

Zweiter Teil.

Naturlehre.

a) Eine blanke Stricknadel tauche ich in Eisenfeilspäne und ziehe sie wieder heraus; keine Eisenfeilspäne sind haften geblieben.

Dieselbe Stricknadel bestreiche ich mehrmals mit einem Magneten und wiederhole den Versuch. Ein Büschel von Eisenfeilspänen hängt an der Spitze.

Dieselbe Stricknadel liegt ein paar Tage im feuchten Keller; sie hat sich mit dickem, rotem Rost bedeckt, der sich abschaben läßt.

b) Diese 3 Versuche zeigen die beiden Teile der Naturlehre. Im 2. Versuche hat die Stricknadel eine neue Eigenschaft bekommen; sie zieht Eisen an, ist magnetisch geworden. Freilich ist ihr davon nichts anzumerken, eine Veränderung des Stoffes nicht eingetreten. Das ist eine physikalische Erscheinung. Die Physik lehrt die Erscheinungen der Körper kennen, mit denen eine stoffliche Veränderung nicht verbunden ist. Im 3. Versuche ist aus dem Eisen Rost geworden, ein ganz neuer Stoff. Das ist eine chemische Erscheinung. Die Chemie lehrt die Stoffe und deren Veränderungen kennen.

c) Bestimme folgende Erscheinungen als physikalische oder chemische: Eis, Wasser, Dampf — Flamme der Kerze, der Petroleumlampe, des Leuchtgases. Schwefel wird durch Reibung elektrisch und zieht leichte Körperchen an — Schwefel verbrennt unter Entwicklung stechend riechender Dämpfe. Ein Platinblättchen wird in der Gasflamme glühend, verbrennt aber nicht — Magnesiumdraht verbrennt zu weißer Asche.

Physik.

I. Allgemeine Eigenschaften der Körper.

1. Aggregatzustände, Ausdehnung und Undurchdringlichkeit.

a)*) Eis ist fest, Wasser ist flüssig, Dampf ist luftförmig. Es ist derselbe Stoff in 3 verschiedenen physikalischen Zuständen.

b) Als fester Körper hat das Eis eine bestimmte Gestalt, und setzt dem Zerbrechen einen merklichen Widerstand entgegen. Das Wasser aber nimmt die Gestalt des Gefäßes an und läßt sich mit geringer Kraft zerteilen. Beim Dampf ist von einer eigenen Gestalt nicht die Rede; er füllt die Küche aus und fährt leicht durch unsere Hand.

c) Holz, Stein, Metalle sind feste, Spiritus, Öl, Quecksilber sind flüssige, Leuchtgas, Kohlensäure, Pulverdampf sind luftförmige Körper. Fest, flüssig, luftförmig sind die Aggregatzustände, d. h. die Anhäufung der Körpermasse.

Unter gewöhnlicher Temperatur kommen die Körper nur in einem Aggregatzustande vor. Kälte und Wärme machen Wasser zu Eis und Dampf. Unter hohem Druck wird die Kohlensäure flüssig. Wärme und Druck verändern die Aggregatzustände.

*) Die feststehende Gliederung ist: a) **Versuch** zur Anschauung, b) **Erklärung** zur Erläuterung der Einsicht, c) **Beispiele** zur Einübung der Gesetze. (Die Fragen sind größtenteils nach D. Ule, Warum und Weil (Berlin, Kleemann) zu beantworten.)

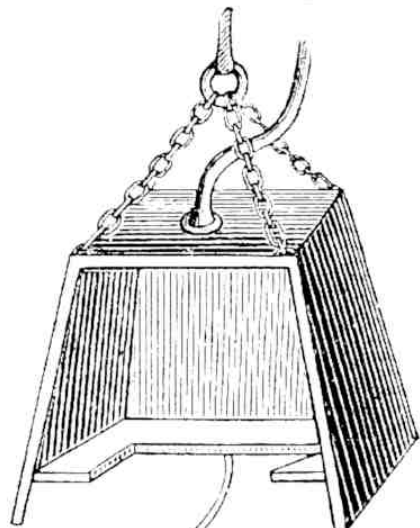


Ausdehnung: a) Den Baumstamm mißt man nach Länge, Breite und Höhe, ebenso den Inhalt des Wassereimers und den Luftraum des Zimmers.

b) Länge, Breite und Höhe bilden die Ausdehnung aller Körper. Wir messen dieselbe mit dem Meter (m) und dessen Teilen cm und mm. Mit feinen Quadraten messen wir Flächen, mit feinen Würfeln Körper.

c) Welche Handwerker müssen im Gebrauch des Maßes besonders geübt sein? (Schneider, Tischler, Zimmermann.) In welchen Gewerben kommen große Maße, in welchen kleine zur Anwendung? (Bierbrauerei, Apotheke.)

