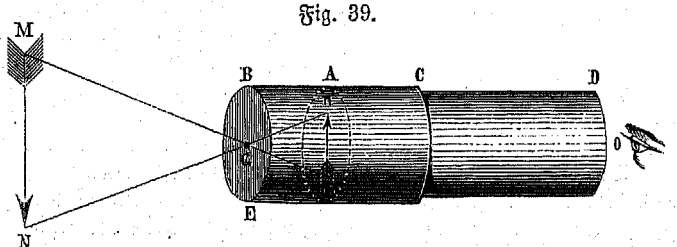
Fig. 38.



die sogenannte optische Kammer. In eine solche kann man jedes Zimmer verwandeln, indem man die Fenster desselben durch Fensterläden verschließt und an einem derselben eine kleine Oeffnung anbringt. Ist (Fig. 38) O die Oeffnung des Fensterladens, und befindet sich vor demselben irgend ein Gegenstand, z. B. der Baum AB, so treffen die von B ausgehenden Strahlen die hinter dem Fensterladen befindliche weiße Wand in b, und die von A ausgehenden Strahlen in a. Es entsteht demnach daselbst von dem Baume AB das umgekehrte Bild ab, das desto kleiner und deutlicher ist, je näher die Wand dem Fensterladen steht, hingegen desto größer, aber auch desto undeutlicher (verschwommener), je weiter man die weiße Wand von dem Fensterladen entfernt.

Eine solche dunkle Kammer kann man sich leicht aus Pappe anfertigen. In einer Röhre BC läßt sich (Fig. 39) eine zweite Röhre AD

Fig. 39.



hin- und herschieben, jedoch so, daß sie sich an die erstere vollkommen anschließt. Bei O ist AD zum Hineinsehen offen, bei A ist die Oeffnung mit Stroh- oder Seidenpapier verklebt. Durch die in den Deckel BE mittelst einer Nadel gemachte Oeffnung G gehen nun die Lichtstrahlen von dem leuchtenden Gegenstande MN hindurch, und wir sehen auf der Fläche des Stroh- oder Seidenpapieres das verkehrte und verkleinerte Bild mn dieses Gegenstandes. Was von der Größe und Deutlichkeit des Bildes beim früheren Versuche gesagt wurde, gilt auch hier, man kann sich hiervon sehr leicht durch das Verschieben der Röhre AD überzeugen.

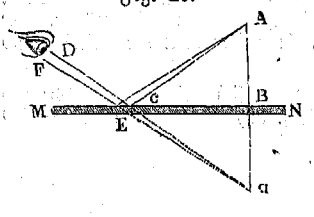
Eine Folge der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes ist der Schatten, d. i. der dunkle Raum, welcher hinter einem undurchsichtigen Körper entsteht, wenn derselbe von einer Seite beleuchtet wird. Die Länge des Schattens irgend eines Gegenstandes ist namentlich von der Richtung abhängig, in welcher die Lichtstrahlen auffallen. Des Morgens und des Abends ist der Schatten des Menschen bedeutend länger, als zur Mittagzeit. (Warum?)

§. 57. Reflexion des Lichtes und der ebene Spiegel.

Fällt das Licht auf eine rauhe Fläche auf, so wird dasselbe nach allen Richtungen hin zerstreut. Auf einer glatten Fläche erfährt jedoch dasselbe eine regelmäßige Reflexion, welche ganz nach denselben Gesetzen erfolgt, wie die Reflexion des Schalles. In der Physik nennt man jede Fläche, welche das Licht regelmäßig reflectiert, einen Spiegel.

Ist MN (Fig. 40) der Durchschnitt eines ebenen Spiegels und A ein leuchtender Punkt, so sendet dieser nach allen möglichen Richtungen Strahlen auf den Spiegel aus. Ein Strahl AB wird auch den Spiegel MN in senkrechter Richtung treffen. Dieser wird in der Richtung BA reflectiert, so dass der reflectierte Strahl mit dem einfallenden Strahle zusammenfällt. Ein anderer Strahl AC wird in der Richtung CD zurückgeworfen, ein dritter AE in der Richtung EF u. s. w. Werden die Geraden CD und EF hinreichend verlängert, so treffen sie die Verlängerung von AB in a. Befindet sich also bei DF das Auge, so sieht es in a ein Bild des Punktes A, weil die zwischen CD und EF befindlichen reflectierten Strahlen in dieser Richtung auf das Auge einwirken. Um daher bei einem ebenen Spiegel das Bild eines leuchtenden Punktes zu finden, denke man sich von dem leuchtenden Punkte auf den Spiegel eine Senkrechte gefällt und dieselbe auf der entgegengesetzten Seite des Spiegels verlängert. Schneidet man von dieser Verlängerung ein Stück Ba = AB ab, so ist a das Bild des leuchtenden Punktes A. Oder: Bei einem ebenen Spiegel liegt das Bild ebensoweit hinter dem Spiegel, als der leuchtende Gegenstand vor demselben.

Fig. 40.



Zur Einübung dieses Gesetzes zeichne man vor einem Spiegel Gegenstände von verschiedener Gestalt in verschiedenen Lagen und lasse in jedem Falle das Bild construiren. Man verzeichne auch das Bild eines und desselben Gegenstandes in unveränderter Lage bei verschiedenen Stellungen des Spiegels.

Bringt man zwischen 2 parallel aufgestellte Spiegel einen leuchtenden Gegenstand, z. B. eine Kerzenflamme, so sieht man in jedem der beiden Spiegel eine große Anzahl von Bildern derselben, indem jedes Bild des einen Spiegels im zweiten sich wieder abspiegelt. Da jedoch das Licht durch jede Reflexion eine Schwächung erfährt, so werden die Bilder immer schwächer, bis sie im Hintergrunde endlich ganz verschwinden.

Wenn zwei Spiegel unter einem Winkel gegen einander geneigt sind, so sieht man von einem zwischen dieselben gebrachten Gegenstande mehrere Bilder in symmetrischer Anordnung. Einen je kleineren Winkel die beiden Spiegel einschließen, desto größer ist die Anzahl der Bilder. Darauf beruht die Einrichtung des Kaleidoskops. Dieses besteht aus einer inwändig geschwärzten Röhre aus Pappe. Auf einer Seite der Röhre befindet sich eine Oeffnung zum Hineinsehen, das andere Ende derselben verschließen zwei Glasplatten, deren äußere matt geschliffen ist, und zwischen welche man bunt gefärbte Gegenstände, in der Regel Glasperlen u. dgl. gibt. Zwei unter einem Winkel (meist von 45°) gegen einander geneigte Spie-

gelstreifen sind in der Röhre angebracht und erzeugen nun aus den wirr durch einander liegenden bunten Körpern die schönsten symmetrischen Figuren. Bei jeder Verrückung der Röhre ändert sich jedoch die Lage der zwischen den Glasplatten befindlichen Körper, somit entsteht auch eine andere symmetrische Figur.*)

§. 58. Sphärische Spiegel.

Ist die spiegelnde Fläche eine krumme Fläche, z. B. ein Theil von einer Kugeloberfläche, so nennt man den Spiegel einen sphärischen, und zwar einen Hohlspiegel, wenn die Abspiegelung an der hohlen (concaven) Seite der krummen Fläche geschieht.

Die Hohlspiegel besitzen die Eigenschaft, die auffallenden Sonnenstrahlen so zu reflectieren, dass sie nach der Reflexion alle in einem Punkte zusammentreffen. Da die Sonne nebst den Lichtstrahlen auch Wärmestrahlen aussendet, und diese ebenso wie die Lichtstrahlen reflectiert werden, so wird in dem genannten Punkte eine so große Hitze sich entwickeln, dass brennbare Stoffe sich daselbst entzünden. Diesen Punkt nennt man daher den Brennpunkt, und die Hohlspiegel heissen auch Brennspiegel. Die Entfernung des Brennpunktes von dem Spiegel ist die Brennweite desselben, und diese ist desto kleiner, je stärker der Spiegel gekrümmt ist. Je schwächer die Krümmung des Spiegels ist, je mehr sich also die Gestalt des Hohlspiegels der Gestalt eines ebenen Spiegels nähert, desto größer ist die Brennweite desselben.

Bringt man vor den Hohlspiegel einen leuchtenden Gegenstand, und zwar so, dass die Entfernung desselben vom Spiegel kleiner ist als die Brennweite, so entsteht hinter dem Spiegel ein aufrechtes und vergrößertes Bild des Gegenstandes. In allen anderen Fällen entsteht ein verkehrtes Bild von veränderlicher Größe auf derselben Seite, auf welcher der leuchtende Gegenstand sich befindet. Ein solches Bild pflegt man in der Physik ein Luftbild zu nennen, und es kann dasselbe in einem verfinsterten Zimmer auf einer weißen Wand leicht ersichtlich gemacht werden.

Die auf einen Hohlspiegel auffallenden Sonnenstrahlen können als parallel betrachtet werden. Nach der Reflexion vereinigen sich dieselben im Brennpunkte. Denken wir uns nun den Gang der Strahlen umgekehrt,

*) Sollte einer Schule ein Debusskop zur Verfügung stehen, so wird nach dem hier gesagten die Einrichtung desselben ganz verständlich sein, und es wird die Vorzeigung dieses Apparates, der in den Fabriken bei Anfertigung von Mustern wesentliche Dienste leistet, für die Schüler gewiss von Interesse sein.

nehmen wir an, dass der leuchtende Gegenstand im Brennpunkte sich befinde. Offenbar werden die Strahlen dann so reflectiert, dass sie parallel zu einander sind. Dieser Umstand wird benutzt, um eine stärkere, weithin sichtbare Beleuchtung zu erzeugen. Man bringt nämlich die Lichtquelle im Brennpunkte eines Hohlspiegels an. Durch die in paralleler Richtung reflectierten Strahlen wird nun das Licht bedeutend verstärkt und auf eine weite Strecke hin sichtbar gemacht. Auf Leuchtthürmen, bei Wagenlaternen, Handlaternen u. s. w. finden die Hohlspiegel eine derartige Anwendung.

Ist der erhabene (convexe) Theil der krummen Fläche die spiegelnde Seite, so heißt der Spiegel ein Convexspiegel. Bei diesem entsteht stets hinter dem Spiegel ein aufrechtes und verkleinertes Bild des leuchtenden Gegenstandes, das desto kleiner wird, je weiter sich der leuchtende Gegenstand vom Spiegel entfernt.

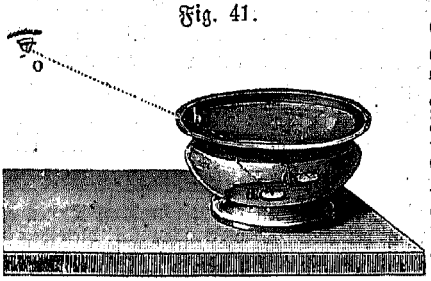
Die in den Ziergärten angebrachten farbigen Kugeln wirken wie Convexspiegel.

§. 59. Brechung des Lichtes.

Wenn das Licht die Oberfläche des Wassers, einer Glasplatte u. dgl. trifft, so wird dasselbe zurückgeworfen. Doch erfährt nur ein Theil des Lichtes diese Zurückwerfung, indem ein Theil desselben auch in das Wasser, die Glasplatte u. s. w. eindringt. Dieser Theil, welcher in den neuen Körper eintritt, wird von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, welche Ablenkung man die Brechung des Lichtes nennt.

Dass das Licht beim Uebertritte aus einem Körper in einen anderen eine Ablenkung von seiner ursprünglichen Richtung erfährt, lehrt folgender einfache Versuch:

Fig. 41.



Man lege auf den Boden eines Gefäßes (Fig. 41) eine Münze und trete so weit zurück, dass die Münze durch den Rand des Gefäßes verdeckt wird. Schüttet man nun Wasser in das Gefäß, so wird die Münze sichtbar. Der Lichtstrahl ab wird nämlich beim Uebertritte aus dem Wasser in die Luft abgelenkt, er erhält die Richtung bo. Das Auge, welches sich in o befindet, sieht demnach die Münze in der Richtung ob d. i. in c, also höher, als sie sich wirklich befindet.

Wenn wir einen Stab in das Wasser tauchen, so erscheint der Stab gebrochen, indem wir die Theile desselben, welche sich im Wasser befinden, nicht an ihrem wahren Orte erblicken, sondern höher, als sie wirklich sind. — Da uns in Folge der Brechung alle Körper am Grunde des Wassers höher erscheinen, als sie wirklich liegen, so ist leicht einzusehen, dass uns alle Gewässer, welche so rein sind, dass wir bis auf den Grund derselben hinabzusehen vermögen, weniger tief erscheinen, als sie in der That sind. Des Schwimmens Unkundige sollen daher stets durch das Hineintauchen eines Stabes oder durch ein Bleilot die Tiefe des Wassers prüfen, bevor sie sich in dasselbe begeben. — Dass wir durch die Fensterscheiben die Gegenstände in ihrer wahren Gestalt erblicken, hat darin seinen Grund, dass die Fensterscheiben von parallelen Flächen begränzt sind. Durch die zweimalige Ablenkung, welche das Licht hier erfährt, nämlich beim Uebertritte aus der Luft in das Glas und beim Uebertritte aus dem Glase in die Luft, wird der austretende Strahl mit dem eintretenden parallel. Nur sehen wir durch die Fensterscheiben alles etwas höher liegend, als es wirklich ist. Dies zeigt sich ganz deutlich, wenn man die Flügel eines Doppelfensters auf einer Seite öffnet und nun auf irgend einen Gegenstand (z. B. den First des Daches oder eine horizontale Dachrinne) so hinblickt, dass man denselben durch den zugeschlossenen und den geöffneten Theil des Doppelfensters gleichzeitig sieht. Der durch die Fensterscheiben angesehene Theil der Dachrinne oder des Firstes erscheint uns höher liegend.

§. 60. Die Linsen.

Unter einer Linse versteht man einen aus einem durchsichtigen Stoffe, in der Regel aus Glas verfertigten Körper, welcher entweder von zwei krummen Flächen oder von einer krummen Fläche und einer Ebene begränzt ist.

Fig. 42.

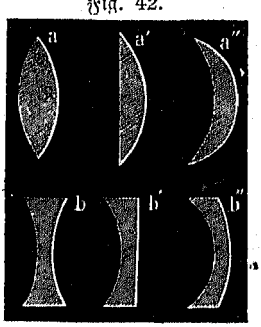


Fig. 42 stellt die verschiedenen Linsengattungen im Durchschnitte dar. 1) Die biconvexe Linse a. Sie ist von zwei convexen Flächen begränzt. 2) Die planconvexe Linse a', von einer Ebene (planum) und einer convexen Fläche eingeschlossen. 3) Die concavconvexe Linse a''. Die Gränzen derselben bilden eine concave und eine convexe Fläche, doch ist diese stärker gekrümmt als jene. 4) Die biconcave Linse b. Sie ist auf beiden Seiten concav. 5) Die planconcave Linse, von einer Ebene und einer concaven Fläche eingeschlossen, und 6) die convexconcave Linse. Sie ist von einer concaven und einer convexen Fläche begränzt, doch ist hier die concave Fläche stärker gekrümmt als die convexe.

Welcher Unterschied ist zwischen der concavconvexen und der convexconcaven Linse?

Die drei ersten Arten der Linsen a, a′, a″ vereinigen parallel auffallende Strahlen nach ihrem Durchgange durch die Linse in einem Punkte. Sie haben also ebenso wie die Hohlspiegel einen Brennpunkt, nur mit dem Unterschiede, dass dieser beim Hohlspiegel vor dem Spiegel liegt, hingegen bei der Linse hinter derselben. Auch hier nennt man die Entfernung des Brennpunktes von der Linse die Brennweite, und Linsen von der Gestalt a, a′, a″ heissen im gewöhnlichen Leben Brenngläser. In der Physik pflegt man sie wegen des Umstandes, dass sie parallel auffallende Strahlen in einem Punkte vereinigen (sammeln), meistens Sammellinsen zu nennen.

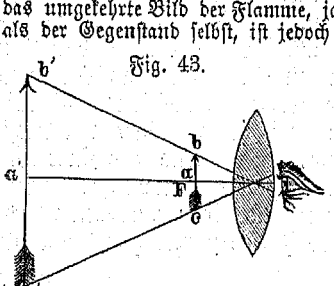
Bei den Linsen b, b′, b″ werden parallel auffallende Strahlen nach dem Durchgange durch dieselben divergent. Solche Linsen haben keinen Brennpunkt, und man nennt sie im Gegensatze zu den drei ersten Arten Zerstreuungslinsen.

§. 61. Die Lage des Bildes bei den Sammel- und Zerstreuungslinsen.

Ist die Entfernung eines leuchtenden Gegenstandes von einer Sammellinse grösser als die Brennweite, so entsteht auf der entgegengesetzten Seite der Linse von diesem Gegenstande ein verkehrtes Bild, dessen Grösse sich mit der Entfernung des leuchtenden Gegenstandes von der Linse verändert.

Man halte eine Sammellinse in einiger Entfernung von dem Fenster und nähere auf der entgegengesetzten Seite ein Blatt weißes Papier. Bei einer gewissen Entfernung des Papieres von der Linse sieht man auf demselben ganz deutlich ein verkehrtes und verkleinertes Bild des Fensters. Die Veränderung der Größe des Bildes wird am besten wahrgenommen, wenn man die Sammellinse vor eine Kerzenflamme hält. Je mehr man sich mit der Linse der Kerzenflamme nähert, wobei jedoch die Flamme immer außerhalb der Brennweite der Linse bleiben muss, desto größer wird das umgekehrte Bild der Flamme, ja das Bild wird zuletzt bedeutend größer als der Gegenstand selbst, ist jedoch immer verkehrt.

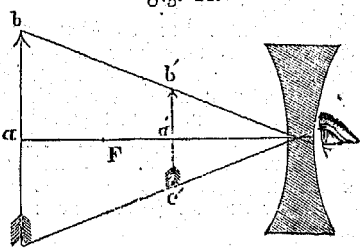
Fig. 43.



Befindet sich der leuchtende Gegenstand bc innerhalb der Brennweite der Sammellinse (Fig. 43), so entsteht auf derselben Seite der Linse ein aufrechtes und vergrößertes Bild des Gegenstandes b′c′, welches von dem hinter der Linse befindlichen Auge wahrgenommen wird. Man kann daher

auch die Brenngläser oder Sammellinsen als Vergrößerungsgläser benutzen, um mittelst derselben kleine Gegenstände, die sich der Wahrnehmung mit dem freien Auge entziehen, deutlich zu sehen.

Fig. 44.



Bei den Zerstreuungslinsen (Fig. 44) entsteht immer auf derselben Seite, auf welcher der leuchtende Gegenstand bc sich befindet, ein aufrechtes und verkleinertes Bild b'c', das der Linse näher liegt, als der leuchtende Gegenstand.

§. 62. Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit und die Brillen.

Ein gesundes Auge sieht kleine Gegenstände z. B. die Buchstaben eines gewöhnlichen Druckes am deutlichsten in einer Entfernung von 8 bis 10 Zoll. Man nennt deshalb diese Entfernung die Weite des deutlichen Sehens oder die natürliche Sehweite. Augen, welche derartige Gegenstände in eine kleinere Entfernung bringen müssen, um sie wahrzunehmen, nennt man kurzsichtig, im entgegengesetzten Falle heißt das Auge weitsichtig.

Kurzsichtige und Weitsichtige bedienen sich der Brillen. Der Weitsichtige, welcher entfernte Gegenstände mit freiem Auge deutlich wahrzunehmen vermag, bedarf nur der Brillen für das Naheliegende. Seine Brillen sind Sammellinsen, durch welche (siehe Fig. 43) ein naheliegender Gegenstand bc dem Auge in einer größeren Entfernung erscheint, somit dem Weitsichtigen in seine natürliche Sehweite gerückt wird. Die Kurzsichtigen bedienen sich der Zerstreuungslinsen als Brillen, indem diese (s. Fig. 44) ein Bild erzeugen, das dem Auge näher steht, als der leuchtende Gegenstand. Der Kurzsichtige sieht demnach durch die Zerstreuungslinse den Gegenstand in seiner natürlichen Sehweite.

Die Grade der Kurz- und Weitsichtigkeit sind sehr verschieden, daher man sich auch bald schärferer, bald schwächerer Brillen bedient. Je stärker die Krümmung des Brillenglases ist, desto schärfer ist die Brille, für einen desto höheren Grad der Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit ist dieselbe passend. Bei der Wahl der Brillen ist die größte Vorsicht zu empfehlen, man überlasse dieselbe stets einem erfahrenen Optiker oder einem Augenarzte. Ist man gezwungen, selbständig zu wählen, so beginne man bei der Wahl mit den schwächsten Brillen und gehe so lange zu schärferen über, bis man

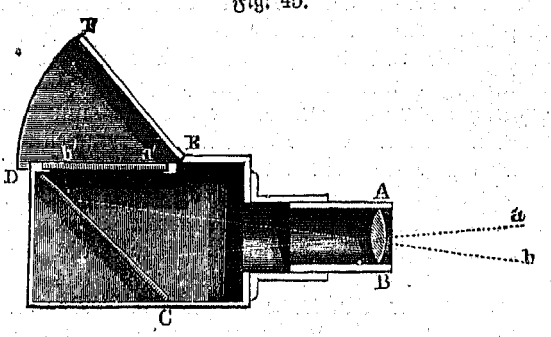
endlich auf ein Glas trifft, durch welches man einen kleinen Druck in der Weite des deutlichen Sehens ohne Anstrengung zu lesen vermag. Diese Brille ist in der Regel die passende. Hat man nach der zweiten oder dritten Wahl nicht die richtige Brille getroffen, so lasse man durch einige Zeit das Auge ausruhen, bevor man zu neuen Versuchen schreitet.

Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit sind selten dem Menschen angeboren, sie werden meist durch üble Gewohnheiten, wohl aber auch durch die Art der Beschäftigung hervorgerufen. Man sehe darauf, dass die Kinder beim Lesen oder Schreiben niemals das Gesicht zu nahe an das Papier halten oder bei schwacher Beleuchtung anhaltend lesen, indem dadurch leicht Kurzsichtigkeit entsteht. Leute, welche feine Arbeiten verrichten, z. B. Uhrmacher, Stickerinnen u. s. w. werden auch meist kurzsichtig. Die Weitsichtigkeit findet man selten bei jüngeren Leuten, sie ist meist ein Uebel des Alters und tritt in den späteren Jahren öfter auch bei solchen Leuten ein, welche in ihrer Jugend kurzsichtig waren.

§. 63. Die dunkle Kammer (Camera obscura).

Dieselbe besteht aus einem inwändig geschwärzten Kasten. An einer Seitenwand desselben ist eine verschiebbare Röhre angebracht, welche eine Sammellinse AB enthält. Wäre die rückwärtige Wand bei D aus matt geschliffenem Glase verfertigt, so entstünde daselbst von einem außerhalb der Brennweite der Sammellinse AB befindlichen Gegenstande ein verkehrtes Bild. Um aber ein horizontal liegendes Bild zu erhalten,

Fig. 45.



das sich bequem nachzeichnen lässt, bringt man in der dunklen Kammer einen unter einem Winkel von 45° geneigten Spiegel CD an. Dieser reflectiert die von a und b ausgehenden Strahlen derartig, dass man auf der bei E horizontal liegenden Glasplatte das Bild a'b' erhält. Der Schirm EF hält das fremdartige Licht ab und erhöht dadurch die Deutlichkeit des Bildes.

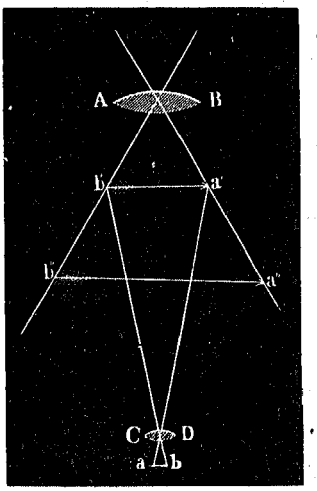
Von der Anwendung der dunklen Kammer in der Photographie wird später die Rede sein.

§. 64. Das Mikroskop.

Um sehr kleine Gegenstände, zu deren Betrachtung die Schärfe des freien Auges nicht ausreicht, deutlich sehen zu können, bedient man sich des Mikroskopes.

Dasselbe besteht (Fig. 46) aus zwei Sammellinsen. Vor der kleineren Linse CD, welche in der Regel sehr stark gekrümmt ist, somit eine sehr kleine Brennweite hat, befindet sich der zu betrachtende Gegenstand ab (das Object). Aus diesem Grunde nennt man die Linse CD das Objectiv. Die zweite Sammellinse AB ist bedeutend größer, aber schwächer gekrümmt. Sie heißt das Oculare (von dem lateinischen Worte: oculus, das Auge), weil das Auge des Beobachters durch dieselbe den Gegenstand betrachtet. Die Entstehung des Bildes geschieht auf folgende Weise: Ist die Entfernung des Gegenstandes ab von CD nur um weniges größer als die Brennweite dieser Linie, so entsteht hinter der Linse das verkehrte und vergrößerte Luftbild a′b′. Ist nun das Oculare AB so eingestellt, dass a′b′ innerhalb der Brennweite von AB liegt, so entsteht von a′b′ auf derselben Seite der Linse das aufrechte und vergrößerte Bild a″b″, welches von dem hinter AB befindlichen Auge wahrgenommen wird. Die beiden Linsen sind in inwändig geschwärzten Röhren befestigt, und unter CD ist in der Regel ein Tischchen angebracht, das zur Aufnahme des Objectes mit einer Oeffnung versehen ist. Die notwendige Beleuchtung des Objectes geschieht, wenn dieses durchsichtig ist, mittelst eines unter dem Tischchen angebrachten Hohlspiegels, bei undurchsichtigen Objecten durch eine Sammellinse.

Fig. 46.

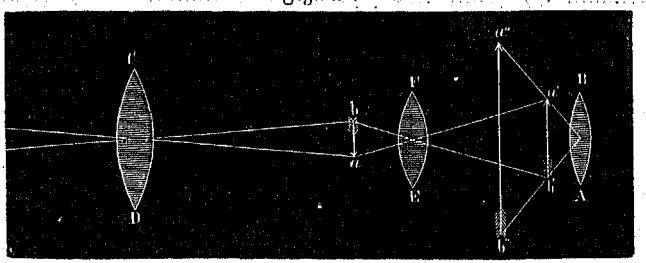


In Folge der starken Vergrößerung, welche bei einem Mikroskope stattfindet, übersieht man selten das ganze Object, sondern nur immer einen Theil desselben.

§. 65. Das Fernrohr.

Mittelst des Fernrohres können sehr weit entfernte Gegenstände deutlich gesehen werden. Es besteht aus drei Sammellinsen, dem Objective CD, dem Oculare AB und einer dritten zwischen diesen beiden befindlichen Linse EF, welche bewirkt, dass man die Gegenstände aufrecht sieht. Der Vorgang ist hier folgender: Von einem sehr weit entfernten

Fig. 47.



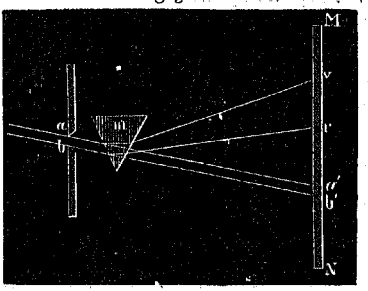
Gegenstande entsteht hinter dem Objective CD (Fig. 47) ein verkehrtes und verkleinertes Luftbild. Liegt dasselbe außerhalb der Brennweite der zweiten Linse EF, so erzeugt diese ein verkehrtes Bild davon a'b', das also mit dem betrachteten Gegenstande hinsichtlich der Lage übereinstimmt. Ist nun das Oculare AB so gestellt, dass a'b' innerhalb der Brennweite desselben liegt, so sieht das hinter demselben befindliche Auge das aufrechte und vergrößerte Bild des Gegenstandes a''b''.

Das Objectiv des Fernrohres ist recht groß, damit von den betrachteten Gegenständen eine hinreichende Lichtmenge in das Instrument eindringe. Die beiden anderen Linsen sind kleiner, und es werden dieselben, um die Deutlichkeit des Bildes zu erhöhen, an den Rändern mit einem undurchsichtigen Körper bedeckt, so dass nur in ihrer Mitte ein kleiner durchsichtiger Theil verbleibt. Man nennt dieses Fernrohr, da man es hauptsächlich zur Betrachtung der auf der Erdoberfläche befindlichen Gegenstände verwendet, das Erdfernrohr, im Gegensatze zu dem sogenannten astronomischen Fernrohre, dessen man sich zur Beobachtung der Himmelskörper bedient. Bei dem astronomischen Fernrohre, mit welchem man oft schwach beleuchtete Himmelskörper zu betrachten hat, fehlt die mittlere Linse, damit das Licht beim Durchgange durch das Fernrohr keine so starke Schwächung erleide. Man sieht zwar durch dasselbe die Gegenstände verkehrt, allein dies ist bei astronomischen Untersuchungen von keinem besonderen Belange.

§. 66. Die Zerlegung des Sonnenlichtes in seine farbigen Bestandtheile.

Wenn man ein Zimmer durch Schließung der Fensterläden verfinstert und in einem der Fensterläden (Fig. 48) eine kreis-

Fig. 48.



runde Oeffnung ab anbringt, so sieht man auf der gegenüber stehenden Wand MN in der Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen einen beleuchteten, kreisrunden Fleck a′b′. Man halte nun vor die Oeffnung des Fensterladens ein dreiseitiges Prisma aus Glas m, und zwar so, dass der Durchschnitt desselben ein mit seiner Spitze nach abwärts gekehrtes gleichschenkliges Dreieck bildet. Der beleuchtete kreisrunde Fleck verschwindet, und über seiner früheren Stelle erblicken wir ein längliches Bild der Oeffnung vr, oben und unten abgerundet, in der schönsten Farbenpracht. Man sieht in dem Bilde, von unten aus betrachtet, die Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violett im schönsten, allmäligen Uebergange. Kehren wir das Prisma um, so zeigt sich dieses Bild tiefer als der kreisrunde Fleck a′b′, und die Anordnung der Farben ist die entgegengesetzte.

Hieraus ergibt sich, dass das Sonnenlicht kein einfaches Licht ist, sondern aus den soeben genannten farbigen Bestandtheilen besteht, welche beim Durchgange durch das Prisma eine verschiedene Ablenkung erfahren. Am wenigsten abgelenkt erscheinen die roten Strahlen, am meisten die violetten.

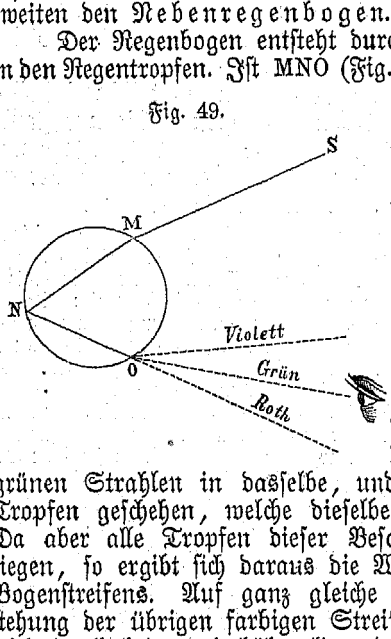
Dieselbe Zerlegung des Lichtes zeigt sich, jedoch nicht so überraschend schön, wenn man die Sonnenstrahlen auf ein mit Wasser gefülltes Trinkglas oder eine mit Wasser gefüllte Flasche auffallen lässt und in einiger Entfernung hinter dem Glase oder der Flasche ein weißes Papier hält. — Ein Prisma zur Darstellung der beschriebenen Erscheinung kann man sich leicht selbst anfertigen, indem man zwei gleiche, rechteckige Glasstreifen mit Siegellack so zusammenkittet, dass sie einen spitzen Winkel einschließen. Verschließt man nun die beiden offenen Seiten durch eingekittete dreieckige Brettchen und füllt das Ganze mit Wasser an, so wird mittelst dieses Apparates das oben beschriebene farbige Bild der kreisrunden Oeffnung recht gut dargestellt werden können. — Um dass weiße Licht aus diesen farbigen Bestandtheilen zusammenzusetzen, theile man die kreisrunde Fläche eines Kreisels in 7 Kreisausschnitte, so dass diesen der Reihe nach die Mittelpunktswinkel von 80°, 40°, 60°, 60°, 48°, 27° und 45° entsprechen. Eben so große Kreisausschnitte schneide man aus violettem, dunkelblauen, hellblauen, grünen, gelben, orangegelben und roten Papiere und überklebe mit diesen die Kreisausschnitte des Kreisels. Wird nun das Kreisel in rasche Umdrehung versetzt, so erscheint die Scheibe desselben in einer schmutzig weißen Farbe. Reines Weiß kann hier nicht entstehen, weil der allmälige Uebergang von einer Farbe zur andern nicht vorhanden ist, und weil es ungemein schwierig ist, Papier von richtiger und ganz reiner Farbe zu erhalten.

§. 67. Der Regenbogen.

Wenn wir einen Regenbogen wahrnehmen sollen, so muss sich vor uns eine regnende Wolke, hinter uns die Sonne befinden. Wir erblicken alsdann am Himmelsgewölbe die Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett in herrlichen bogenförmigen Streifen über einander gelagert. Der rote Streifen ist am höchsten, der violette am weitesten gegen innen gelegen. Die Größe des Regenbogens richtet sich nach dem jeweiligen Stande der Sonne. Bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, wo die Sonne am tiefsten steht, ist er am größten, kleiner hingegen bei einem höheren Stande der Sonne, z. B. in den Mittagstunden. Hat die vor uns liegende regnende Wolke nur eine geringe Ausdehnung, so sehen wir nur ein farbiges Bogenstück, welches man eine Regengalle nennt. Manchmal erscheint über einem Regenbogen noch ein zweiter, in welchem die Streifen jedoch eine viel schwächere Färbung haben, und die Farben in umgekehrter Weise angeordnet sind. Man nennt dann den ersten den Hauptregenbogen, den zweiten den Nebenregenbogen.

Der Regenbogen entsteht durch die Brechung des Lichtes in den Regentropfen. Ist MNO (Fig. 49) der Durchschnitt eines Regentropfens und SM ein auffallender Sonnenstrahl, so wird derselbe bei seinem Eintritte in den Tropfen in der Richtung MN abgelenkt. In N wird das Licht nach O reflectiert und tritt bei O wieder in die Luft zurück, wobei es eine Brechung und Zerlegung in die farbigen Bestandtheile erfährt. Bei der in unserer Fig. 49 gezeichneten Stellung des Auges gelangen nur die grünen Strahlen in dasselbe, und es wird dies von allen Tropfen geschehen, welche dieselbe Lage zur Sonne haben. Da aber alle Tropfen dieser Beschaffenheit in einem Kreise liegen, so ergibt sich daraus die Wahrnehmung eines grünen Bogenstreifens. Auf ganz gleiche Weise ergibt sich die Entstehung der übrigen farbigen Streifen. Der Nebenregenbogen wird durch bedeutend höher liegende Regentropfen erzeugt, in welchen das Licht zweimal gebrochen und zweimal reflectiert

Fig. 49.



wird. Da hiedurch die Stärke des Lichtes bedeutend geschwächt wird, so ist leicht einzusehen, dass der Nebenregenbogen uns viel matter erscheint als der Hauptregenbogen.

§. 68. Einige Bedingungen des deutlichen Sehens.

Wenn wir einen Gegenstand deutlich sehen sollen, so muss derselbe hinreichend beleuchtet sein, er darf vom Auge nicht zu weit entfernt sein, demselben aber auch nicht zu nahe stehen. Ferner muss jeder Eindruck auf das Auge, wenn er eine deutliche Wahrnehmung erzeugen soll, durch eine bestimmte Zeit andauern. Eine abgeschossene Flintenkugel können wir während ihrer Bewegung nicht wahrnehmen, weil diese mit einer solchen Schnelligkeit vor sich geht, dass der Eindruck auf das Auge durch eine zu kurze Zeit andauert.

Lichteindrücke, welche sehr rasch auf einander folgen, erscheinen uns gleichzeitig. Wenn wir eine glühende Kohle im Kreise rasch drehen, so sehen wir einen feurigen Kreis, indem hier die Lichteindrücke so schnell auf einander folgen, dass wir die glühende Kohle gleichzeitig an allen Punkten ihrer kreislinigen Bahn wahrnehmen. Wenn man auf einer Seite einer kreisförmigen Scheibe einen Käfig zeichnet, auf der andern einen Vogel und die Scheibe mittelst zweier Schnüre in Umdrehungen versetzt, so erscheint uns der Vogel im Käfig u. ä. Dieses beliebte Spielzeug der Kinder ist unter dem Namen des Thaumatropen hinreichend bekannt.

§. 69. Der Magnet.

In den um die ehemalige Stadt Magnesia, unweit von Smyrna in Kleinasien, gelegenen Gebirgen fand man schon in den ältesten Zeiten Eisenerze, welche die Eigenschaft besitzen, Eisenstücke anzuziehen und mit einer gewissen Kraft festzuhalten. Solche Eisenerze findet man auch in dem Magnetberge des Uralgebirges, in den Eisenbergwerken Norwegens, ferner am Harz, im Erzgebirge u. a. O. Da sie jedoch zuerst in den Eisengruben Magnesias an den Tag gefördert wurden, nannte man sie *Magneteisensteine* oder auch im Gegensatze zu den künstlichen *Magneten*, welche man aus Stahl verfertigt, *natürliche Magnete*.

Die wunderbarsten Sagen waren früher über die Magnetsteine verbreitet. So die Sage von dem Schäfer *Magnes*, welcher am Berge Ida seine Heerde hütete und plötzlich stehen bleiben musste, weil seine Schuhe, welche mit eisernen Nägeln beschlagen waren, von dem Gesteine

festgehalten wurden. Die Seefahrer erzählten von einem Magnetberge auf einer im Norden gelegenen Insel. Dieser Magnetberg bestehe ganz aus dem Magnetsteine und ziehe schon in meilenweiter Entfernung aus den Schiffen die eisernen Klammern und Nägel heraus, so dass die Schiffe zerfallen und die Mannschaft derselben zu Grunde gehe. Diese beiden Sagen beruhen schon darum auf einem Irrthume, weil die Magneteisensteine, so lange sie sich im Lager befinden, gar keine Anziehung auf das Eisen ausüben. Diese Fähigkeit erhalten sie erst dann, wenn sie von der großen Masse losgebrochen sind. Auch Heilkraft schrieb man im Mittelalter dem Magneteisensteine zu; er wurde zu Pulver zerstoßen und den Kranken eingegeben, oder man verfertigte Heilpflaster aus demselben.

§. 70. Die Pole des Magnets.

An einem Faden befestige man ein Stückchen Eisen z. B. ein Stückchen Eisendraht. Man hat nun ein magnetisches Pendel, mit welchem man erkennen kann, ob ein Körper magnetisch ist oder nicht. Wird bei der Annäherung irgend eines Körpers an das Pendel der Eisendraht angezogen und festgehalten, so ist der genäherte Körper magnetisch; im entgegengesetzten Falle ist er es entweder gar nicht, oder sein Magnetismus ist so schwach, dass er das Drahtstückchen nicht in Bewegung zu setzen vermag. Nimmt man einen künstlichen Magnet von der Gestalt eines prismatischen Stabes und nähert denselben dem Pendel, so bringen die beiden Enden des Stabes auf dasselbe die kräftigste Wirkung hervor. Je weiter der genäherte Theil sich von dem Ende entfernt, desto schwächer wird seine Wirkung, und in der Mitte des Stabes endlich ist eine Stelle, welche gar keine Wirkung auf das Pendel äußert. Legen wir denselben Magnetstab in Eisenfeilspäne und drehen ihn darin mehrmals um, so setzen sich an den Enden ganze Büschelchen von Eisenfeilspänen an. Gegen die Mitte zu werden die aus den Eisenfeilspänen gebildeten Fäden immer kürzer, in der Mitte des Magnetstabes endlich finden wir gar keine Feilspäne mehr. Diese beiden Versuche zeigen deutlich, dass die magnetische Kraft nicht in allen Theilen des Stabes dieselbe Stärke besitzt. Sie ist am stärksten an den beiden Enden des Stabes, welche man *Pole* nennt, am schwächsten in der Mitte des Stabes, der sogenannten *Mittellinie*, deren einzelne Punkte auch *Indifferenzpunkte* heissen.

§. 71. Benennung der Pole eines Magnets.

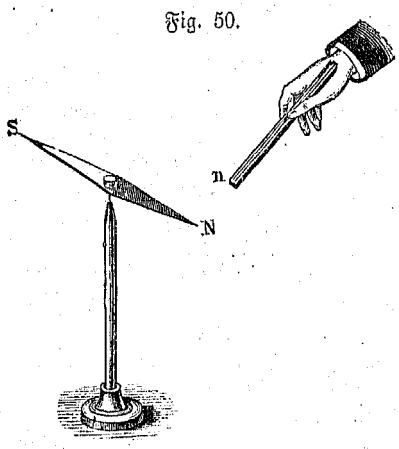
Einen Magnetstab von der in Fig. 50 (s. §. 72) abgebildeten Gestalt, welcher um eine verticale Axe leicht beweglich ist, nennt man eine Magnetnadel. Wenn wir eine solche

Magnetnadel an irgend einem Orte der Erde, wo keine Eisenmassen auf dieselbe einwirken, aufstellen, so wird sich die Nadel ohne unser Zuthun stets so stellen, dass ein Ende fast genau gegen Norden, somit das andere gegen Süden zeigt. Und so oft wir die Nadel aus dieser Stellung bringen, wird sie nach einigen Schwingungen immer wieder in dieselbe zurückkehren. Deshalb nennt man den Pol, welcher gegen Norden gerichtet ist, den Nordpol, den andern den Südpol.

In Folge dieser Eigenschaft können wir mit Hilfe einer Magnetnadel uns hinsichtlich der Weltgegenden orientieren, was namentlich für die Seefahrer, Feldmesser und Bergleute von großer Wichtigkeit ist. Zu diesem Zwecke wird eine um eine verticale Axe drehbare Magnetnadel im Mittelpunkte einer Windrose befestigt, und eine solche Vorrichtung heißt dann Compass oder Boussole. Wenn wir mittelst eines Compasses die Weltgegenden ganz genau bestimmen wollen, so müssen wir vor allem wissen, um wie viel die wirkliche Stellung der Magnetnadel von jener Richtung abweicht, die vollkommen genau nach Norden und Süden zeigt. Diese Abweichung, welche durch den Winkel gemessen wird, den jene beiden Richtungen einschließen, nennt man die magnetische Declination. Sie ist eine östliche oder westliche, je nachdem der Nordpol gegen Osten oder Westen abgelenkt erscheint. Die Größe der Abweichung ist veränderlich, jetzt ist sie in unseren Gegenden westlich und beträgt beiläufig 12°. Will man also die Weltgegenden genau bestimmen, so ist der Compass so einzustellen, dass die Magnetnadel mit der Linie NS der Windrose einen Winkel von 12° einschließt, und der Nordpol der Nadel links von dem Punkte N zu liegen kommt. Alsdann ist die Stellung der Windrose die richtige.

§. 72. Das Gesetz der Polarität.

Fig. 50.



Wenn man den Nordpol eines Magnetstabes n (Fig. 50) dem Nordpole einer Magnetnadel N nähert, so werden die beiden Pole sich gegenseitig fliehen, oder es wird N von n abgestoßen. Wird hingegen n dem Pole S genähert, so wird S von n schon aus einer beträchtlichen Entfernung angezogen. Ebenso fliehen sich gegenseitig der Südpol des Magnetstabes und der Südpol der Nadel, hingegen findet zwischen dem Südpole des Magnetstabes und

dem Nordpole der Nadel Anziehung statt. Hieraus ergibt sich das höchst wichtige Gesetz der Polarität: *Gleichnamige Pole stoßen sich ab, die ungleichnamigen ziehen sich an.*

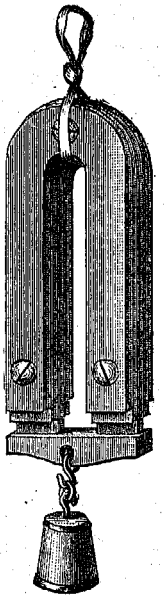
Das Gesetz der Polarität setzt uns in den Stand, an einem Magnete die beiden Pole zu bestimmen. Man nähere einen Pol des Magnets dem Nordpole der Nadel. Findet Anziehung statt, so ist der genäherte Pol der Südpol, im entgegengesetzten Falle ist er der Nordpol.

§. 73. Die Anfertigung künstlicher Magnete.

Die künstlichen Magnete verfertigt man aus Stahl. Das weiche Eisen eignet sich nicht dazu, indem dasselbe zwar augenblicklich magnetisch wird, wenn man es mit dem Pole eines Magnets in Berührung bringt, aber seinen Magnetismus auch augenblicklich wieder verliert, sobald diese Berührung aufgehoben wird. Hiervon kann man sich durch folgenden einfachen Versuch überzeugen: Von einem Eisendrahte zwicke man mittelst einer Zange mehrere Stückchen ab, jedes beiläufig $^1/_4$ Zoll lang. Bringt man den Pol eines Magnets in die Nähe eines solchen Eisenstückchens, so wird dasselbe angezogen und dadurch in einen Magnet verwandelt, denn es vermag nun ein zweites Eisenstückchen anzuziehen. Dieses zweite Stückchen zieht wieder ein drittes an u. s. f. Bei einem kräftigen Magnete erhält man eine ganze Kette von solchen an einander haftenden Drahtstückchen. Wird nun bei dem ersten Eisenstückchen die Berührung mit dem Pole des Magnets aufgehoben, so zerfällt die ganze Kette, indem alle diese Drahtstückchen plötzlich ihren Magnetismus verlieren.

Beim Stahle erfolgt zwar die Verwandlung in einen Magnet nicht so schnell wie beim weichen Eisen, aber der Stahl bleibt für immer magnetisch, sobald er einmal den Magnetismus angenommen hat. Um einen Stahlstab zu magnetisieren, streicht man denselben mit dem Pole eines kräftigen Magnets. Man legt nämlich den Stahlstab auf eine horizontale Unterlage und setzt auf ein Ende desselben den Pol des Magnets. Dieser wird nun langsam in einem ununterbrochenen Zuge bis an das andere Ende des Stabes fortgeführt. Hierauf kehrt man in der Luft, ohne den Stab mit dem Magnete zu berühren, an das erste Ende zurück und wiederholt diesen Strich 20- bis 30mal. Das Streichen von hufeisenförmigen Stahlstücken (Fig. 51), welche man *Lamellen* nennt, geschieht in ganz ähnlicher Weise. Auch die Lamelle

Fig. 51.



wird auf eine horizontale Unterlage gelegt; an die Enden derselben lege man jedoch ein Stück weiches Eisen und befestige das Ganze derartig, dass keine Verschiebung möglich ist. Ein hufeisenförmiger Magnet, welcher mit der Lamelle gleiche Breite hat, wird nun mit seinen Polen auf die Enden der Lamelle gesetzt und in ununterbrochenem Zuge bis über die Krümmung hinaus fortgeführt. Hierauf kehrt man wie im früheren Falle zu den Enden der Lamelle zurück und wiederholt mehrmals diesen Strich. Mehrere solche Lamellen (Fig. 51), mit ihren gleichnamigen Polen über einander gelegt und mittelst Schrauben an einander befestigt, bilden ein sogenanntes magnetisches Magazin oder eine magnetische Batterie, die sehr kräftige Wirkungen hervorbringt. An die Pole wird ein Stück weiches Eisen angelegt (der Anker genannt), welches mit einer Vorrichtung zur Anhängung von Gewichten versehen ist, um die Tragkraft des Magnets zu prüfen.

Magnete müssen an einem trockenen Orte aufbewahrt werden, damit sie nicht rosten. Man setze immer den Anker an und hänge ein mäßig großes Gewicht an denselben, welches der Magnet mit Leichtigkeit zu ertragen vermag. Auch liegend mit vorgelegtem Anker kann der Magnet aufbewahrt werden. Man soll ferner den Anker niemals mit Gewalt abreissen, sondern immer seitwärts langsam hinwegschieben. Deshalb ist auch beim Anhängen der Gewichte an den Anker, wenn man die Tragkraft des Magnets prüfen will, Vorsicht nötig, da durch die Befestigung eines allzu großen Gewichtes ein plötzliches Losreissen des Ankers erfolgen würde.

§. 74. Die elektrische Anziehung.

Schon im Alterthume war es bekannt, dass der Bernstein, wenn er mit einem Lappen aus Wollzeug gerieben wird, die Eigenschaft erhält, leichte Körperchen z. B. Papierschnitzeln, Federchen, Kügelchen aus Hollundermark u. ä. anzuziehen und nach geschehener Anziehung abzustoßen. Da der Bernstein im Griechischen Elektron heißt, nannte man die Anziehungskraft des Bernsteines Elektricität.

Diesen Zustand, in welchem sich der geriebene Bernstein befindet, können wir in vielen andern Körpern durch Reiben hervorrufen. Eine gewöhnliche Siegellackstange, mit einem Stück

Tuch gerieben, zieht ebenfalls leichte Körperchen an und stoßt sie sodann ab. Bedeutend kräftigere Elektricität wie an der Siegellackstange können wir mit einer Glasstange erzeugen, wenn wir dieselbe mit einem Lederfleck, auf welchem sich etwas Amalgam *) befindet, durch längere Zeit reiben. Die Anziehung und Abstoßung der schon erwähnten kleinen Körperchen erfolgt mit besonderer Lebhaftigkeit, und wenn wir die geriebene Stange der Oberfläche der Hand nähern, empfinden wir einen eigenthümlichen Kitzel, als ob wir in ein Spinnengewebe gerathen wären. Dies rührt daher, dass die kleinen Haare, welche auf der Hautoberfläche sich befinden, angezogen und abgestoßen, also in Bewegung gesetzt werden.

Wenn die Glasstange an einem warmen Sommertage oder in einem stark geheizten Zimmer hinreichend kräftig gerieben wurde, so springt auf den genäherten Knöchel des Fingers unter einem schwachen Geräusche, welches man Knistern nennt, ein Funke über, und wir empfinden ein Stechen in dem Finger. Dieser Funke heisst der elektrische Funke.

Die elektrische Anziehung unterscheidet sich von der magnetischen dadurch, dass bei der ersteren die angezogenen Körperchen nach geschehener Berührung von dem elektrischen Körper abgestoßen werden, hingegen der Magnet die angezogenen Eisentheilchen mit einer gewissen Kraft festhält. Die erwähnte Abstoßung rührt daher, dass das Papierschnitzel oder das Hollundermarkkügelchen durch die Berührung mit der geriebenen Glasstange dieselbe Elektricität erhält wie diese, und dass zwei Körper, welche dieselbe Elektricität besitzen, sich gegenseitig abstoßen, wie die gleichnamigen Pole zweier Magnete (§. 72).

§. 75. Leitung der Elektricität.

Man wickle von einer Gold- oder Silberschnur, oder von einer übersponnenen Saite den Metallfaden ab, befestige an einem Ende desselben ein kleines Papierscheibchen und halte das andere Ende in der Hand. Wird nun dem Scheibchen eine geriebene Glasstange genähert, so erfolgt zwar eine Anziehung, aber keine Abstoßung, indem die dem Scheibchen mitgetheilte Elektricität durch den Metallfaden zunächst in die Hand und von hier durch den übrigen Theil des Körpers auf den Erdboden abgeleitet wird. Befestigen wir das Papierscheibchen an einem Seidenfaden und wiederholen den Versuch ganz in derselben

*) Amalgam ist eine Metallmischung aus Zinn, Zink und Quecksilber. Der Lederfleck wird mit demselben eingerieben, nachdem man ihn früher mit einer ganz dünnen Fettschichte überzogen hat. Das beste Amalgam ist das Kienmayersche, welches jede Apotheke liefert.

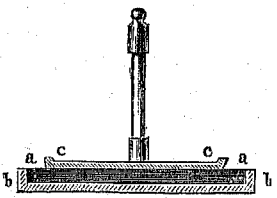
Weise, so erfolgt Anziehung und Abstoßung. Der Seidenfaden vermag nicht die Elektricität bis zur Hand fortzuleiten.

Es gibt demnach Körper, welche die Elektricität fortleiten, und andere, welche dies nicht vermögen. Die ersteren nennt man gute, die letzteren schlechte Elektricitätsleiter. Gute Leiter sind: die Metalle, Kohle, die Flüssigkeiten mit Ausnahme fetter Oele, feuchte Luft, Pflanzenkörper im saftreichen Zustande, feuchtes Papier, der Erdkörper, der thierische Körper u. a. m. Schlechte Leiter sind: Glas, alle Harze, fette Oele, Seide, Elfenbein, trockene Luft, Schwefel, Wolle u. a. m. Körper, welche weder zu den guten noch zu den schlechten Leitern gezählt werden können, nennt man Halbleiter. Als solche können Knochen, Kreide, feuchte Haare, trockenes Holz, trockenes Papier u. m. a. betrachtet werden.

§. 76. Der Elektricitätsträger (Elektrophor).

In einer Blechschüssel bb befindet sich ein Harzkuchen aa, bestehend aus Schellack, venetianischem Terpentin und Wachs. Auf dem Harzkuchen liegt ein kreisrunder Deckel cc aus Holz oder Pappe, welcher mit einem guten Elektricitätsleiter, in der Regel Staniol, überzogen ist. Der Deckel ist ferner mit einem gläsernen Handgriffe versehen (Fig. 52), oder es sind Seidenschnüre an demselben befestigt, um ihn derart abheben zu können, dass seine Elektricität nicht in die Hand übergehe.

Fig. 52.



Wird der Harzkuchen, nachdem man den Deckel bei Seite gelegt hat, mit einem Katzenfelle oder einem Fuchsschwanze durch einige Zeit gepeitscht, so wird er elektrisch. Hierauf setzt man den Deckel auf, berührt denselben mit der Hand und hebt ihn entweder mittelst des Handgriffes oder der seidenen Schnüre in die Höhe. Auf den genäherten Knöchel des Fingers springt nun ein ziemlich lebhafter Funke über. Das Aufsetzen und Abheben des Deckels kann wiederholt werden, ohne dass der Harzkuchen merklich an Elektricität verliert. Ja nach einigen Tagen wird derselbe noch elektrisch sein. Man nennt diesen Apparat, weil er die Elektricität so lange in sich erhält, Elektricitätsträger oder Elektrophor.

Um einen solchen Harzkuchen anzufertigen, nehme man 5 Theile Schellack, 1 Theil venetianischen Terpentin und 1 Theil Wachs. Ueber

einem gelinden Feuer schmelze man zuerst in einem Topfe das Wachs und den venetianischen Terpentin, und erst wenn diese beiden Stoffe flüssig sind, gebe man unter stetem Umrühren den Schellack hinzu. Die Blechschüssel, welche man vorerst etwas erwärmt, wird nun mit dieser Masse vollgeschüttet, und die Blasen, die sich meistens an den Rändern bilden, schneidet man mit einem scharfen Eisen hinweg.

Runde oder viereckige (am besten quadratförmige) Platten aus vulkanisiertem Gummi *) oder Gutta percha **) können ebenfalls als Elektrophore verwendet werden. Sind die Platten rund, so gibt man ihnen in der Regel einen Durchmesser von 8 bis 10″, sind sie quadratförmig, so ist eine Seitenlänge von 7 bis 9″ ausreichend. Eine solche Platte wird auf den Tisch gelegt oder mit Nägeln an einem ebenen Brette befestigt, und sodann peitscht man sie mit einem Lappen von Wollzeug oder mit einem Pelzwerk, oder fährt mehrmals über dieselbe mit den Federn eines sogenannten Abstaubers, als ob man dieselbe vom Staube reinigen wollte. Dadurch wird sie elektrisch. Die Einrichtung des Deckels ist dieselbe wie bei dem Harz-Elektrophor, auch geschieht das Aufsetzen und Abheben des Deckels ganz in der früher beschriebenen Weise.

§. 77. Das Gewitter.

Der Naturforscher Wall, welchem es im Jahre 1708 gelang, mittelst eines großen geriebenen Harzcylinders kräftige elektrische Funken zu erzeugen, war der erste, welcher den elektrischen Funken mit dem Blitze verglich. Zur Gewissheit wurde jedoch Wall's Ansicht erst durch den Nordamerikaner Franklin erhoben, welcher nachwies, dass die atmosphärische Luft wirklich Elektricität enthält, und dass namentlich die Gewitterwolken sehr stark mit Elektricität geladen sind.

Franklin bediente sich, da ihm keine andern Mittel zu Gebote standen, zu seinen Untersuchungen eines Drachen, den er zur Zeit eines herannahenden Gewitters steigen ließ. Er verfertigte aber denselben aus Seidenzeug, indem Papier durch den Regen aufgeweicht und sodann leicht zerrissen wird. Am Ende des verticalen Stabes im Drachen befestigte er einen guten Elektricitätsleiter, nämlich eine Spitze aus Metall. Diese Spitze stand mit der Schnur, an welcher man den Drachen steigen ließ, in leitender Verbindung. Durch längere Zeit schwebte der Drachen in der Höhe, ohne dass eine Spur von Elektricität bemerkt werden konnte. Nachdem aber durch den herabfallenden Regen die Schnur hinreichend befeuchtet war, wodurch sie sich in einen guten Elektricitätsleiter verwandelte,

*) Das vulkanisierte Gummi, welches von jedem Mechaniker bezogen werden kann, ist Kautschuk (Gummi elasticum), dem etwas Schwefel beigemengt ist.

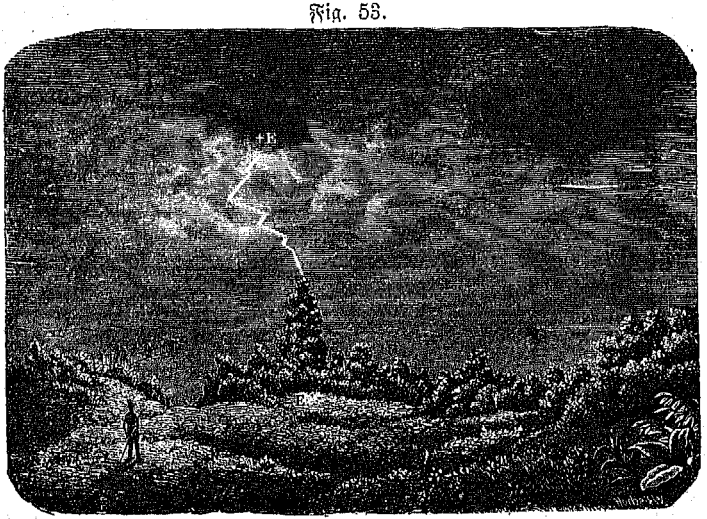
**) Gutta percha ist der getrocknete Saft eines in Ostindien vorkommenden Baumes.

hoben sich die Fasern derselben empor, und ein eigenthümliches Geräusch ließ sich vernehmen. Franklin näherte nun den Knöchel des Fingers dem Ende der Schnur, und es sprang zu seiner Freude ein Funke über, welchem bald mehrere folgten. Den ersten Versuch machte Franklin in Begleitung seines Sohnes im Juni 1752.

Im Jahre 1753 kam de Romas auf den Gedanken, in die Schnur, an welcher er den Drachen steigen ließ, einen feinen Metalldraht einzuflechten und sie so in einen sehr guten Elektricitätsleiter zu verwandeln. Indem er dem Schnurende einen metallischen Leiter gegenüber stellte, welcher mit dem Erdboden in Verbindung stand, erhielt er die glänzendsten Resultate, welche die elektrische Natur des Gewitters zweifellos darthaten. „Man denke sich," schreibt de Romas selbst, „Feuerstreifen von 9—10′ Länge und 1″ Dicke, von einem Krachen begleitet, welches eben so stark, ja stärker ist als ein Pistolenschuss. In weniger als einer Stunde erhielt ich 30 solcher Funken, tausend andere nicht zu zählen, welche 7 und weniger Fuß lang waren."

Der Blitz ist demnach ein mächtiger elektrischer Funke, der entweder von einer Wolke auf eine andere oder auf die Erde überspringt. In letzterem Falle sagt

Fig. 53.



man, dass der Blitz einschlage. Fig. 53 zeigt uns das Ueberspringen des zickzackförmigen Blitzes auf einen Baum. Oft

erscheint uns der Blitz nicht zickzackförmig, sondern er durchzuckt als ein gleichförmiger Lichtschimmer die Wolke und macht die äußeren Umrisse derselben für einen Augenblick sichtbar. Die Blitze, welche in einer hellen Zickzacklinie den Himmel durchfurchen, sind oft Meilen lang, wie uns Leute versichern, die zur Zeit eines Gewitters auf hohen Bergen sich befanden, somit die unter ihnen schwebenden Gewitterwolken genau beobachten konnten.

Das Einschlagen des Blitzes ist oft von den furchtbarsten Folgen begleitet. Holzmassen werden gespalten und zersplittert, und wenn sie trocken sind, verkohlt oder entzündet. Dünnere Metallstücke werden meist geschmolzen, ja selbst wenn der Blitz in das Erdreich eindringt, kennzeichnet er den Weg, den er genommen, durch die sogenannten Blitzröhren, indem das Erdreich an den Stellen, welche er durchdringt, durch das Schmelzen der Sandkörner eine eigenthümliche schwärzliche oder graue Färbung erhält. Lebende Wesen werden durch den Blitz meist augenblicklich getödtet, ohne dass bedeutende äußere Verletzungen stattfinden. Der plötzliche Tod erfolgt also höchst wahrscheinlich durch eine Vernichtung der Nerventhätigkeit.

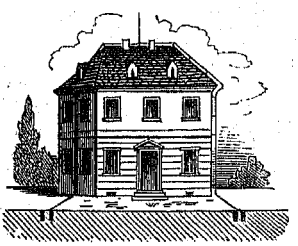
Dass der Blitz in einer Zickzacklinie sich fortpflanzt, folgt daraus, dass der Blitz die Luftschichten, welche er trifft, mächtig verdichtet. Diesen verdichteten Luftschichten sucht er auszuweichen und schlägt eine neue Richtung ein, in welcher er abermals die Luftschichten verdichtet u. s. f. Durch diese mächtigen Erschütterungen wird nun die Luft in kräftige Schwingungen versetzt, welche einen ebenso kräftigen Schall erzeugen; es ist dies der Donnerschlag. So oft also der Blitz von seinem Wege abspringt, erfolgt ein neuer Donnerschlag, und da dies an Stellen geschieht, welche von uns verschiedene Entfernungen haben, so werden die einzelnen Donnerschläge nicht gleichzeitig, sondern nach einander gehört, wodurch das bekannte Rollen des Donners entsteht. In Gebirgsgegenden, wo die Donnerschläge mehrfache Reflexionen erleiden, ist das Rollen des Donners bedeutend anhaltender, als auf dem Flachlande. Durch die Zeit, welche zwischen der Wahrnehmung des Blitzes und des Donners vergeht, kann man annäherungsweise die Entfernung der Gewitterwolken bestimmen. Man rechnet auf je eine Secunde eine Entfernung von 1000'.

Ist der Blitz nicht von dem Rollen des Donners begleitet, so nennt man die Erscheinung das Wetterleuchten. Dies rührt entweder von einem sehr weit entfernten Gewitter her, oder es finden zwischen den Wolken nur sehr schwache elektrische Entladungen statt.

§. 78. Der Blitzableiter.

Derselbe Franklin, von welchem wir im vorhergehenden Paragraphe sprachen, ist der Erfinder des Blitzableiters, durch welchen man das Einschlagen des Blitzes für Gebäude gefahrlos zu machen sucht. Der Blitzableiter besteht aus der Auffangstange und der Ableitungsstange. Erstere ist eine Eisenstange, welche vertical auf dem Dachstuhle befestigt wird, so dass sie alle übrigen Theile des Gebäudes überragt. Oben an der Spitze ist sie mit einem edlen Metalle, entweder Gold oder Platin überzogen, damit sie nicht roste. An den untern Theil der Auffangstange schließt sich die Ableitungsstange an, welche zunächst über das Dach und von da an dem Gebäude nach abwärts geführt wird. In einiger Entfernung von dem Gebäude verläuft sie tief in das feuchte Erdreich. Die Ableitungsstange besteht ebenfalls aus Eisen oder auch aus Kupfer, und wird, um das Rosten zu vermeiden, mit einer Farbe überstrichen, der gut leitender Kienruss beigemischt ist.

Fig. 54.



Die Wirkung des Blitzableiters besteht darin, dass der herannahende Blitz auf die Auffangstange überspringt und durch die Ableitungsstange, ohne einen Schaden zu verursachen, in das Erdreich geleitet wird.

Blitzableiter sind namentlich für Pulverthürme, überhaupt für solche Gebäude, in denen bedeutende Vorräthe von brennbaren Stoffen aufbewahrt werden, von höchster Wichtigkeit. Für ein Gebäude von großer Ausdehnung ist jedoch eine Auffangstange nicht ausreichend, indem sich, sowie die Erfahrung bestätigt, die Wirkung der Auffangstange nur auf einen Kreis erstreckt, dessen Halbmesser doppelt so groß ist, wie die Höhe der Stange.

§. 79. Verhalten während des Gewitters.

Was unser Verhalten während des Gewitters anbelangt, so hüte man sich vor allem in der Umgegend der höchste Gegenstand zu sein und vermeide so viel als möglich die Nähe guter Elektricitätsleiter. Thürme und Schornsteine sind dem Blitzschlage stark ausgesetzt, indem sie die übrigen Theile des Gebäudes überragen und nebstdem noch mit guten Leitern in Verbindung stehen. In den Thürmen befinden sich nebst

verschiedenen Metallmassen die Glocken, in den Schornsteinen der gut leitende Kienruss. Auch die Nähe von hohen Bäumen ist gefährlich, theils wegen ihrer Höhe, theils weil sie in Folge der in ihnen befindlichen Säfte gute Elektricitätsleiter sind. Allein auch ganz freie und baumlose Flächen sind kein passender Aufenthaltsort, weil man an solchen Orten der Gewitterwolke näher ist, als die übrigen Gegenstände. Da Rauch und Dunst gute Elektricitätsleiter sind, meide man Orte, welche mit diesen Stoffen angefüllt sind, und setze auch nicht den eigenen Körper, wenn man im Freien von einem Gewitter überrascht wird, durch schnelles Laufen einer starken Erhitzung aus. Ein ängstliches Schließen der Fenster ist ganz grundlos, doch öffne man nicht gleichzeitig Fenster und Thüre, um nicht einen heftigen Luftzug zu erzeugen. Das Oeffnen eines oder mehrerer Fenster, wenn dies nicht ein allzu starker Wind verhindert, wird sogar von Vielen angeraten, indem dadurch einerseits die gut leitenden Dünste beseitigt werden, andrerseits aber dem Blitze, wenn er in das Zimmer einschlagen sollte, ein Ausweg offen gelassen ist. Auch sind, falls der Blitz einschlagen sollte, bei geöffnetem Fenster die im Zimmer befindlichen Personen, wenn sie sonst durch den Blitz keine Beschädigung erfahren, nicht so sehr dem Erstickungstode preisgegeben. Auf jedem Falle ist es aber bei einem nahen und starken Gewitter rätlich, das Feuer in dem Herde ausgehen zu lassen, um nicht durch die aufsteigende Rauchsäule dem Blitze einen leitenden Weg darzubieten.

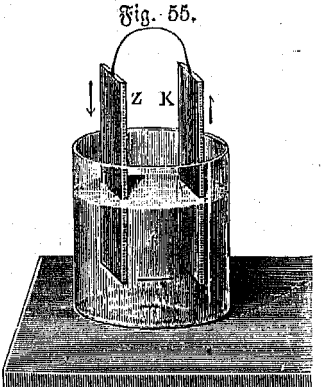
§. 80. Berührungs-Elektricität.

Die Elektricität, welche wir an der geriebenen Siegellackstange, an der mit dem Lederflecke geriebenen Glasstange, an dem Elektrophor erzeugen, entsteht durch Reibung und heisst daher Reibungs-Elektricität. Es kann aber auch durch die Berührung zweier ungleichartigen Stoffe z. B. Zink und Kupfer, oder Zink und Kohle u. s. w. Elektricität erzeugt werden, welche Berührungs-Elektricität oder galvanische Elektricität heisst. Letzteren Namen erhielt sie daher, weil Galvani, Professor der Medicin in Bologna, durch seine Untersuchungen zur Entdeckung dieser Elektricität Veranlassung gab.

Der erste, welcher nachwies, dass durch die Berührung zweier ungleichartigen Metalle, und zwar durch die Berührung von Zink und Kupfer Elektricität erregt wird, war Volta. Aus diesem Grunde wird auch manchmal die Berührungs-Elektricität Voltaische Elektricität genannt.

Wenn man eine Zinkplatte und eine Kupferplatte in Berührung bringt, so werden dieselben elektrisch, allein die Elektricität ist so schwach, dass man die empfindlichsten Untersuchungsmittel anwenden muss, um sich von ihrem Vorhandensein zu überzeugen. Kräftiger erfolgt die Erregung der Elektricität, wenn man die beiden Platten nicht in unmittelbare Berührung bringt, sondern durch eine gut leitende Flüssigkeit trennt. Zu diesem Zwecke nehme man zwei große Platten aus Zink und Kupfer und tauche sie in ein Gefäß, in welchem sich angesäuertes Wasser*) befindet, jedoch so, dass sie mit ihren oberen Enden aus der Flüssigkeit hervorragen. Die Platten sind nun an den hervorragenden Enden elektrisch, und wenn wir dieselben durch einen gut leitenden Draht außerhalb der Flüssigkeit, wie dies Fig. 55 zeigt, in leitende Verbindung setzen, so geht die Elektricität vom Kupfer durch den Draht zum Zink, und von diesem durch die Flüssigkeit f zum Kupfer zurück. Eine solche Vorrichtung heißt ein Galvanisches oder Voltaisches Element. Sind die Platten in leitende Verbindung gesetzt, so ist die Kette geschlossen; im entgegengesetzten Falle ist die Kette geöffnet, und die soeben erwähnte Strömung der Elektricität von K zu Z, welche einem Kreislaufe ähnlich ist, findet nicht statt.

Fig. 55.



Durch die Verbindung von mehreren solchen Elementen erhält man eine Voltaische oder Galvanische Batterie.

Fig. 56.

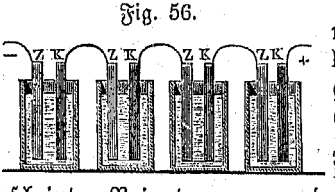


Fig. 56 zeigt eine Batterie von 4 Elementen. Die Verbindung ist in der Weise hergestellt, dass die Kupferplatte eines jeden Elementes mit der Zinkplatte des nächstfolgenden durch einen Draht verbunden erscheint. Bringt man nun den Draht der letzten Kupferplatte (+) dem Drahte der ersten Zinkplatte (−) recht nahe, so wird,

*) Man gieße in das Wasser langsam einige Tropfen Schwefelsäure.

wenn die beiden Drahtenden blank geschabt sind, ein kleiner Funke überspringen, welcher uns von dem Vorhandensein der Elektricität überzeugt. Lebhafter ist der Funke, wenn wir ein Drahtende in ein Näpfchen tauchen, das mit Quecksilber angefüllt ist, und das andere Drahtende der Oberfläche des Quecksilbers nähern.

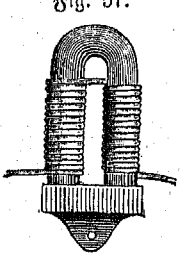
Sehr bequem beim Gebrauche ist die nach ihrem Erfinder benannte Smee'sche Batterie. Die leitende Flüssigkeit ist hier verdünnte Schwefelsäure, und jedes Element besteht aus zwei Zinkplatten, zwischen denen eine mit Platinmoor überzogene Silberplatte sich befindet. Um recht viele Berührungsstellen mit der Flüssigkeit zu haben, ist die Silberplatte gerippt. Die Verbindung der einzelnen Elemente geschieht ganz in der Weise, wie bei der Zink-Kupfer-Batterie, und die einzelnen Platten sind in der Regel an einem Brette befestigt, das mittelst einer Kurbel gehoben und gesenkt werden kann. Vor dem Gebrauche füllt man die Glasgefäße mit verdünnter Schwefelsäure und senkt nun mittelst der Kurbel die Platten herab, so dass sie in die Flüssigkeit tauchen. Nach dem Gebrauche hebt man die Platten wieder empor, lasse aber ja nicht die Flüssigkeit in den Zellen, weil die aus der Schwefelsäure emporsteigenden Dünste das Zink angreifen. Um die Batterie recht lange im guten Zustande zu erhalten, ist es auch rätlich, nach dem Gebrauche eine der Zellen mit reinem Wasser zu füllen und durch Emporheben dieser Zelle die Platten so tief als möglich unter das Wasser zu tauchen, damit die an denselben hängenden Theilchen der Schwefelsäure beseitiget werden.

§. 81. Der Elektromagnet.

Wenn man den elektrischen Strom in geringer Entfernung bei einem Stäbchen aus weichem Eisen vorbeileitet, so wird dasselbe magnetisch. Ein Magnet, welcher seinen Magnetismus durch den elektrischen Strom erhält, heißt ein Elektromagnet. Die Elektromagnete sind die kräftigsten Magnete, welche erzeugt werden können, doch ist ihr Magnetismus kein bleibender; er verschwindet, sobald die Kette geöffnet wird.

Um einen kräftigen Elektromagnet zu erhalten, gibt man dem weichen Eisen die Gestalt eines Hufeisens (Fig. 57) und umwickelt dasselbe mit einem Kupferdrahte. Der Kupferdraht ist mit Seide umsponnen, damit die Elektricität nicht von einer Windung auf die andere übergehe, sondern die Windungen einzeln durchströme, wodurch der elektrische Strom recht oft um das weiche Eisen herumgeführt wird. Die Enden dieses Drahtes verbindet man mit den Enddrähten einer galvanischen Batterie. Der genäherte Anker wird nun angezogen, und es kann durch An-

Fig. 57.

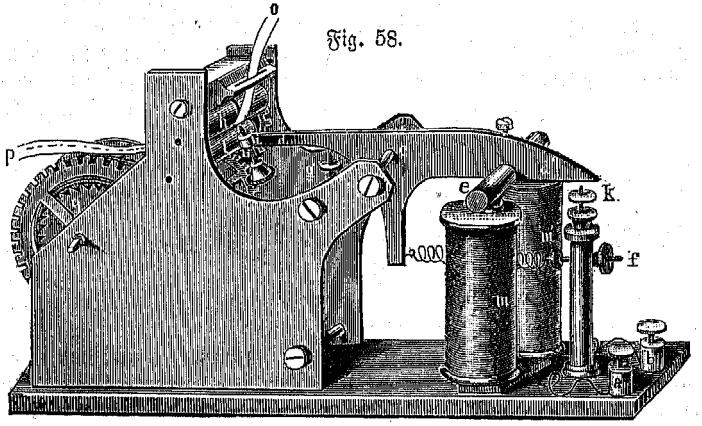


hängung von Gewichten die Tragkraft des Elektromagnets geprüft werden. Die Tragkraft des Elektromagnets ist von der Stärke der galvanischen Batterie, von der Anzahl der Windungen des Kupferdrahtes und von der Dicke des Eisenkernes abhängig.

§. 82. Der Telegraph.

Der Telegraph, dessen Einrichtung wir hier betrachten wollen, ist der von dem Nordamerikaner Morse erfundene Drucktelegraph. Die Säulen m und m′ (Fig. 58) sind die Eisenkerne eines Elektromagnets. Die Stange dd′, welche an einem Ende ein Stück weiches Eisen e, am andern Ende einen Metallstift i trägt, ist um den Punkt c drehbar. Eine Vorrichtung, die einem Uhrwerke ähnlich ist, dreht die beiden Walzen h und l im entgegengesetzten Sinne, welche hiedurch einen zwischen ihnen befindlichen Papierstreifen op gleichmäßig fortbewegen. Wird nun der elektrische Strom durch die Draht-

Fig. 58.



windungen des Elektromagnets geleitet, so ziehen die beiden Pole desselben das weiche Eisen e an. Das Ende d′ bewegt sich nach abwärts, wird aber durch den Kopf des Schräubchens k, in seiner Bewegung gehemmt, so dass eine Berührung zwischen dem weichen Eisen e und den Polen des Elektromagnets nicht erfolgen kann. Bewegt sich d′ nach abwärts, so macht das Ende d die entgegengesetzte Bewegung und drückt den Stift i gegen den Papierstreifen op. Durch das Oeffnen der Kette verlieren m und m′ ihren Magnetismus, die An-

ziehung des Eisens e hört auf, und die elastische Feder bei f, welche in ihre frühere Lage zurückzukehren strebt, führt auch dd' wieder in seine frühere Lage zurück.

Es ist leicht einzusehen, dass der Stift i entweder einen Punkt oder einen Strich in den Papierstreifen op drückt, je nachdem die Kette nur einen Augenblick oder etwas länger geschlossen bleibt. Durch die verschiedene Zusammenstellung von Punkten und Strichen ist das telegraphische Alphabet gebildet.

So lässt sich z. B. das Wort „Troppau" in folgender Weise darstellen:

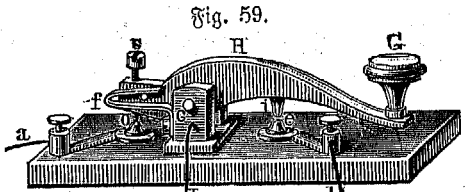
— ·—· ·—··· ····· ·—· ··—

t r o p a u

Ein geübter Telegraphist vermag in einer Minute bis 100 Buchstaben auszudrücken und braucht nicht, um den Inhalt des Telegramms zu erfahren, auf den Papierstreifen hinzusehen, indem ihn das Geklapper, welches dd' bei seiner Bewegung erzeugt, die Depesche ganz gut verstehen lässt.

Der in Fig. 58 gezeichnete Bestandtheil heisst der Schreibapparat. Weiter bedarf man einer Vorrichtung, um die Kette rasch und bequem schließen und öffnen zu können. Diese Vorrichtung ist der Drücker oder Schlüssel, welchen Fig. 59 darstellt.

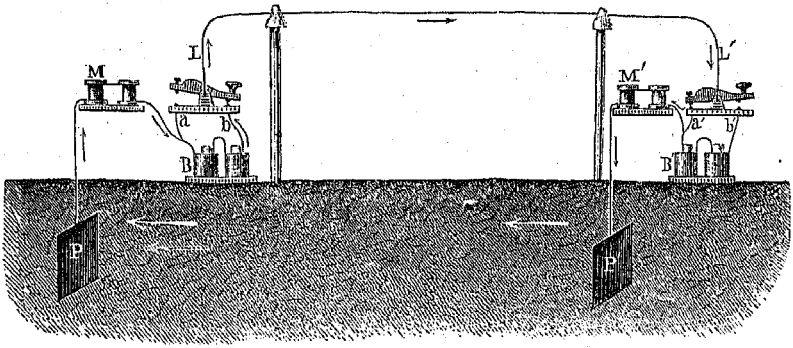
Fig. 59.



GH ist um die Axe c drehbar, welche in einem metallenen, also gut leitenden Lager ruht. In der Ruhelage ist GH durch die elastische Feder bei f in einer solchen Stellung, dass das Ende der Schraube S auf dem metallenen Knopfe o aufliegt, der mit der Klemmschraube a in leitender Verbindung steht. In diesem Falle ist die Kette geöffnet. Wird der Schlüssel bei G niedergedrückt, so dass die Metallknöpfe i und e sich berühren, von welchen der letztere mit der Klemmschraube b leitend verbunden ist, so ist die Kette geschlossen. Dies ersieht man ganz deutlich aus Fig. 60, welche die Verbindung zweier Stationen zeigt. An der in unserer Zeichnung links liegenden Station ist der Schlüssel niedergedrückt. Der Strom geht durch L in die Hauptleitung, durch L' in den Drücker der zweiten Station, von a' in den Schreibapparat M', und von diesem in die Kupferplatte P', welche tief in die Erde eingesenkt ist. Das feuchte Erdreich, ein sehr guter Elektricitätsleiter, führt nun

den Strom zur Platte P, von wo er zu dem Schreibapparate M, zur Batterie B, und durch diese endlich zu b zurückgeführt wird. Der Kreislauf des Stromes ist also aLL'a'M'P'PMBb.

Fig. 60.

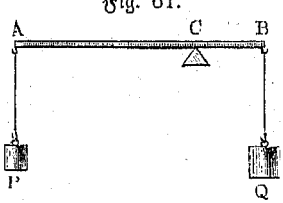


Den feuchten Erdboden zur Rückleitung des elektrischen Stromes zu verwenden, wodurch ein zweiter Draht zwischen den einzelnen Stationen erspart wird, war Steinheil's Gedanke, der sich überhaupt um die Telegraphie große Verdienste erworben hat. — Wenn wir einen Rückblick auf die Einrichtung des Morseschen Telegraphen machen, so finden wir, dass seine Einrichtung einerseits auf der magnetisierenden Wirkung des elektrischen Stromes, andrerseits aber auf dem Umstande beruht, dass ein galvanischer Strom durch Drähte, welche in einer schlechtleitenden Hülle sich befinden, in große Entfernungen fortgeleitet werden kann.

§. 83. Der Hebel.

Beim Telegraphen sagten wir, dass die Stange dd', welche an einem Ende das weiche Eisen e, an dem andern den Metallstift i trägt, um den Punkt c drehbar sei. Gleichzeitig findet auch diese Stange im Punkte c ihre Unterstützung. Eine unbiegsame Stange, welche in einem Punkte unterstützt ist und sich um denselben drehen läßt, heißt ein Hebel.

Fig. 61.



Ist die Stange AB (Fig. 61) im Punkte C unterstützt und um denselben drehbar, so stellt AB einen Hebel vor; C ist der Unterstützungspunkt oder Drehungspunkt des Hebels, und die beiden Theile AB und BC nennt man die Hebelarme. Werden in den Punkten A und B Gewichte P und Q an-

gehängt, so streben diese den Hebel im entgegengesetzten Sinne zu drehen. P sucht AC nach abwärts, somit BC nach aufwärts zu bewegen, hingegen Q den Arm BC nach abwärts, somit AC nach aufwärts.

Liegt C in der Mitte der Hebelstange AB, in welchem Falle der Hebel gleicharmig heifst, so herrscht Gleichgewicht, wenn die beiden Gewichte P und Q gleich groß sind. Ist aber der Hebel ungleicharmig (wie in Fig. 61), so mufs das an dem kürzeren Theile BC befestigte Gewicht Q größer als P sein, und Gleichgewicht wird dann bestehen, wenn P so oftmal in Q enthalten ist, wie BC in AC. Wäre AC = 30″, BC = 10″ und P = 2 ℔, so müßte Q = 6 ℔ sein, denn 2 ist in 6 eben so oftmal enthalten, wie 10 in 30.

Es versteht sich von selbst, dafs dieses Gesetz für den Hebel erst dann seine volle Giltigkeit hat, wenn der Einfluss der Schwerkraft auf den Hebel aufgehoben ist. Bei einem ungleicharmigen Hebel (wie in Fig. 61) hat nämlich der längere Hebelarm AC ein größeres Gewicht als der kürzere BC und senkt sich herab. Dieses Uebergewicht des längeren Hebelarmes kann durch Anhängung eines entsprechenden Gewichtchens bei B, dessen Grösse man durch Versuche ermittelt, beseitigt werden. Ist dies geschehen, so wird man die Richtigkeit des obigen Gesetzes durch den Versuch vollkommen bestätigt finden. Bei einem gleicharmigen Hebel ist der Einfluss der Schwerkraft auf denselben nicht zu berücksichtigen, indem seine Arme gleich lang sind, somit auch gleiches Gewicht haben, vorausgesetzt, dafs beide Arme aus demselben Stoffe verfertigt sind und dieselbe Gestalt haben.

§. 84. Die Krämerwage.

Jede Vorrichtung, mit welcher man das Gewicht der Körper bestimmen kann, heifst eine Wage. Der Hauptbestandtheil der sogenannten Krämerwage (auch gemeine Wage genannt) ist der Wagebalken. Dieser ist ein gleicharmiger Hebel, an welchem über oder unter der Drehungsaxe senkrecht auf der Längenrichtung des Wagebalkens die Zunge angebracht ist, welche erkennen läfst, ob sich der Wagebalken in horizontaler Lage befindet. Da nämlich die Zunge auf dem Wagebalken senkrecht steht, so ist sie bei horizontaler Lage des Wagebalkens in verticaler Stellung. Die Vorrichtung, in welcher die Axe befestigt ist, heifst die Scheere der Wage, und es ist in derselben meist eine Spitze oder ein kleines Knöpfchen angebracht, mit welchem die Spitze der Zunge bei verticaler Stellung zusammenfällt. Bei Wagen, welche zu sehr genauen Abwägungen bestimmt sind, spielt die Zunge in der Regel auf einem kleinen Kreisbogen ein, und

ihre Spitze fällt bei horizontaler Lage des Wagebalkens mit dem in der Mitte des Bogens befindlichen Theilstriche zusammen. Fig. 30 (s. §. 37) stellt eine Wage mit einer solchen Vorrichtung dar. An den beiden Enden des Wagebalkens sind mittelst Schnüre oder Kettchen die beiden Wagschalen befestigt, von denen eine zur Aufnahme des abzuwägenden Körpers, die andere zur Aufnahme der Gewichte bestimmt ist.

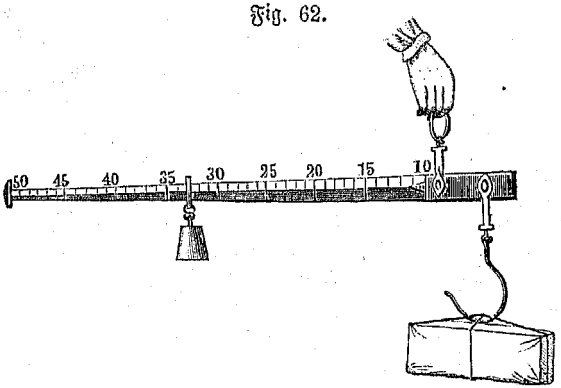
Von jeder guten Wage wird gefordert, dass sie 1) richtig und 2) empfindlich sei. Wenn der Wagebalken, sobald die beiden Wagschalen entweder gleich stark oder gar nicht belastet sind, bei jeder Temperatur in horizontaler Lage verbleibt, so sagt man, dass die Wage richtig ist. Empfindlich ist die Wage dann, wenn der Wagebalken merklich aus seiner horizontalen Lage heraustritt, sobald bei gleicher Belastung der beiden Wagschalen auf eine derselben auch nur ein ganz kleines Gewichtchen zugelegt wird.

Es gibt so empfindliche Wagen, dass an denselben ein ganz kleines Papierschnitzelchen, ein Sandkörnchen u. dgl. schon einen merklichen Ausschlag des Wagebalkens bewirken. Bei einer solchen Wage müssen die Arme des Wagebalkens möglichst lang, hingegen das Gewicht desselben, ferner das Gewicht der Wagschalen und der Belastung recht gering sein. Wagen, mit welchen Körper von größerem Gewichte abgewogen werden sollen, können diese Bedingungen nicht erfüllen, was jedoch im Verkehre durchaus keinen Nachtheil bringt, indem bei Abwägungen von Zucker, Kaffee u. dgl. ein Gran oder gar ein Bruchtheil eines Granes von keiner Bedeutung sind. Auch würde bei derartigen Abwägungen durch sehr empfindliche Wagen nur unnötig Zeit vergeudet werden.

§. 85. Die Schnellwage.

Die Schnellwage ist ein ungleicharmiger Hebel. Am kürzeren Hebelarme befindet sich entweder eine Wagschale, oder

Fig. 62.



es wird daselbst mittelst eines Hakens (s. Fig. 62) der abzuwägende Körper befestigt. Der längere Arm trägt ein verschiebbares Gewicht, das Laufgewicht oder der Laufer genannt. Am zweckmäßigsten ist es, die Schnellwage so anzufertigen, dass der Wagebalken ohne Waare und ohne Laufgewicht horizontal liegt. In diesem Falle braucht man, um das Gewicht der Waare zu finden, nur die Zahl des Theilstriches, an welchem der Laufer der Waare das Gleichgewicht hält, mit dem Gewichte des Laufers zu multiplicieren.

Wo es sich nicht um eine sehr genaue Abwägung von solchen Körpern handelt, die ein großes Volumen haben, wie z. B. beim Abwägen der Rosshaare u. dgl. wird die Schnellwage mit Vortheil angewendet. Mit der in Fig. 62 abgebildeten Schnellwage können nur solche Körper gewogen werden, welche wenigstens 10mal so schwer sind wie das Laufgewicht.

§. 86. Die Rolle.

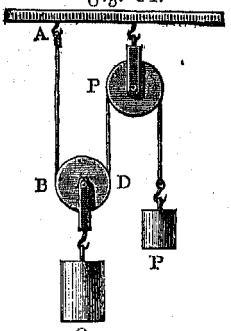
Unter einer Rolle versteht man eine kreisrunde Scheibe, welche um ihre Axe drehbar ist. An dem Umfange der Rolle befindet sich eine Vertiefung (Furche) zur Aufnahme einer Schnur. Ist die Axe der Rolle unbeweglich, so heißt dieselbe eine fixe Rolle. Die fixe Rolle findet bei Maschinen eine vielfache Anwendung, indem mittelst derselben die Richtung einer Kraft beliebig abgeändert werden kann. Fig. 63 zeigt, wie die in horizontaler Richtung wirkende Kraft P durch die Rolle in einen Zug nach aufwärts oder abwärts verwandelt wird. Ist nämlich P größer als Q, so wird das Gewicht Q gehoben, im entgegengesetzten Falle sinkt es herab. Sind P und Q gleich, so bleibt Q im Zustande der Ruhe.

Fig. 63.

Wenn die Axe einer Rolle beweglich ist, so heißt sie eine bewegliche Rolle. Eine solche Rolle kommt niemals allein vor, sondern immer in Verbindung mit einer fixen Rolle. Fig. 64 stellt die Verbindung von zwei solchen Rollen dar. Die Schnur, welche an einem Häkchen in A befestigt ist, geht um den unteren Theil BD der beweglichen Rolle, hierauf nach aufwärts und über die fixe Rolle. Die Vorrichtungen, in welchen die Axen der Rollen befestigt sind, heissen die Scheeren derselben, und wir sehen die Scheere der beweglichen Rolle

nach abwärts, hingegen die der fixen Rolle nach aufwärts gekehrt. An der Scheere der beweglichen Rolle ist mittelst eines Häkchens die Last Q angebracht, und die Kraft P, welche dieser Last das Gleichgewicht zu halten oder dieselbe emporzuheben bestimmt ist, wirkt an dem Ende des über die fixe Rolle geführten Schnurtheiles. Sind die Schnüre parallel, so vertheilt sich die Last Q gleichmäßig auf beide Schnurtheile. Der auf AB wirkende Zug wird durch den Widerstand des Häkchens in A aufgehoben, und dem auf den anderen Schnurtheil wirkenden Zuge hält ein diesem Zuge gleiches Gewicht P das Gleichgewicht. Es braucht also P nur die Hälfte von Q betragen, wenn Gleichgewicht bestehen soll.

Fig. 64.



Wird P größer als die Hälfte von Q, so sinkt P herab. Dadurch wird der Schnurtheil ABDP verkürzt und die Rolle BD zugleich mit der Last Q gehoben. Die Vorrichtung in Fig. 64 setzt uns demnach in den Stand, eine Last durch eine Kraft emporzuheben, welche um ein Geringes größer ist als die Hälfte dieser Last. Ist bei einer Maschine die Kraft kleiner als die gehobene Last, so sagt man, dass Kraftersparnis stattfinde.

Findet bei einer fixen Rolle auch Kraftersparnis statt? — Sind die beiden Schnüre bei der beweglichen Rolle nicht parallel, so ist das Kraftersparnis geringer, denn in diesem Falle ist für den Zustand des Gleichgewichtes die Kraft größer als die halbe Last. — Will man die Richtigkeit dieser Gesetze durch Versuch nachweisen, so muss vor allem an das Ende des über die fixe Rolle geleiteten Schnurtheiles ein kleines Gewichtchen angehängt werden, welches das Herabfallen der beweglichen Rolle BD verhindert. Dieses Gewichtchen muss bei parallelen Schnüren die Hälfte von dem Gewichte der beweglichen Rolle betragen und bei divergenten Schnüren entsprechend vergrößert werden.

§. 87. Der Flaschenzug.

Durch eine passende Verbindung von mehreren fixen und beweglichen Rollen entsteht der Flaschenzug. In der Hülse A, welche mittelst eines Ringes an einem Haken befestigt wird, sind die Axen dreier Rollen von abnehmender Größe angebracht. Es ist leicht einzusehen, dass diese drei Rollen fix sind. Eine zweite Hülse B, welche die Last Q trägt, enthält die Axen von

Fig. 65.

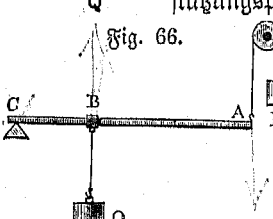
drei beweglichen Rollen, bei denen hinsichtlich der Größe die entgegengesetzte Anordnung stattfindet. Das mit einem Ende unten an der Hülse A befestigte Seil wird in der Art, wie Fig. 65 es ganz deutlich zeigt, über die einzelnen Rollen geleitet und trägt an dem anderen Ende das Gewicht P. Da hier die Last Q von 6 Seiltheilen gemeinschaftlich getragen wird, so beträgt die Spannung eines Seiltheiles den sechsten Theil von Q, und P braucht ebenfalls nicht größer zu sein, um der Last Q das Gleichgewicht zu halten. Wird P größer, so sinkt es herab, und die Hülse B wird mit der Last Q gehoben. Es wird also der Flaschenzug mit Vortheil benutzt, um mit einem geringen Kraftaufwande eine bedeutende Last zu heben.

Wird bei jedem Flaschenzuge für den Zustand des Gleichgewichtes die Kraft den sechsten Theil der Last betragen? — Auch hier muss man, wenn die Richtigkeit des Gesetzes durch einen Versuch nachgewiesen werden soll, zuerst ein Gewichtchen bei P anbringen, um dem Gewichte der Hülse B und der in ihr enthaltenen Rollen das Gleichgewicht zu halten.

§. 88. Der einarmige Hebel.

Ist die Stange AC (Fig. 66) im Punkte C unterstützt und um denselben drehbar, so haben wir einen Hebel, der sich von dem im §. 83 betrachteten Hebel dadurch unterscheidet, dass beide Kräfte auf einer Seite des Unterstützungspunktes wirken. Man nennt einen Hebel dieser Art *einarmig*, im Gegensatz zu jenem, an welchem der Drehungspunkt zwischen den Angriffspunkten der beiden Kräfte liegt (Fig. 61), und der ganz passend ein *zweiarmiger* Hebel genannt wird. Um bei einem einarmigen Hebel zwei Kräfte zu erhalten, welche denselben im entgegengesetzten Sinne zu drehen streben, befestige man in B ein Gewicht Q; dieses zieht AC nach abwärts. Wird hierauf in A eine Schnur befestigt und über eine fixe Rolle geleitet, so sucht das an ihrem Ende hängende Gewicht P

Fig. 66.



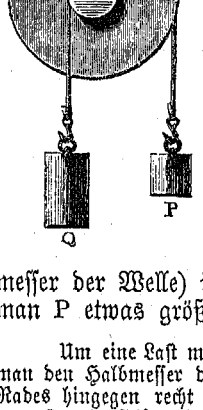
die Stange AC nach aufwärts zu drehen. P und Q sind also zwei Kräfte der verlangten Art. Soll Gleichgewicht bestehen, so muss P so oftmal in Q enthalten sein, wie BC in AC. Wäre AC = 40″, BC = 10″, so müsste, falls Q = 4 ℔ ist, P = 1 ℔ sein.

Auf welche Art muss man wohl hier vor einem Versuche den Einfluss der Schwerkraft auf die Hebelstange aufheben? Ist das Sicherheitsventil beim Papinschen Topf (Fig. 21) ein zweiarmiger oder einarmiger Hebel? Zu welcher Art von Hebeln gehören der Hebebaum, das Schaukelbrett, das Kräutermesser? Die Scheere, der Nussknacker bestehen aus zwei Hebeln. Wie so? Warum sind bei Blechscheeren die vorderen, schneidigen Theile kurz, hingegen die Handgriffe recht lang? Findet dies auch bei der Papierscheere statt?

§. 89. Das Wellrad (Rad an der Welle).

Mit einem um seine Axe drehbaren Cylinder (Welle genannt) ist ein Rad derartig verbunden, dass durch die Drehung des Rades auch eine Drehung des Cylinders bewirkt wird, und umgekehrt. Umgibt die Welle ein Seil, das an seinem Ende die Last Q trägt, so wird das Seil je nach der Drehung des Rades entweder aufgewickelt oder abgewickelt, somit die Last entweder gehoben oder gesenkt. Die Anwendung des Wellrades ist demnach leicht zu erkennen.

Fig. 67.



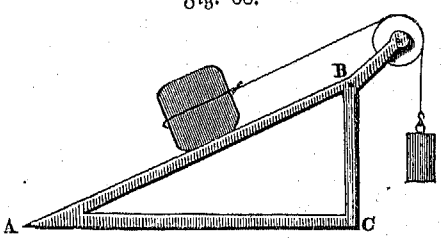
Um die Kraft P zu ermitteln, welche am Rade wirken muss, damit irgend eine Last Q gehoben werde, muss man vorerst die Kraft kennen, welche das Hinabsinken der Last Q verhindert. Der Versuch lehrt, dass dies dann geschieht, wenn P so oftmal in Q enthalten ist, wie BC (der Halbmesser der Welle) in AC (dem Halbmesser des Rades). Nimmt man P etwas größer, so wird die Last Q emporgehoben.

Um eine Last mit einem bedeutenden Kraftersparnis zu heben, mache man den Halbmesser der Welle so klein als möglich, den Halbmesser des Rades hingegen recht groß. Das Rad ist selten vollständig, meist findet man statt desselben nur einige Speichen; manchmal wird es auch durch eine einzige mit einer Handhabe versehene Speiche ersetzt, welche Vorrichtung man eine Kurbel nennt. — Bei dem Wellrade ist die Welle horizontal, das Rad vertical. Wird die Stellung dieser beiden Bestandtheile die umgekehrte, so heißt die Maschine eine Winde, welche man oft bei Bauten zur Hebung von schweren Gegenständen anwendet. Das Verhältnis zwischen P und Q ist bei der Winde ganz dasselbe wie bei dem Wellrade.

§. 90. Die schiefe Ebene.

Jede Ebene AB (Fig. 68), welche mit der horizontalen Richtung AC einen Winkel einschließt, heißt eine *schiefe Ebene*. Schiefe Ebenen werden verwendet, um Lasten mit einem Kraftersparnis an höher gelegene Orte zu befördern, z. B. beim Beladen von Frachtwagen mit Kisten, Waarenballen, Fässern u. dgl. Die Körper, welche auf eine schiefe Ebene gelegt werden, suchen in Folge ihrer Schwere längs der schiefen Ebene herabzugleiten. Es wird sich also zunächst darum handeln, die Größe der Kraft auszumitteln, welche das Herabgleiten der Last auf der schiefen Ebene verhindert. Wirkt die Kraft parallel zur Länge der schiefen Ebene AB (wie dies in Fig. 68 der Fall ist), so muss die Kraft so oftmal in dem Gewichte der Last enthalten sein, wie BC (die Höhe der schiefen Ebene) in AB (der Länge der schiefen Ebene). Wird nun die Kraft größer, so zieht sie den Körper hinauf.

Fig. 68.



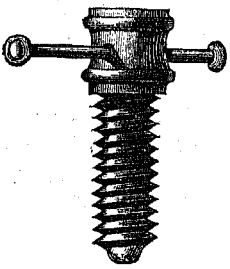
Minder vortheilhaft ist es, die Kraft in einer anderen Richtung wirken zu lassen. Wäre die Richtung der Kraft parallel zu AC (der Basis der schiefen Ebene), so müsste, damit die Last nicht hinabgleite, die Kraft in ihr so vielmal enthalten sein, wie AC in AB.

Schiefe Ebenen werden auch angewendet, um die Schiffe vom Stappel zu lassen oder an das Land zu ziehen. Wenn Pferde einen Wagen bergauf ziehen, in welcher Richtung wirkt da die Kraft? In welcher Richtung wirkt die Kraft, wenn ein Schiebkarren bergauf gestoßen wird?

§. 91. Die Schraube.

Um die einzelnen Bestandtheile der Maschinen, oder um überhaupt Körper derartig an einander zu befestigen, dass zu ihrer Trennung eine große Kraft erforderlich ist, bedient man sich der Schrauben. Man unterscheidet die *Schraubenspindel* und die *Schraubenmutter*. Ist an einem massiven Cylinder die Schraubenlinie erhaben (wie in Fig. 69), so heißt die Vorrichtung eine Schraubenspindel. Eine Schraubenmutter

Fig. 69.



erhält man, wenn die Schraubenlinie an der inneren Wand eines hohlen Cylinders eingeschnitten wird, so dass sie daselbst vertieft erscheint. Beim Gebrauche kommen Schraubenspindel und Schraubenmutter immer vereinigt vor, und zwar müssen die Windungen der Schraubenspindel genau in die Windungen der Schraubenmutter passen. Bei Schraubenspindeln, welche in das Holz gedreht werden, sind die Erhöhungen der Schraubenlinie mit scharfen Rändern versehen. Solche Schrauben (auch scharfe Schrauben genannt) bilden sich selbst beim Hineindrehen die Gänge der Schraubenmutter.

Bei kleineren Schrauben geschieht die Drehung dadurch, dass man in den am Schraubenkopfe angebrachten Einschnitt den Schraubenzieher einsetzt und diesen in jener Richtung dreht, in welcher die Schraube bewegt werden soll. Bei großen Schrauben ist in der Regel der Schraubenkopf durchbohrt, und durch eine in diese Bohrung eingesetzte Hebelstange (s. Fig. 69) bewirkt man die Drehung der Schraube.

Nicht alle Schrauben lassen sich gleich leicht bewegen. Je näher die Gänge der Schraubenlinie an einander liegen, desto leichter lässt sich die Schraube drehen; je weiter aber diese Gänge von einander entfernt sind, eine desto größere Kraft ist zur Bewegung der Schraube erforderlich.

§. 92. Der Keil.

Wird eine schiefe Ebene unter eine Last hineingetrieben, so sucht sie die Last emporzuheben, und man nennt sie in diesem Falle einen einfachen Keil. Den doppelten Keil kann man sich aus zwei gleichen schiefen Ebenen zusammengesetzt denken, welche mit ihren horizontalen Grundflächen AC (Fig. 68) an einander gelegt sind. Die Fläche ab heißt der Rücken des Keils, bc und ac die Seiten desselben. Durch Schläge, welche man mittelst einer Axt oder eines Hammers auf den Rücken des Keils führt, wird derselbe mit seinen Seiten zwischen die Theile eines Körpers, z. B. eines Holzklotzes, getrieben und bewirkt ihre Trennung.

Fig. 70.

Je spitziger der Keil ist, d. h. einen je kleineren Winkel seine Seiten ac und bc einschließen, mit einem desto geringeren

Kraftaufwande kann er zwischen die Theile eines Körpers hineingetrieben werden.

Die Schläge, welche auf den Rücken des Keils, und zwar meist in enkrechter Richtung geführt werden, stellen die Kraft vor; die Last ist der Widerstand, den die Theilchen des Körpers ihrer Trennung entgegensetzen. — Der Keil wird auch manchmal zur Erzeugung eines großen Druckes benutzt. Um z. B. einen Körper in einer Oeffnung recht stark zu befestigen, schlägt man zwischen diesen und den Rändern der Oeffnung zugespitzte Hölzer (Keile) hinein, welche sodann durch ihren Druck das gewünschte Festhalten des Körpers bewirken.

§. 93.

Die Körper lassen sich durch Schneiden, Hacken, Reiben, Stoßen, Zerreissen u. s. w. in kleinere Theile zerlegen. Man sagt, dass die Körper *theilbar* sind oder *Theilbarkeit* besitzen. Eine Theilung, welche auf eine der soeben angegebenen Arten geschieht, heisst eine *mechanische Theilung*. Durch diese erhalten wir stets Theilchen, welche in ihrer materiellen Beschaffenheit mit dem gegebenen Ganzen vollkommen übereinstimmen. Wird Kreide fein zerstoßen, so enthält jedes noch so kleine Stückchen, welches kaum mit freiem Auge gesehen werden kann, ganz dieselben Bestandtheile, wie der größte Felsen aus Kreide.

Es gibt aber noch eine andere Art der Theilung, bei welcher man Theilchen bekommt, welche hinsichtlich ihrer materiellen Beschaffenheit von dem getheilten Körper völlig verschieden sind. So kann die rote Farbe Zinnober durch Anwendung geeigneter Mittel in Schwefel und Queckfilber zerlegt werden, zwei von dem Zinober völlig verschiedene Stoffe. Eine schöne Theilung der Salpetersäure findet statt, wenn man etwas von dieser Säure in ein Glasgefäß gießt, in dem sich Kupferspäne befinden. Alsogleich bilden sich rotbraune Dämpfe von erstickendem Geruche, welche nur langsam emporsteigen, da sie specifisch schwerer sind, als die atmosphärische Luft. Untersucht man hierauf die Kupferspäne, so sieht man dieselben grün gefärbt. Offenbar erfolgte hier eine Theilung der Salpetersäure, ein Theil derselben bildete die rotbraunen Dämpfe, der andere verband sich mit dem Kupfer zu Kupferoxyd. Die ganze Erscheinung ist mit einer bedeutenden Wärmeentwicklung verbunden.

Eine Theilung, bei welcher die enthaltenen Theilchen eine andere materielle Beschaffenheit besitzen, wie das gegebene Ganze, nennt man eine *chemische Theilung*, und ein Körper,

welcher eine derartige Theilung zuläßt, heißt eine chemische Verbindung oder ein chemisch zusammengesetzter Körper. Stoffe hingegen, bei welchen eine solche Zerlegung bis jetzt noch nicht gelungen ist, nennt man einfache Stoffe, Grundstoffe oder Elemente.

Die chemische Verbindung ist von einem Gemenge, einer Mischung oder Auflösung wohl zu unterscheiden. In der chemischen Verbindung sind die Eigenschaften der einzelnen Bestandtheile nicht erkennbar (Zinnober); in einem Gemenge, einer Mischung oder Auflösung behalten die einzelnen Bestandtheile ihre materielle Beschaffenheit bei.

§. 94. Grundstoffe.

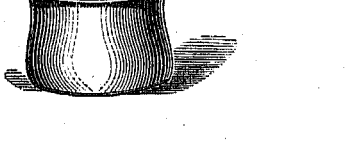
Die Grundstoffe, deren wir gegenwärtig mehr als 60 kennen, zerfallen in zwei Hauptklassen: Metalle und Nichtmetalle. Die Metalle besitzen einen eigenthümlichen Glanz (den sogenannten Metallglanz), sind undurchsichtig und gehören zu den besten Leitern der Wärme und Elektricität. Die Grundstoffe, welchen diese Eigenschaften nicht zukommen, bilden die Klasse der Nichtmetalle.

Für uns sind von besonderer Wichtigkeit die Metalle: Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Eisen, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium; und die Nichtmetalle: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod.

§. 95. Die atmosphärische Luft.

Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von mehreren Gasen, in welchem sich eine stets veränderliche Menge von Wasserdünsten befindet. Ihre Hauptbestandtheile sind Sauerstoff und Stickstoff, und zwar enthält sie nahezu ein Fünftel Sauerstoff und 4 Fünftel Stickstoff. Der Sauerstoff ist zur Erhaltung des Lebens der Menschen und Thiere unumgänglich notwendig, ohne ihn ist auch jede Verbrennung unmöglich.

Fig. 71.



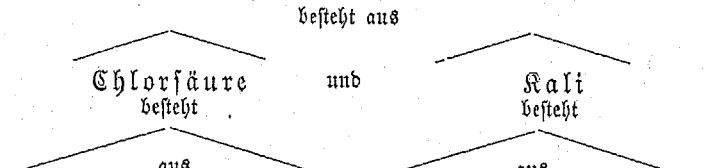
Man tauche einen gebogenen Draht so unter das Wasser, daß sein Ende aus demselben hervorragt. An diesem befestige man etwas Baumwolle, welche mit Spiritus getränkt ist, und zünde sie an. Wird nun über die brennende Baumwolle ein größeres Trinkglas (oder ein sogenanntes Einsiedeglas) derart gestürzt, daß die Ränder desselben in das Wasser

tauchen, so ist ein Zutritt der Luft von außen nicht mö gich. Alsbald erlischt auch die Flamme, und das Wasser ist in dem Trinkglase so hoch gestiegen, dass es nahezu ein Fünftel desselben erfüllt.

Ein Fünftel von der im Glase enthaltenen Luft wurde also durch die Verbrennung der Baumwolle verzehrt, es ist dies der zu jeder Verbrennung notwendige Sauerstoff, und 4 Fünftel sind zurückgeblieben. Diese bestehen aus einem durchsichtigen, geruch- und geschmacklosen Gase, welches das Feuer nicht zu unterhalten vermag; dieses Gas ist der Stickstoff.

Zieht man bei ungeänderter Stellung des Glases den Draht aus dem Wasser heraus und verschließt die Oeffnung des Glases durch eine Glasplatte oder durch eine angedrückte Scheibe aus Pappe, so kann das Glas aus dem Wasser gehoben und umgestürzt werden, ohne dass Luft in dasselbe eindringt. Am Boden befindet sich nun etwas Wasser, oberhalb desselben Stickstoff. Es ist leicht zu zeigen, dass in dieser Luftart das Licht alsogleich erlischt. Die Thiere ersticken darin.

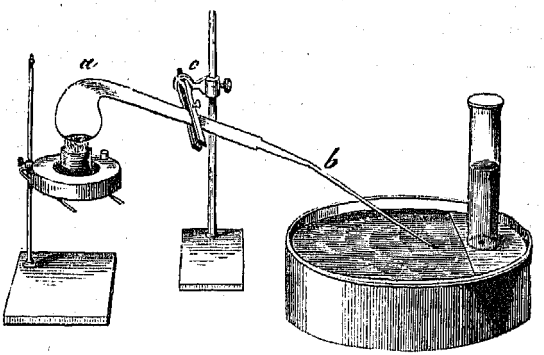
Der Sauerstoff kann aus dem roten Queckfilberoxyde, einer Verbindung von Queckfilber und Sauerstoff, gewonnen werden, indem man dasselbe einer starken Erhitzung aussetzt. Allein viel leichter und in größerer Menge erhält man den Sauerstoff durch die Erhitzung des chlorsauren Kali.



Durch die Erhitzung wird sowohl aus der Chlorsäure, als auch aus dem Kali der Sauerstoff ausgeschieden, und eine Verbindung von Chlor und Kalium, Chlorkalium genannt, bleibt als Rückstand in der Retorte zurück.

Fig. 72 stellt die Vorrichtung vor, welche zur Entwicklung des Sauerstoffes nötig ist. a ist die Retorte, welche das chlorsaure Kali enthält und durch den Retortenhalter c in gehöriger Entfernung von der Flamme der Weingeistlampe gehalten wird. Die Entbindungsröhre b ist mit dem Halse der Retorte luftdicht verbunden, und ihr gebogenes Ende gibt man

Fig. 72.



unter die Oeffnung einer in der pneumatischen Wanne angebrachten Brücke. Auf der Brücke selbst steht umgekehrt ein mit Wasser ganz angefülltes Glasgefäß. Beginnt die Erhizzung der Retorte, so sieht man zunächst Luftblasen in dem Wasser des Glasgefäßes emporsteigen, indem die in der Retorte enthaltene Luft durch die Wärme ausgedehnt wird. Bald aber folgen andere Blasen nach, welche der gewünschten Luftart angehören.

Die luftdichte Verbindung zweier Glasröhren wird am besten durch Röhren aus Gutta percha hergestellt. Man schneidet von einem solchen Schlauche ein Stück von 4—5″ Länge ab und dreht dessen Enden über die zu verbindenden Röhren. — Das Aufsetzen des Glasgefäßes auf die Brücke der pneumatischen Wanne geschieht dadurch, dass man das Glasgefäß bis zum Rande mit Wasser füllt und mit der linken Hand eine Scheibe aus Pappe fest an die Oeffnung des gefüllten Glases andrückt. Das Glasgefäß wird sodann mit der rechten Hand umgedreht (wobei natürlich die Scheibe nicht losgelassen werden darf) und unter das Wasser in der pneumatischen Wanne getaucht. Hierauf entfernt man die Scheibe und schiebt das Gefäß, wobei seine Ränder stets unter dem Wasser bleiben müssen, über die Oeffnung der Brücke. Das mit Sauerstoff gefüllte Gefäß entfernt man auf dieselbe Weise von der Brücke und drückt die Scheibe wieder an. Nun kann es aus dem Wasser gehoben und umgekehrt werden. An seine Stelle setzt man ein zweites Gefäß auf die Brücke auf u. s. f., so lange die Gasentwicklung andauert. — Will man die Gasentwicklung unterbrechen, so ziehe man zuerst das Entbindungsrohr aus dem Wasser, bevor man die Lampe entfernt. Bei entgegengesetztem Verfahren könnte leicht das kalte Wasser in die erhitzte Retorte zurücktreten und eine gefährliche Explosion bewirken. Gut ist es auch, dem chlorsauren Kali etwas schwarzen Braunstein beizumischen.

Ein glimmender Holzspan oder Zündschwamm, eine glühende Kohle verbrennen im reinen Sauerstoffe mit einer hell leuchtenden Flamme. Wird ein Draht spiralförmig gewunden

und an einem Lichte glühend gemacht, so verbrennt derselbe unter lebhaftem Funkensprühen. Es wird demnach das Verbrennen durch den Sauerstoff derartig befördert, dass jedes Feuer zu einem unlöschlichen Brande anwachsen würde, wenn die Luft nur aus Sauerstoff bestünde. Auch der Lebensprozeſs würde in einer solchen Atmosphäre viel rascher vor sich gehen, denn kleine Thierchen scheinen sich Anfangs im Sauerstoffe recht wohl zu befinden, aber bald sehen wir ihre Lebenskraft ermatten.

Bei dem Versuche mit dem spiralförmig gewundenen Drahte ist es gut, das Glasgefäß nicht ganz mit Sauerstoff zu füllen, sondern etwas Wasser auf dem Boden desselben zurückzulassen, indem die bei dem lebhaften Funkensprühen herabfallenden Theilchen in Folge ihrer großen Hitze leicht im Glase eingeschmolzen werden.

§. 96. Oxyde.

Eine Verbindung des Sauerstoffes mit einem Grundstoffe nennt man ein Oxyd, z. B. Queckſilberoxyd, Eisenoxyd, Kaliumoxyd (Kali), Natriumoxyd (Natron), Calciumoxyd (Kalk) u. s. w.

Es gibt drei Hauptarten der Oxyde:

1) Saure Oxyde oder Säuren. Diese haben, wenn sie im Wasser löslich sind, einen sauren Geschmack und färben blaue Pflanzenstoffe z. B. Lackmustinktur rot.

2) Basische Oxyde oder Basen. Diese haben, wenn sie im Wasser löslich sind, einen laugenartigen Geschmack und stellen die durch Säuren veränderte Farbe der blauen Pflanzensäfte wieder her. Die gelbe Curcume-Tinktur (bereitet aus der in Ostindien wachsenden Curcume-Wurzel) wird durch solche Basen rotbraun gefärbt.

Ein mit Lackmustinktur gefärbter Papierstreifen wird, in Schwefelsäure getaucht, rot und erhält seine ursprüngliche Farbe wieder, sobald man denselben in Ammoniak taucht.

3) Indifferente Oxyde. Zu diesen gehören alle Oxyde, welche weder eine saure noch eine basische Wirkung äußern. Ein solches Oxyd ist das Wasser, das (wie wir später hören werden) aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht.

§. 97. Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure, eine sehr kräftige Säure, ist eine Verbindung von Schwefel und Sauerstoff mit Wasser. Sie wird fabriksmäßig erzeugt, indem man Schwefel und Salpeter auf

einem Herde verbrennt und die hierbei sich bildenden Dämpfe gleichzeitig mit Wasserdämpfen in eine kühl gehaltene Kammer eintreten läßt. Die Dämpfe werden daselbst verdichtet und bilden die im Handel vorkommende flüssige Schwefelsäure.

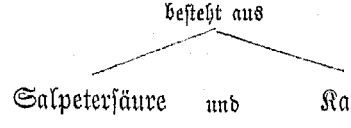
Die beiden Arten der Schwefelsäure, nämlich die englische Schwefelsäure, welche wasserhell ist, und die rauchende Schwefelsäure oder das Nordhauseröl, eine braune Flüssigkeit, besitzen im Allgemeinen dieselben Eigenschaften und unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung nur dadurch von einander, daß letztere weniger Wasser enthält, als die erste.

Die Schwefelsäure, namentlich das Nordhauseröl, ziehen begierig die Wasserdünste der atmosphärischen Luft an sich und verdichten dieselben. Daher die Bildung des Schwadens, wenn ein diese Säure enthaltendes Fläschchen geöffnet wird. — Pflanzen- und Thierstoffe werden durch die Schwefelsäure verkohlt, indem diese ihnen das Wasser entzieht. — Die Schwefelsäure wirkt bei Wunden sehr stark zusammenziehend und kann daher (jedoch in sehr verdünntem Zustande) zur Stillung von heftigen Blutungen verwendet werden. — Wenn man Schwefelsäure verdünnen will, so gieße man niemals das Wasser in die Säure, sondern schütte die Schwefelsäure sehr langsam unter stetem Umrühren mit einem Glasstabe in das Wasser.

Eine Verbindung von Schwefel und Sauerstoff, welche jedoch weniger Sauerstoff enthält als die Schwefelsäure, ist unter dem Namen der schwefligen Säure bekannt. Sie wirkt erstickend auf die Athmungsorgane und besitzt die Eigenschaft, Pflanzenfarben zu bleichen. Doch ist diese Bleichung keine dauernde, die ursprüngliche Farbe kehrt nach einiger Zeit wieder zurück. Auch vom Wasser wird die schweflige Säure begierig aufgenommen. Die im Handel vorkommende schweflige Säure ist flüssig.

§. 98. Die Salpetersäure.

Die Salpetersäure besteht aus Stickstoff und Sauerstoff. Den Namen „Salpetersäure" erhielt sie daher, weil sie aus dem Salpeter (salpetersaurem Kali) erzeugt wird, indem man denselben mit Schwefelsäure übergießt und sodann erhitzt. Die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali zu schwefelsaurem Kali, und die Salpetersäure entweicht.



Hinzugegeben wird Schwefelsäure. Diese verbindet sich mit dem Kali zu schwefelsaurem Kali und die Salpetersäure entweicht.

Die Salpetersäure ist eine sehr kräftige Säure und ist sehr geneigt, einen Theil ihres Sauerstoffes an einen anderen Körper abzugeben und diesen dadurch in ein Oxyd zu verwandeln (s. §. 93 den Versuch mit den Kupferspänen und der Salpetersäure). Die hierbei entstehenden rothbraunen Dämpfe sind ebenfalls eine Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff, die jedoch weniger Sauerstoff enthält als die Salpetersäure; man nennt sie salpetrige Säure.

Holz, Seide, Wolle, Federn werden in der Salpetersäure gelb, aber auch durch dieselbe zerstört. Die blaue Farbe Indigo wird durch die Salpetersäure gelb gefärbt, daher diese Säure ein Mittel darbietet, Indigo von anderen blauen Farben zu unterscheiden und auf blauem mit Indigo gefärbten Grunde gelbe Muster darzustellen. Manche Oele, z. B. Nelkenöl, Terpentinöl werden durch die Salpetersäure entzündet. Um sich hiervon zu überzeugen, gieße man in ein Schälchen Nelkenöl und setze demselben etwas Salpetersäure zu. Die Salpetersäure kommt im Handel auch unter dem Namen „Scheidewasser" vor, indem sie, mit Ausnahme von Gold, fast alle Metalle auflöst, somit zur Scheidung des Goldes vom Silber und anderen Metallen verwendet werden kann.

§. 99. Die Kohlensäure.

Weit schwächer als die Schwefel- und Salpetersäure ist die Kohlensäure; sie besteht aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Man entwickelt dieses Gas, wenn man auf zerstoßene Kreide verdünnte Schwefelsäure gießt.

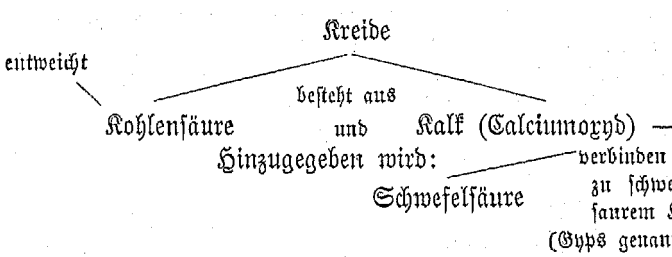
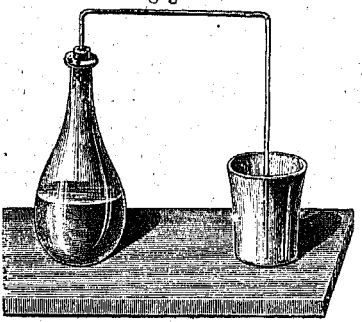


Fig. 73.



Die Kohlensäure ist farblos, fast ganz geruchlos, schmeckt schwach säuerlich und wird vom Wasser in großer Menge aufgenommen. Da ihr specifisches Gewicht bedeutend größer ist als das der atmosphärischen Luft, so kann man sie für eine kurze Zeit in einem offenen Gefäße aufbewahren und von einem Gefäße in ein anderes überschütten. Das Brennen und Athmen vermag sie nicht zu unterhalten. Fig. 73 stellt eine Vorrichtung zur Erzeugung der Kohlensäure dar, deren Einrichtung keiner weiteren Erklärung bedarf.

Die atmosphärische Luft enthält stets Kohlensäure, jedoch in sehr geringer Menge. Eine Luft, in welcher eine größere Menge von Kohlensäure enthalten ist, erzeugt beim Athmen Beschwerden, ja wir ersticken in derselben, wenn die Menge der Kohlensäure sehr groß ist. Nur die Amphibien vermögen durch längere Zeit an einem Orte auszuhalten, in welchem viel Kohlensäure angesammelt ist. Die Kohlensäure wirkt aber andererseits auch höchst wohlthätig auf uns ein. Sie ist es, welche dem Wasser, dem Obstsafte u. s. w. die erfrischende Wirkung verleiht. Ein Getränk, welches keine Kohlensäure enthält, hat einen öden, faden Geschmack. Wasser, welches viel Kohlensäure in sich aufgenommen hat, heißt kohlensaures Wasser.

Wenn wir in das Glas Fig. 73 Kalkwasser*) schütten und Kohlensäure in dasselbe eintreten lassen, so wird das Kalkwasser trübe, es erhält ein milchiges Aussehen. Der Kalk verbindet sich nämlich mit der eintretenden Kohlensäure zu kohlensaurem Kalke (Kreide), welcher im Wasser nicht löslich ist. Er kommt daher in ganz kleinen Theilchen in der Flüssigkeit zum Vorscheine und trübt dieselbe.

Ganz dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn wir durch ein Glasröhrchen in das Kalkwasser ausathmen. Wir schließen daraus, dass die ausgeathmete Luft Kohlensäure enthält. Wie es kommt, dass wir Kohlensäure ausathmen, läßt sich dadurch erklären, dass sich ein Theil des eingeathmeten Sauerstoffes mit dem durch den Lebensprozeß entwickelten Kohlenstoffe verbindet. Da wir beständig Kohlensäure ausathmen und Sauerstoff

*) Kalkwasser ist in jeder Apotheke zu bekommen, man kann sich übrigens dasselbe auch sehr leicht bereiten, indem man in ein Fläschchen Wasser gelöschten Kalk gibt. Ein Theil desselben wird im Wasser aufgelöst, der andere fällt zu Boden. Wird nun das über dem Bodensatze befindliche Wasser abgeschüttet, so haben wir ganz klares Kalkwasser.

mit der Atmosphäre einathmen, so sollte dieser nach und nach in der Atmosphäre verschwinden und Kohlensäure an seine Stelle treten. Dass dies nicht geschieht, haben wir der Pflanzenwelt zu danken. Sie zerlegt durch die Einwirkung des Sonnenlichtes die Kohlensäure. Der Kohlenstoff ist ein unentbehrliches Nahrungsmittel der Pflanzen und wird von ihnen festgehalten, den Sauerstoff geben sie der Atmosphäre wieder zurück. Diese wohlthätige Wechselwirkung zwischen der Thier- und Pflanzenwelt, wodurch jene mit dem unentbehrlichen Sauerstoffe, diese mit dem für das Gedeihen der Pflanzen so förderlichen Kohlenstoffe versorgt werden, erhält die Zusammensetzung der Atmosphäre im unveränderten Zustande.

Eine andere Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, welche jedoch weniger Sauerstoff enthält als die Kohlensäure, ist das sogenannte Kohlenoxydgas. Es entwickelt sich beim Verbrennen kohlenhaltiger Substanzen und ist selbst brennbar. Die bläulichen Flämmchen, welche man beim Verbrennen des Holzes und der Kohle, namentlich dann sehr zahlreich wahrnimmt, wenn die Verbrennung bei einem schwachen Luftzuge vor sich geht, entstehen durch die Entzündung des Kohlenoxydgases. Eingeathmet, wirkt das Kohlenoxydgas giftig, ja auch tödtlich. Ist der Ofen des Zimmers mit einem Schieber versehen, durch welchen man die Verbindung mit dem Schornsteine entweder herstellen oder absperren kann, so darf das Absperren erst dann geschehen, wenn das Feuer im Ofen nicht mehr brennt. Bei früherem Absperren des Ofens entwickelt sich in Folge der unvollständigen Verbrennung Kohlenoxydgas in großer Menge, welches sich nun, da es durch den Schornstein nicht entweichen kann, im Zimmer verbreitet. Schon viele Personen, welche dies nicht berücksichtigten und, ohne den Stand des Feuers zu untersuchen, vor dem Schlafengehen den Ofen absperrten, fanden durch Erstickung den Tod. Um Unglücksfälle dieser Art gänzlich zu vermeiden, wäre es gut, die Klappen in dem Abzugsrohre des Rauches ganz zu beseitigen, dagegen aber den Ofen vor der Einheizthüre und dem Aschenabfalle mit luftdicht schließenden Thüren zu versehen. Hierdurch wird ebenfalls der Luftzutritt nur ein einseitiger, somit das rasche Abkühlen des Ofens und des Zimmers verhindert.

§. 100. Kali.

Kali (Kaliumoxyd) ist eine Verbindung von Kalium und Sauerstoff. Das Kalium ist ein Metall, welches bei der gewöhnlichen Temperatur so weich ist, dass es sich mit dem Messer schneiden lässt. Die frische Schnittfläche zeigt für eine kurze Zeit Metallglanz, allein bald wird sie an der freien Luft matt, indem das Kalium sich mit dem Sauerstoffe der Luft verbindet, somit oxydiert. Will man das Kalium vom Sauerstoffe frei erhalten, so muss man es im Steinöle aufbewahren. Im Wasser kann dies nicht geschehen, indem das Kalium, in das Wasser geworfen, augenblicklich unter lebhafter Feuer-

erscheinung sich mit dem Sauerstoffe des Wassers zu Kaliumoxyd oder Kali verbindet.

Das Kali ist eine der kräftigsten Basen und bildet in chemischer Verbindung mit dem Wasser das sogenannte Aetzkali, einen weißen Körper, der sehr ätzend wirkt und im Wasser löslich ist. Wasser, in welchem Aetzkali aufgelöst ist, heißt Aetzkalilauge. Aetzkali löst Oele und Fette auf und bildet sodann mit diesen die Kaliseife oder Schmierseife, welche in der Medicin bei Hautkrankheiten vielfache Anwendung findet.

§. 101. Natron.

Natron (Natriumoxyd), eine Verbindung von Sauerstoff und Natrium, ist ebenfalls eine sehr kräftige Base. Auch das Natron bildet in Verbindung mit Wasser das Aetznatron, das ebenso wie das Aetzkali im Wasser löslich ist. Wasser, welches Aetznatron im aufgelösten Zustande enthält, nennt man Natronlauge, und die Natronseife entsteht, indem man Oele und Fette durch Aetznatron auflöst.

Das Natrium ist ein Metall, welches fast ganz dieselben Eigenschaften besitzt wie das Kalium. Es verbindet sich in ähnlicher Weise mit dem Sauerstoffe des Wassers wie das Kalium, jedoch nur dann, wenn das Wasser heiß ist; sein specifisches Gewicht ist größer, als das des Kalium.

§. 102. Kalk (Calciumoxyd).

In der Natur kommt der Kalk niemals rein vor, sondern meist in Verbindung mit Kohlensäure. Durch Glühen kann der Kalkstein von der Kohlensäure befreit werden, und den auf diese Weise gewonnenen reinen Kalk (Calciumoxyd) nennt man im gewöhnlichen Leben gebrannten Kalk.

Wird Wasser in gebrannten Kalk geschüttet, was man das Löschen des Kalkes nennt, so geht der Kalk mit dem Wasser unter großer Wärmeentwicklung eine chemische Verbindung ein. Sie heißt gelöschter Kalk, von welchem das Wasser eine geringe Menge aufzulösen vermag (Kalkwasser).

Eine breiartige Masse von gelöschtem Kalke und Sand nennt man Mörtel. Kalk, welcher beim Löschen viel Wasser in sich aufnimmt und bei der Mörtelbereitung viel Sand verträgt, wird von den Bauleuten fetter Kalk genannt. Solchen Kalk erhält man durch das Glühen von Kalksteinen, welche wenig fremdartige Bestandtheile enthalten. Durch das

Glühen von Kalksteinen hingegen, denen viele fremdartige Bestandtheile beigemischt sind, erhält man einen Kalk, der beim Löschen nur wenig Wasser in sich aufnimmt und bei der Mörtelbereitung auch nur wenig Sand verträgt. Solcher Kalk heißt mager. Werden dem Mörtel derartige Stoffe zugesetzt, dass er unter dem Wasser verhärtet, so nennt man ihn Wassermörtel oder hydraulischen Mörtel und verwendet denselben bei Wasserbauten.

§. 103. Salze.

Die Verbindung von einer Säure mit einer Base nennt man ein Salz. Häufig vorkommende Salze sind:

1) Das Kupfervitriol; es besteht aus Schwefelsäure und Kupferoxyd. Im Handel erscheint es in schönen lasurblauen Krystallen.

2) Eisenvitriol, eine Verbindung von Schwefelsäure und Eisenoxydul,*) kommt in Krystallen von bräunlich grüner Farbe vor.

3) Das Zinkvitriol hat eine weiße Farbe und besteht aus Schwefelsäure und Zinkoxyd.

Alle drei Vitriole finden im Leben vielfache Anwendung. Sie müssen so aufbewahrt werden, dass kein Luftzutritt stattfinden kann, indem sie sonst verwittern, was sich durch das Zerfallen der Krystalle kundgibt. Die beiden ersten Arten der Vitriole färben sich in diesem Falle gelblichbraun.

4) Das Glaubersalz enthält Schwefelsäure und Natron und verwittert ebenfalls unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft. In der Medicin findet das Glaubersalz mehrfache Anwendung.

5) Gyps (schwefelsaurer Kalk) besteht aus Schwefelsäure und Kalk. Wie Gyps aus Kreide künstlich dargestellt wird, ist aus der in §. 99 beschriebenen Erzeugung der Kohlensäure ersichtlich. Gyps kommt aber auch in der Natur in sehr großer Menge vor; das durchsichtige Marienglas, der Alabaster sind Gypsarten.

6) Soda (kohlensaures Natron) besteht aus Kohlensäure und Natron. Im gewerblichen Leben findet dieselbe vielfache Anwendung.

Es gibt noch eine zweite Art von Soda, welche doppelt so viel Kohlensäure enthält wie die soeben angeführte, sie heißt doppelt kohlen-

*) Die wichtigsten Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoffe sind das Eisenoxyd und Eisenoxydul, welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass letzteres weniger Sauerstoff enthält als das erstere. In feuchter Luft oxydiert das Eisen schon bei der gewöhnlichen Temperatur; man nennt dieses Oxydieren das Rosten des Eisens.

saures Natron. Diese bildet mit der Weinsteinsäure die Bestandtheile des Brausepulvers. Durch die Weinsteinsäure wird aus dem doppelt kohlensauren Natron die Kohlensäure ausgeschieden; es bildet sich nämlich weinsteinsaures Natron, während die Kohlensäure unter mächtigem Aufbrausen entweicht.

7) Die bei der Darstellung des Glases, zum Bleichen u. s. w. verwendete Pottasche enthält zum größten Theile kohlensaures Kali, ist also eine Verbindung von Kohlensäure und Kali, welcher noch andere Stoffe beigemengt sind. Reines kohlensaures Kali bildet ein weißes Pulver, das die Wasserdünste der Atmosphäre an sich zieht und verdichtet. In Folge des aufgenommenen Wassers zerfließt sodann das Pulver.

8) Der kohlensaure Kalk (bestehend aus Kohlensäure und Kalk) kommt in der Natur in großer Menge vor. Mergel, Kreide, Kalkstein, Kalkspath, Marmor sind kohlensaurer Kalk in verschiedenen Gestalten.

9) Der Salpeter, ein Hauptbestandtheil des Schießpulvers, besteht aus Salpetersäure und Kali. Der Salpeter kommt in der Natur vor, wird aber auch in den sogenannten Salpeterplantagen in großer Menge künstlich erzeugt.

In 100 Gewichtstheilen Schießpulver sind 75 Theile Salpeter, 13 Theile Kohle und 12 Theile Schwefel. Die kräftige Wirkung des Schießpulvers rührt daher, dass beim Entzünden die festen Bestandtheile desselben theilweise in den gasförmigen Zustand übergehen und nun einen Raum einnehmen, der 450mal so groß ist als früher. Daher die fürchterlichen Explosionen, deren Wirkungen sich auf einen großen Umkreis erstrecken, wenn größere Pulvermassen in einem geschlossenen Raume sich entzünden.

10) Der phosphorsaure Kalk, eine Verbindung von Phosphorsäure und Kalk, bildet den Hauptbestandtheil der menschlichen und thierischen Knochen.

Phosphorsäure besteht aus Phosphor und Sauerstoff. Phosphor ist ein wachsähnlicher Körper, welcher sich sehr leicht entzündet und leicht schmelzbar ist. Er wird unter Wasser aufbewahrt, in welchem er sich nicht auflöst. Im reinen Sauerstoffe verbrennt er mit einer so hell leuchtenden Flamme, dass sie das Auge kaum zu ertragen vermag, und es bildet sich hierbei Phosphorsäure.

Wegen seiner Entzündlichkeit spielt der Phosphor eine wichtige Rolle bei der Fabrikation der Reibhölzchen. Die schwarzen Köpfchen derselben sind aufgelöster Phosphor, dem so lange arabisches Gummi zugesetzt wird, bis sich eine dicke, schleimartige Masse bildet, welche an den Hölzchen kleben bleibt.

Die fünf ersten Salzarten sind schwefelsaure Salze, Soda, Pottasche, Kalk sind kohlensaure Salze, Salpeter

gehört zu den salpetersauren, phosphorsaurer Kalk zu den phosphorsauren Salzen. Man kann nämlich die Salze, welche Verbindungen von einer Säure mit einer Base sind, nach der Säure benennen, welche sie enthalten.

Allein nicht alle Salze bestehen aus einer Säure und einer Base. Die vier Grundstoffe Chlor, Jod, Brom und Fluor besitzen die Eigenschaft, mit anderen Grundstoffen salzige Verbindungen einzugehen. Man nennt daher diese vier Grundstoffe Salzbildner oder Haloide und die von ihnen gebildeten Salze Haloidsalze. Unser Kochsalz, das wir täglich in den Speisen genießen, ist ein Haloidsalz, es besteht aus Chlor und Natrium, und wird daher in der Chemie Chlornatrium genannt.

§. 104. Chlor.

Wenn man eine Mischung von Kochsalz und schwarzem Braunstein mit verdünnter Schwefelsäure überschüttet und sodann mäßig erwärmt, so entwickelt sich ein weingrünes Gas, Chlor genannt, das in ganz ähnlicher Weise wie das Sauerstoffgas (s. Fig. 72) aufgefangen werden kann. Brennende Körper verlöschen im Chlorgase nicht, obgleich es selbst nicht brennbar ist; auf die Athmungsorgane wirkt es erstickend und wird vom Wasser in großer Menge aufgenommen. Wasser, welches Chlor in sich aufgenommen hat, ist das im Handel vorkommende Chlorwasser, welches im Allgemeinen dieselben Eigenschaften hat wie das Chlorgas.

Das Chlor entfärbt organische Körper für immer (Fix-Bleiche); doch muss man darauf bedacht sein, nach dem Bleichen das Chlor wieder vollständig zu beseitigen, indem die Fasern der Stoffe durch das Chlor zerstört werden. Auch zur Reinigung der Luft wird das Chlor zur Zeit ansteckender Krankheiten verwendet, indem es die in der Luft befindlichen Ansteckungsstoffe (Miasmen) vernichtet.

Die schweflige Säure (§. 97) geht mit den Farbstoffen organischer Körper eine farblose Verbindung ein, aus welcher sie jedoch mit der Zeit, namentlich durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgeschieden wird. Das Chlor zerstört hingegen die Farbstoffe dieser Körper; daher werden die Körper durch die schweflige Säure nur für einige Zeit, durch das Chlor aber für immer entfärbt. — Das Chlor geht mit dem Sauerstoffe mehrfache Verbindungen ein, welche bald mehr, bald weniger Sauerstoff enthalten und verschiedene Arten der Chlorsäure bilden. Die Verbindung von Chlor und Natrium wurde bereits im vorhergehenden Paragraphe erwähnt, eine Verbindung von Chlor und Wasserstoff wird später Erwähnung finden. Das Chlor hat auch eine sehr große Neigung, sich mit

Metallen zu verbinden, und man nennt solche Verbindungen Chlormetalle. Wird ein Blättchen echtes Blattgold in Chlorwasser geworfen, so verschwindet dasselbe, indem sich das Gold mit dem Chlor zu Chlorgold verbindet, welches im Wasser löslich ist. Schüttet man in eine mit Chlorgas gefüllte Flasche gepulvertes Antimon, so verbindet sich dieses mit dem Chlor unter lebhafter Feuererscheinung zu Chlorantimon.

§. 105. Jod.

Das Jod ist ein grauer schuppenartiger Körper, welcher aus der Asche der Meerpflanzen gewonnen wird, und einen eigenthümlichen Glanz besitzt, der dem Metallglanze nicht unähnlich ist. Zwischen den Fingern zerrieben, färbt das Jod die Haut braun und verbreitet einen unangenehmen Geruch.

Man gebe in ein Probiergläschen einige Stückchen Jod und verschließe es mit einem Korke. Es entwickeln sich, sobald das Jod über der Weingeistflamme hinreichend erhitzt wird, Dämpfe von der schönsten veilchenblauen Farbe. Diese Dämpfe verschwinden mit der Erkaltung des Probiergläschens, und wir bemerken an den Wänden desselben ganz kleine Jodtheilchen. Die Dämpfe wurden also hier durch die Verdichtung nicht in eine Flüssigkeit, sondern in einen festen Körper verwandelt. Eine derartige Verwandlung nennt man Sublimation.

Gießt man in dasselbe Probiergläschen nach seiner Erkaltung Alkohol, so wird das Jod aufgelöst, und es bildet sich eine Flüssigkeit von der schönsten braunen Farbe, Jodtinktur genannt. Wenn wir gewöhnliches Stärkemehl, das man zum Stärken der Wäsche verwendet, im Wasser auflösen, so wird diese Auflösung von Stärkemehl durch die Jodtinktur blau gefärbt.

Die Eigenschaft des Jod, das Stärkemehl blau zu färben, wird in der Chemie vielfach angewendet, so z. B. bei der Bestimmung des Ozongehaltes der atmosphärischen Luft. In der atmosphärischen Luft befindet sich nämlich in veränderlicher Menge Ozon, d. i. erregter Sauerstoff, welcher stets geneigt ist, mit anderen Stoffen chemische Verbindungen einzugehen. Zur Bestimmung des Ozongehaltes verwendet man Papierstreifen, welche mit Jodkalium und einer Auflösung von Stärkemehl benetzt sind. Der erregte Sauerstoff verbindet sich mit dem Kalium zu Kali, und das ausgeschiedene Jod färbt die Auflösung von Stärkemehl blau. Je mehr Ozon nun in der Atmosphäre enthalten ist, desto mehr Jod wird ausgeschieden, desto stärker ist die blaue Färbung des Papierstreifens. Mit einer eigens angefertigten Skala, in welcher die verschiedenen Grade der blauen Färbung mit Zahlen bezeichnet sind, wird der Papierstreifen verglichen, und diejenige Zahl als Ozongehalt der atmosphärischen Luft genommen, welche anzeigt, mit welchem Grade der Skala die blaue Färbung des Papierstreifens übereinstimmt. — Das Jod findet auch in der Medicin

Anwendung (Jodsalben), ferner gibt es Quellen, welche Jod enthalten, die sogenannten Jodquellen. Jodsäuren sind Verbindungen des Sauerstoffes mit dem Jode.

§. 106. Fluor, Brom.

Fluor kommt in der Natur niemals im freien Zustande vor, sondern immer in Verbindung mit anderen Stoffen, obgleich es in neuester Zeit schon gelungen ist, das Fluor aus seinen Verbindungen auszuscheiden und in reinem Zustande darzustellen. Im Flussspathe erscheint Fluor in Verbindung mit Calcium, der Topas enthält nebst mehreren anderen Stoffen ebenfalls Fluor. In Verbindung mit dem Wasserstoffe erzeugt Fluor die sogenannte Flussäure, welche blaues Lackmuspapier rötet und zum Aetzen des Glases verwendet wird.

Brom findet sich im Meerwasser und in den meisten Seepflanzen. Es ist eine dunkelbraune Flüssigkeit von höchst unangenehmem Geruche.

§. 107. Das Wasser.

Das Wasser wurde bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts für einen Grundstoff gehalten. Erst in dieser Zeit wies der französische Chemiker Lavoisier nach, dass es aus Sauerstoff und Wasserstoff bestehe.

Das reine Wasser ist durchsichtig, farb- und geschmacklos und hinterlässt keinen Rückstand, wenn man es abdampft, oder wenn es in einem reinen Gefäße langsam verdunstet. Das Wasser vermag viele Stoffe aufzulösen und viele Gase in sich aufzunehmen.

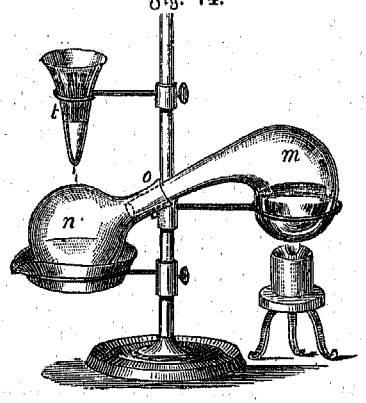
Das Regenwasser, welches Kohlensäure enthält, dringt in das Innere der Erde ein, sammelt sich daselbst zu größeren Wassermengen an und veranlasst, indem es die Erdschichten durchbricht, die Entstehung von Quellen. Die im Innern der Erde befindlichen kohlensauren Salze werden von dem Wasser aufgelöst, und daher kommt es, dass das Quellwasser stets salzige Bestandtheile enthält. Man nennt solches Wasser im gewöhnlichen Leben hartes Wasser. Kommen hingegen im Wasser diese salzigen Bestandtheile entweder gar nicht oder nur in sehr geringer Menge vor, so heißt es weiches Wasser.

Weiches Wasser ist zum Reinigen der Wäsche geeigneter als das harte, indem es die Seife vollständiger auflöst. Auch zum Kochen ist das

harte Wasser nicht so geeignet wie das weiche, indem sich in jenem durch die Erhitzung die kohlensauren Salze ausscheiden und den zu kochenden Körper mit einer Kruste bedecken, welche das Weichwerden desselben verhindert. Bei der Speisung der Dampfkessel ist ebenfalls das weiche Wasser vorzuziehen, indem die bei der Verdampfung des harten Wassers zurückbleibenden Salze im Innern des Dampfkessels den sogenannten Pfannen- oder Kesselstein ansetzen, von welchem der Dampfkessel, um Kesselsprengungen zu verhüten, stets sorgfältig gereinigt werden muss.

Um reines Wasser zu erhalten, welches nur aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, erhitze man in der Retorte m (Fig. 74) Wasser bis zum Sieden. Aus dem Trichter t tropft beständig kaltes Wasser auf die Vorlage n, und es werden daselbst die von o nach n tretenden Wasserdämpfe condensiert. (Warum?) Die im Wasser aufgelösten festen Bestandtheile bleiben in m als Rückstand zurück, und das auf diese Weise gewonnene reine Wasser nennt man destilliertes Wasser. Um solches Wasser in größerer Menge zu erhalten, bedient man sich eines eigenen Destillier-Apparates. Dieser besteht aus einem Gefäße, in welchem das Wasser erhitzt wird (Destillierblase), und die Dämpfe leitet man durch ein schlangenförmig gewundenes Rohr, das sich in einem mit kalten Wasser angefüllten Bottich (Kühlfass) befindet.

Fig. 74.



§. 108. Wasserstoff.

Wasserstoff wird auf künstliche Weise erzeugt, indem man Zink mit verdünnter Schwefelsäure übergießt.

Verdünnte Schwefelsäure
besteht aus
Schwefelsäure und Wasser
dieses wird zerlegt in
Sauerstoff und Wasserstoff.

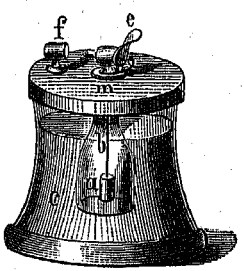
Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Zink zu Zinkoxyd, und dieses mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd (Zinkvitriol). Der Wasserstoff entweicht.

Der Wasserstoff ist farblos, durchsichtig, geruch- und geschmacklos; er vermag das Athmen und Brennen nicht zu unterhalten, verbrennt jedoch selbst in Berührung mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft mit einer matt leuchtenden Flamme. Das geringe specifische Gewicht des Wasserstoffgases fand schon bei der Einrichtung des Luftballons Erwähnung.

Ein Gemenge von zwei Volumtheilen Wasserstoff mit einem Volumtheil Sauerstoff bildet die Knallluft oder das Knallgas, welches angezündet heftig explodiert. Da alle Versuche mit dem Wasserstoffgase selbst bei sehr gut eingerichteten Apparaten wegen der sich leicht bildenden Knallluft die größte Vorsicht erheischen, so dürfte es hinreichend sein, das Brennen des Wasserstoffes mit der von Döbereiner erfundenen Wasserstoffgas-Zündmaschine zu zeigen.

In dem Deckel m des Gefäßes c ist unterhalb des Hahnes e, durch welchen die Verbindung mit der äußeren Luft hergestellt oder abgesperrt werden kann, ein glockenförmiges Gefäß b befestigt, in welchem an einem Drahte ein Stück Zink a hängt. Indem das Zink mit der verdünnten Schwefelsäure, mit welcher die Maschine gefüllt ist, in Berührung tritt, entwickelt sich Wasserstoffgas und verdrängt aus dem Gefäße b die Schwefelsäure. In dem kleinen Cylinder f ist ein Stückchen Platinschwamm, d. i. fein zertheiltes Platin, welches die Eigenschaft hat, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft an sich zu ziehen und in seinen Poren zu verdichten. Oeffnet man den Hahn e, so strömt das Wasserstoffgas auf den Platinschwamm in f über und verbindet sich mit dem verdichteten Sauerstoffe unter so bedeutender Wärmeentwicklung zu Wasser, dass der Platinschwamm glühend wird. Strömt nun auf den glühenden Platinschwamm neuerdings Wasserstoffgas über, so entzündet es sich und bildet zwischen der Oeffnung des Hahnes e und dem Cylinder f ein Flämmchen, an dem beliebige Körper angezündet werden können.

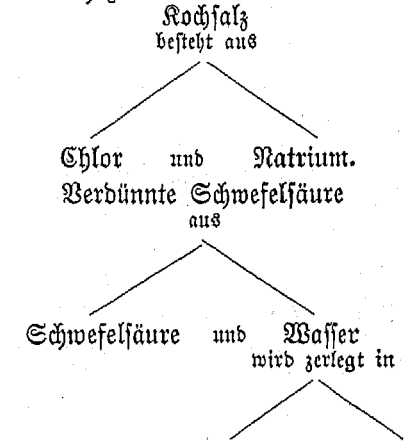
Fig. 75.



Die Hitze, welche sich beim Verbrennen des Knallgases entwickelt, ist die größte Hitze, welche man bis jetzt auf künstliche Weise hervorzubringen vermag. Wird die Knallgasflamme auf einen Cylinder aus gebranntem Kalke geleitet, so geräth dieser in die Weissglühhitze und verbreitet ein sehr hell leuchtendes Licht. Man nennt dieses Licht nach seinem Erfinder das Drummond'sche Licht. — Das Wasserstoffgas bildet mit mehreren Grundstoffen sehr kräftige Säuren und Basen. Von einer Wasserstoffsäure, der Flussäure, wurde bereits im §. 106 gesprochen.

§. 109. Die Salzsäure.

Die Salzsäure besteht aus Chlor und Wasserstoff. Sie erhielt diesen Namen, weil sie aus dem Kochsalze erzeugt wird, indem man dasselbe mit verdünnter Schwefelsäure übergießt und sodann erhitzt.



Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Natrium zu Natron, und dieses mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron (Glaubersalz). Das Chlor bildet mit dem Wasserstoffe die Salzsäure.

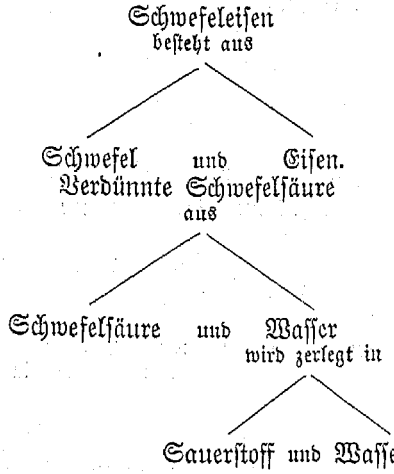
Die Salzsäure rötet wie die im Wasser löslichen Sauerstoffsäuren das blaue Lackmuspapier, unterhält das Brennen der Körper nicht und wirkt höchst nachtheilig auf die Lunge. Vom Wasser wird sie begierig aufgenommen, und man erhält so die im Handel vorkommende flüssige Salzsäure, welche auf organische Stoffe zerstörend einwirkt.

Die Salzsäure kann zur Erzeugung des Chlors verwendet werden. Man erhält nämlich Chlor, wenn man schwarzen Braunstein mit Salzsäure überschüttet und sehr mäßig erwärmt. — Eine Mischung aus 8 Theilen

Salzsäure und 2 Theilen Salpetersäure bildet das Königswasser, durch welches selbst Gold und Platin aufgelöst werden. Es bildet sich nämlich im ersten Falle Gold-, im zweiten Platinchlorid, zwei Stoffe, welche im Wasser löslich sind. — Das Chlorwasser verwandelt sich an der atmosphärischen Luft, namentlich unter der Einwirkung des Lichtes in Salzsäure. Um es vor dieser Verwandlung zu schützen, wird dasselbe in wohl verschlossenen dunklen Flaschen aufbewahrt.

§. 110. Das Schwefelwasserstoffgas.

Das Schwefelwasserstoffgas oder die Schwefelwasserstoffsäure besteht aus Schwefel und Wasserstoff. Zur Erzeugung derselben nimmt man gepulvertes Schwefeleisen und übergießt dasselbe mit verdünnter Schwefelsäure.



Der Sauerstoff bildet mit dem Eisen Eisenoxydul, und dieses mit der Schwefelsäure Eisenvitriol. Der Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoffe zu Schwefelwasserstoffgas.

Das Schwefelwasserstoffgas rötet blaues Lackmuspapier, wirkt giftig auf die Athmungsorgane, brennt in Berührung mit der atmosphärischen Luft und hat einen äußerst unangenehmen Geruch, ganz ähnlich dem Geruche der faulen Eier. Die Schwefelquellen enthalten dieses Gas, daher auch der unangenehme Geruch in ihrer Nähe. Mit den Metallen geht das Schwefelwasserstoffgas sehr gerne Verbindungen ein, man nennt dieselben Schwefelmetalle.

Dieses Gas entwickelt sich überall, wo schwefelhaltige Stoffe in Fäulnis geraten, und ist ein Grund des unangenehmen Geruches, welcher

mit jeder Fäulnis verbunden ist. In Kanälen und Aborten findet man es in großer Menge, auch bildet es sich im menschlichen und thierischen Körper. Die Beseitigung des Schwefelwasserstoffgases geschieht am besten durch Chlorgas. Das Chlor verbindet sich hierbei mit dem Wasserstoffe des Schwefelwasserstoffgases zu Salzsäure, während der Schwefel ausgeschieden wird. Auch durch Verbrennen von Schwefel kann das Schwefelwasserstoffgas zerstört werden. Beim Verbrennen des Schwefels entwickelt sich nämlich schweflige Säure; der Sauerstoff derselben verbindet sich mit dem Wasserstoffe des Schwefelwasserstoffgases zu Wasser, und der Schwefel wird aus beiden Verbindungen gefällt.

§. 111. Das Ammoniakgas.

Das Ammoniakgas ist eine sehr kräftige Base, welche der Wasserstoff mit dem Stickstoffe bildet. Das Ammoniakgas hat einen stechenden Geruch, reizt das Auge zu Thränen und wirkt giftig auf die Athmungsorgane. Vom Wasser wird es begierig aufgenommen, und so entsteht wässeriges Ammoniak, das im Handel unter dem Namen Salmiakgeist bekannt ist.

Das Ammoniak verbindet sich mit der Kohlensäure zu einem äußerst flüchtigen Salze, kohlensaures Ammoniak (auch Hirschhornsalz) genannt, welchs man häufig in Stallungen findet, indem sich bei der Fäulnis des Urins gleichzeitig Kohlensäure und Ammoniak bilden.

Ammoniak entwickelt sich ebenso wie das Schwefelwasserstoffgas in Aborten und kann durch eine Auflösung von Eisenvitriol beseitigt werden. Das Ammoniak verbindet sich mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Ammoniak, einem flüchtigen Salze, und Eisenoxydul mit Wasser bleibt zurück. Da man das Ammoniakgas meist als den Träger der Ansteckungsstoffe betrachtet, so sucht man zur Zeit der Cholera namentlich dieses zu beseitigen, daher die Desinfection der Canäle durch Hineinschütten des aufgelösten Eisenvitriols, dem man auch etwas Kohle zusetzen kann.

§. 112. Das Leuchtgas.

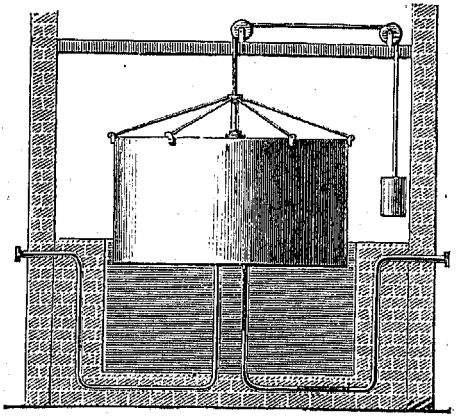
Noch wollen wir die Verbindungen des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffe kennen lernen. Unter diesen sind für uns namentlich zwei von Wichtigkeit: das leichte Kohlenwasserstoffgas (auch Sumpfgas, Grubengas genannt) und das schwere Kohlenwasserstoffgas (das allbekannte Leuchtgas).

In dem Leuchtgase ist der Wasserstoff gerade mit doppelt so viel Kohlenstoff verbunden als in dem Grubengase; es hat somit ein viel größeres specifisches Gewicht als dieses, und die Benennungen „schweres und leichtes Kohlenwasserstoffgas" sind für die beiden Gasarten ganz bezeichnend. Das leichte Kohlenwasserstoffgas kommt in der Natur vor, es entwickelt

sich in Sümpfen und Kohlenbergwerken (daher Sumpf- oder Grubengas genannt). In Berührung mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft verbrennt es unter heftiger Explosion, welche Erscheinung von den Bergleuten das schlagende Wetter genannt und wegen seiner oft schrecklichen Wirkungen allgemein gefürchtet wird. Das Leuchtgas kommt in der Natur nicht vor, es muss stets auf künstliche Weise erzeugt werden. In den Gasbeleuchtungsanstalten wird es aus möglichst schwefelfreien Steinkohlen erzeugt, welche man in eisernen Retorten einer sehr starken Erhitzung aussetzt. Das auf diese Weise gebildete Leuchtgas ist aber durchaus nicht rein, es ist noch mit anderen Stoffen, wie Steinkohlentheer, schwefliger Säure, Kohlensäure u. a. m. vermengt. Von diesen Stoffen muss es befreit werden, sobald es mit einer hell leuchtenden und geruchlosen Flamme verbrennen soll. Der Steinkohlentheer wird dadurch beseitigt, dass man ihn durch Abkühlung zu einer Flüssigkeit verdichtet und sodann abfließen lässt. Die übrigen fremdartigen Bestandtheile werden entfernt, indem man das Gas durch Kalkwasser leitet, welches durch eine eigene Vorrichtung stets umgerührt wird, damit sich die Kalktheilchen nicht am Boden ansetzen.

Die beiden Vorrichtungen, in welchen das Gas erzeugt und gereinigt wird, bilden den Gaserzeugungs- und den Reinigungs-Apparat. Eine dritte Vorrichtung hat den Zweck, das Gas an irgend einem Orte anzusammeln und von da aus nach allen gewünschten Richtungen hin abzuleiten. Dies geschieht durch den Gasometer. Derselbe besteht aus einem oben verschlossenen, unten offenen Cylinder von Eisenblech, der unter das in einem etwas größeren Behältnisse befindliche Wasser taucht. Die links liegende Röhre steht mit dem Reinigungsapparate in Verbindung, die rechts liegende theilt sich in viele Zweige und leitet das Gas in alle jene Stadttheile und Lokale, welche beleuchtet wer-

Fig. 76.



den sollen. Wird Gas erzeugt, und ist die Verbindung mit dem Reinigungsapparate hergestellt, so strömt es unter den Cylinder und hebt diesen empor. Soll das Gas verwendet werden, so wird diese Verbindung abgesperrt und der Cylinder durch ein Gewicht belastet. Das Gas wird nun durch den Druck dieses Cylinders in die rechts liegende Röhre (Hauptrohr) und alle ihre Verzweigungen (Nebenröhren) getrieben. Jede Nebenröhre ist mit einem Hahne versehen, welcher so lange verschlossen bleibt, bis das Gas angezündet wird. Beim Zudrehen des Hahnes ist wohl darauf zu achten, dass dies vollständig geschehe.

In kleinen Mengen wird das Leuchtgas erzeugt, indem man in einem Probierglaschen zerstoßene Kohle oder Sägespäne erhitzt. Man verschließt dasselbe mit einem Korke, durch welchen entweder eine zugespitzte Glasröhre oder ein Stück von einem thönernen Pfeifenrohre gesteckt wird. Die sich entwickelnde Luftart ist Leuchtgas, jedoch nicht in reinem Zustande, weshalb es auch nicht mit einer sehr hell leuchtenden und geruchlosen Flamme verbrennt. — Das Leuchtgas entwickelt sich bei starker Erhitzung aus jedem brennbaren Körper. Bei dem Talglichte oder der Oellampe wird das Leuchtgas aus dem Talge oder Oele erzeugt, kann aber im Innern der Flamme nicht verbrennen, weil hier kein Luftzutritt stattfindet; deshalb ist auch daselbst ein dunkler Kern zu bemerken. Rings um denselben sieht man einen hell leuchtenden Lichtkegel, indem in diesem Raume noch keine vollständige Verbrennung stattfindet, sondern die nicht verbrennenden Kohlentheilchen in die Weißglühhitze gerathen. Erst am Rande der Flamme findet vollkommene Verbrennung, somit auch die größte Wärmeentwicklung statt.

§. 113. Gährung.

Wenn man einer zuckerhaltigen Flüssigkeit (am besten im Wasser aufgelösten Honig) etwas Hefe zusetzt und sie an einen mäßig warmen Ort stellt, so trübt sich in kurzer Zeit die Flüssigkeit, und zahlreiche Gasblasen steigen in die Höhe. Leitet man dieses Gas durch ein Gasleitungsrohr in Kalkwasser, so wird dieses getrübt, das entwickelte Gas ist somit Kohlensäure. Nach und nach klärt sich die Flüssigkeit wieder, allein sie hat ihren süßen Geschmack verloren; sie schmeckt geistig und hat die Eigenschaft zu berauschen. Diese Verwandlung zuckerhaltiger Flüssigkeiten in geistige heißt die geistige Gährung. Bei derselben wird der Zucker in Alkohol und Kohlensäure zersetzt; die Kohlensäure entweicht größtentheils, und der Alkohol verleiht der Flüssigkeit den geistigen Geschmack und die berauschende Wirkung.

Die Bedingungen der geistigen Gährung sind: 1) eine zuckerhaltige Flüssigkeit; 2) ein Stoff, der in dem Prozesse der Zersetzung sich befindet (Hefe). Man nennt diesen

Stoff bei der Gährung das Ferment. 3) Darf die Temperatur nicht zu hoch und nicht zu niedrig sein. Am geeignetsten ist eine Temperatur von 10—20° R. Beim Safte der Weintrauben ist ein Ferment nicht notwendig, weil dieser selbst einen stickstoffhaltigen Bestandtheil enthält, der durch die atmosphärische Luft zersetzt wird.

Jeder Körper ist gährungsfähig, wenn er solche Bestandtheile enthält, die sich durch geeignete Behandlung in Zucker umwandeln lassen. Das sogenannte Aufgehen des Teiges beim Backen des Brotes, der Kuchen u. s. w. ist die Folge einer geistigen Gährung, welche in dem Teige vor sich geht. Das Mehl besteht nämlich aus Stärke, Kleber und Zucker; wird nun dem angemachten Teige Hefe zugesetzt, so verwandelt sich der Zucker in Alkohol und Kohlensäure. Da die Kohlensäure nicht entweichen kann, so treibt sie den Teig auf. Im Backofen entweichen der Alkohol und die Kohlensäure in Folge der hohen Temperatur.

Beim Brauen des Bieres wird die Gerste zuerst gemalzt. Man läßt nämlich die im Wasser eingeweichte Gerste an einem dunkleren Orte keimen, bis die Keime eine Länge von 3—4‴ erreichen, und unterbricht sodann den Keimungsprozeß durch Erhitzung auf der sogenannten Darre. Das Malz wird nun grob geschrotet und in heißes Wasser gebracht, dessen Temperatur jedoch 60° nicht übersteigen darf. Hier geschieht die vollständige Umwandlung der Stärke in Zucker und Dextrin, und man erhält einen süß schmeckenden Malzabsud, Bierwürze genannt. Diesem wird, theils um ihm einen aromatischen Geschmack zu verleihen, theils um ihn haltbarer zu machen, Hopfen zugesetzt. Hat nun die Bierwürze, nachdem sie auf dem sogenannten Kühlstocke schnell abgekühlt und ihr noch etwas Hefe zugesetzt worden ist, die geistige Gährung durchgemacht, so liefert sie jenes Getränk, das unter dem Namen des Bieres allgemein bekannt ist.

§. 114. Essigbildung.

Durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft wird der Alkohol in Essigsäure und Wasser zerlegt. Es gehen demnach geistige Getränke, wenn sie der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind, in essigsaure Flüssigkeiten über. Den aus Wein oder Bier gewonnenen Essig nennt man Wein- oder Biereſſig.

Die Schnellessigfabrikation beruht darauf, daſs man verdünnten Branntwein über Hobelspäne aus Buchenholz leitet, welche man vorher mit starkem Essig getränkt hat, und für einen lebhaften Zutritt der Luft Sorge trägt. Auf diese Art kann man den Alkohol binnen 24 Stunden in Essig verwandeln.

Der Essig bildet mit den Basen essigsaure Salze, z. B. essigsaures Kupferoxyd (Grünspan), Bleizucker (essigsaures Bleioxyd) u. s. w.

§. 115. Fäulnis.

Bei organischen Körpern tritt oft eine gänzliche Zerstörung derselben ein, welche von der Entwicklung übelriechender Gase (Schwefelwasserstoffgas, Ammoniakgas) begleitet ist. Man nennt diese Erscheinung die Fäulnis. Die Bedingungen der Fäulnis sind Zutritt der atmosphärischen Luft, Gegenwart von Wasser und gänzlicher Mangel an Lebenskraft. Auch darf die Temperatur nicht unter 0° sein und nicht 80° R. übersteigen.

Alle Mittel, die Fäulnis ferne zu halten, finden in den Bedingungen der Fäulnis ihre Begründung. Verhinderung des Luftzutrittes durch luftdichten Verschluss, Entfernung jedes Wassers durch Austrocknen, Erkaltung der Körper durch Berührung mit dem Eise, Erhitzung derselben durch Kochen sind Mittel, um die Körper vor Fäulnis zu schützen.

§. 116. Elektrolyse.

Der elektrische Strom besitzt die Fähigkeit, viele Körper in ihre chemischen Bestandtheile zu zerlegen. Man nennt die chemische Zerlegung eines Körpers durch den elektrischen Strom Elektrolyse, und jeder Körper, welcher sich auf diese Weise zerlegen lässt, heißt ein Elektrolyt. Elektrolyten sind das Wasser, die meisten Salze, welche aus einer Säure und einer Base bestehen, u. s. w. Taucht man die Enddrähte einer galvanischen Batterie unter Wasser, welches man durch Zugießen einiger Tropfen Schwefelsäure in einen guten Elektricitätsleiter verwandelt hat, so sieht man, sobald die Drähte hinreichend genähert sind, Bläschen in demselben emporsteigen. Diese Bläschen rühren von den Gasen her, welche sich bei der Zersetzung des Wassers bilden. Das Drahtende, an welchem sich der Sauerstoff ansetzt, erscheint nach einiger Zeit schwarz, es hat sich Kupferoxyd gebildet.

Um die Zerlegung eines Salzes durch den elektrischen Strom zu zeigen, fülle man eine Uförmig gebogene Glasröhre mit einer Auflösung von Glaubersalz und leite die Enddrähte einer galvanischen Batterie in dieselbe. Ist die Entfernung zwischen den beiden Drähten sehr gering, ohne dass jedoch eine Berührung derselben stattfindet, so zeigen aufsteigende Bläschen die eintretende Zersetzung an. Gießt man nun in die beiden Enden der Röhre etwas Lackmustinktur, so färbt sich dieselbe auf einer Seite der Röhre rot. Es wurde demnach die Säure von der Base getrennt, somit das Salz zerlegt.

§. 117. Chemische Wirkung des Lichtes.

Im §. 109 wurde erwähnt, dass das Chlorwasser in Berührung mit der Luft durch die Einwirkung des Sonnenlichtes in Salzsäure sich verwandelt. Eine äußerst kräftige Wirkung bringt das Licht auf Verbindungen des Jods mit Metallen z. B. Jodsilber hervor. Dasselbe wird zerlegt, und zwar am vollständigsten an jenen Stellen, an welchen das Licht am kräftigsten einwirkt, d. i. an den hellsten Stellen. Wenn nun eine chemisch präparierte Glastafel in die Camera obscura eingesetzt wird, so erhalten wir von dem vor der Linse befindlichen Gegenstande ein Bild, auf welchem die hellen Stellen dunkel, die dunklen hingegen hell erscheinen. Man nennt dieses Bild das negative Bild des Gegenstandes.

Ein mit Chlorsilber präpariertes Papier wird hierauf hinter die Glastafel gelegt und abermals der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt. An den dunklen Stellen des Glases dringt das Licht nicht durch, es wird somit alles, was im negativen Bilde dunkel ist, hell erscheinen, und umgekehrt. Man erhält ein Bild, welches mit dem Gegenstande vollkommen übereinstimmt und das positive Bild genannt wird. Die Kunst, solche Lichtbilder darzustellen, ist allgemein unter dem Namen der Photographie bekannt.

Inhalt.

Ammoniakgas . . . . . §. 111
Athmen, das . . . . . §. 15
Atmosphärische Luft . . §. 95
Ausdehnung der Körper durch die Wärme . . §. 18
Barometer . . . . . §§. 7.8
Batterie, galvanische . . §. 80
Batterie, magnetische . . §. 73
Beharrungsgesetz . . . §. 43
Berührungselectricität . .
Bewegung . . . . . §. 43
Bewegung, beschleunigte . §. 44
" gleichförmige . §. 44
" verzögerte . . §. 44
Bier . . . . . §. 113
Blasebalg . . . . . §. 13
Blaserohr . . . . . §. 14
Blasinstrumente . . . . §. 55
Blitzableiter . . . . . §. 78
Brausepulver (s. Soda) . §. 103
Brechung des Lichtes . . §. 59
Brillen . . . . . §. 62
Brom . . . . . §. 106
Camera obscura . . . . §. 63
Cartesianischer Taucher . §. 39
Chlor . . . . . §. 104
Communicationsgefäß . . §. 4
Compaß . . . . . §. 71
Dampfmaschine . . . . §. 27
Declination, magnetische . §. 71
Druck der atmosphärischen Luft . . . . . §. 5
Druckpumpe . . . . . §. 11
Ebene, schiefe . . . . §. 90
Echo . . . . . §. 54
Eisenvitriol . . . . . §. 103
Elasticität . . . . . §. 14
Elektricität . . . . . §. 74
Elektrolyse . . . . . §. 116
Elektromagnet . . . . §. 81
Elektrophor . . . . . §. 76
Erwärmung der Flüssigkeiten . . . . . §. 24
Erwärmung der Luft . . §. 35
Essigbildung . . . . . §. 114
Fäulnis . . . . . §. 115
Fernrohr . . . . . §. 65
Feuerspritze . . . . . §. 12
Flaschenzug . . . . . §. 87
Fluor . . . . . §. 106
Fortpflanzung, geradlinige des Lichtes . . . . . §. 56
Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles . . . §. 52
Gährung . . . . . §. 113
Galvanisches Element . . §. 80
Gasometer . . . . . §. 112
Gefrieren der Flüssigkeiten §. 33
Gewicht . . . . . §. 2
Gewichtsverlust fester Körper in einer Flüssigkeit §. 37
Gewichtsverlust in der atm. Luft . . . . . §. 41
Gewitter . . . . . §. 77
Glaubersalz . . . . . §. 103
Grubengas . . . . . §. 112
Grundstoffe . . . . . §. 94
Gyps . . . . . §. 103
Hagel . . . . . §. 31
Hebel . . . . . §§. 83.88
Heronsball . . . . . §. 9
Hindernisse der Bewegung §. 45
Hirschhornsalz . . . . §. 111
Jod . . . . . §. 105
Kaleidoskop . . . . . §. 57
Kalk . . . . . §. 100
Kalk . . . . . §. 102
Kalk, kohlensaurer . . . §. 103
Kalk, phosphorsaurer . . §. 103
Kammer, dunkle . . . . §. 63
Kammer, optische . . . §. 56
Keil . . . . . §. 92
Knallbüchse . . . . . §. 14
Knallgas . . . . . §. 108
Kochsalz . . . . . §. 103
Kohlenoxydgas . . . . §. 99
Kohlensäure . . . . . §. 99
Krämerwage . . . . . §. 84
Kupfervitriol . . . . . §. 103
Kurzsichtigkeit . . . . . §. 62
Labialpfeifen . . . . . §. 55
Lamelle . . . . . §. 73

Leitung der Elektricität . §. 75
Leuchtgas . . . . . §. 112
Linsen . . . . . §§. 60.61
Locomotive . . . . . §. 28
Luftballon . . . . . §. 42
Magnet . . . . . §. 69
Mikroskop . . . . . §. 64
Natron . . . . . §. 101
Nebel . . . . . §. 30
Orgel . . . . . §. 55
Oxyde . . . . . §. 96
Ozon . . . . . §. 105
Papin'scher Kolben . . . §. 26
Papinscher Topf . . . . §. 25
Pendel . . . . . §§. 46.47
Phosphor (s. phosphors. Kalk) . . . . . §. 103
Photographie . . . . . §. 117
Porosität . . . . . §. 19
Pottasche . . . . . §. 103
Reflexion des Lichtes . . §. 57
Reflexion des Schalles . §. 53
Regen . . . . . §. 31
Regenbogen . . . . . §. 67
Reif . . . . . §. 32
Rolle . . . . . §. 86
Salmiak . . . . . §. 111
Salpeter . . . . . §. 103
Salpetersäure . . . . . §. 98
Salzsäure . . . . . §. 109
Sauerstoff . . . . . §. 95
Saugpumpe . . . . . §. 10
Schießpulver (s. Salpeter) §. 103
Schlange, die tanzende . §. 35
Schmelzen, das . . . . §. 34
Schnee . . . . . §. 31
Schnellwage . . . . . §. 85
Schraube . . . . . §. 91
Schrotwage . . . . . §. 3
Schwaden . . . . . §. 30
Schwefelsäure . . . . §. 97
Schwefelwasserstoffgas . §. 110
Schwerkraft . . . . . §. 1
Schwimmen, das . . . §. 38
Sieden der Flüssigkeiten . §. 24
Smee'sche Batterie . . §. 80
Soda . . . . . §. 103
Spezifisches Gewicht . . §. 2
Spiegel, ebener . . . §. 57
Spiegel, sphärischer . . §. 58
Stechheber . . . . . §. 7
Stickstoff . . . . . §. 95
Stoß elastischer Körper gegen eine feste Wand . . §. 48
Sumpfgas . . . . . §. 112
Taucherglocke . . . . §. 17
Telegraph . . . . . §. 82
Temperatur . . . . . §. 21
Thau . . . . . §. 32
Thaumatrop . . . . . §. 68
Thermometer . . . . §§. 22.23
Tonhöhe . . . . . §. 51
Transporteur . . . . §. 12
Verdunsten, das . . . §. 29
Wärmeleitung . . . . §. 20
Wasser . . . . . §. 107
Wasser, destillirtes . . §. 107
Wasserstoff . . . . . §. 108
Wasserstoffgas = Zündmaschine . . . . . §. 108
Wasserwage . . . . . §. 40
Weitsichtigkeit . . . . §. 62
Wellrad . . . . . §. 89
Winde . . . . . §. 36
Wolken . . . . . §. 30
Zinkvitriol . . . . . §. 103
Zungenpfeifen . . . . §. 55

Druck von Karl Prochaska in Teschen.