Undurchdringlichkeit. a) Ein leeres Glas wird umgestülpt in ein gefülltes Waschbecken getaucht. Es ist einige Kraft beim Niederdrücken erforderlich; obgleich das Glas tief im Wasser steht, füllt es sich doch nur wenig.



121. Taucherglocke.

— Auf eine leere Flasche wird ein Trichter gesetzt und der Rand verkittet. Gieße ich Wasser in den Trichter, so läuft nur wenig in die Flasche.

b) Glas und Flasche sind nicht leer, wie es scheint, sondern mit Luft gefüllt. In dem Raume aber, den ein Körper einnimmt, kann nicht gleichzeitig ein anderer sein; einer muß den andern zuvor verdrängen. Diese Eigenschaft aller Körper heißt Raumerfüllung oder Undurchdringlichkeit. Die Größe des Raumes, den ein Körper ausfüllt, heißt sein Volumen.

c) Warum läuft ein volles Glas über, wenn ich den Finger hineintauche? Warum fließt das Wasser in die Flasche, wenn ich den Trichter lüfte? Warum pfeifen die Kugeln auf ihrem raschen Wege durch die Luft? Warum sitzen die Taucher trocken in der Taucherglocke (die auf den Meeresgrund gesenkt wird, um dort versunkene Schätze zu heben), obwohl die Taucherglocke unten offen ist?

2. Porosität. a) Ich befeuchte einen trockenen Schwamm und sehe ihn dadurch sichtlich anschwellen. — Ich feuchte einen Bogen Papier an, klebe ihn mit dem Rande auf ein Reißbrett, lasse ihn trocknen und sehe das zuvor faltige Papier glatt auf dem Brette sitzen.

b) Der Schwamm und das Papier haben zwischen ihren Teilchen Zwischenräume oder Poren. Wenn das Wasser in diese eindringt, werden sie ausgedehnt und die Körper dadurch größer. Durch die Verdunstung des Wassers zieht sich der Bogen wieder zusammen. Alle Körper sind porös, d. h. haben feine Poren, dichte Körper ganz feine, lockere Körper große Poren.

c) Durch die Poren der Gefäße dringt, dem Auge unsichtbar, der Sauerstoff der Luft und verdirbt die Vorräte in denselben. Wir glasieren darum die Gefäße, um die Poren zu verstopfen. Sogar durch die Poren der Eier dringt der Sauerstoff und nährt das junge Vöglein oder bringt das Ei zum Faulwerden. Wie schützt man sie dagegen? Warum wäscht ein Löschblatt die frische Schrift nicht aus? Warum quellen Türen und Fenster bei feuchtem und klaffen bei trockenem Wetter? Warum werden im Sommer die Gefäße leck, und wie macht man sie wieder wasserdicht? Wie krümmt der Böttcher die Faßdauben? Warum zerspringt ein Faß, wenn es dicht mit trockenen Erbsen ge-

füllt ist und diese dann mit Wasser begossen und aufgequellt werden? Warum sprengt man Bäume und Felsen, indem man trockene Reile einschlägt und diese dann mit Wasser begießt? Warum verpicht man die Bierfässer inwendig?

3. Kohäsion. a) Ein Holzstab ist oft nicht leicht mit dem Messer zu teilen. Leicht ist, einen Wassertropfen mit einer Nadelspitze aus einem Glase zu heben. Aus einer luftgefüllten Tierblase entweicht die Luft beim Öffnen unter hörbarem Geräusch.

b) Alle Teile des Holzstabes hängen zusammen. Die Kraft des Zusammenhangs der Teile heißt Kohäsion. Bei festen Körpern ist die Kohäsion sehr stark, bei flüssigen schwächer, so daß sie nur kugelförmige Tropfen bildet, bei luftförmigen hat sie ganz aufgehört. Je näher die Körperteilchen aneinander liegen, desto stärker ist die Kohäsion. Verschieben sich die Teile leicht, so ist der Körper weich (Wachs); verschieben sie sich schwer, hart (Eisen); zerbricht er bei der leichtesten Verschiebung, spröde (Glas); verschieben sich die Teile leicht, ohne in ihre ursprüngliche Lage zurückzukehren, so nennt man den Körper dehnbar (Eisen, Eisendraht).

c) Warum spaltet man Holz in die Länge und sägt es in die Quere? Warum halten gezogene Drähte besser als gegossene, Stricke aus feinen Fäden besser als aus groben? Warum befestigt man Hängebrücken an Drahtseilen und nicht an Metallstäben? (Die 256 m lange Niagarabrücke hängt an 4 Seilen von 30 cm Dicke.) Warum werden Wollenzeuge gewalkt? Warum schmerzt ein rascher Schlag mit der Hand auf das Wasser heftig? Warum läßt sich Glas mit Diamant, Eisen mit Glas, Kupfer mit Eisen, Blei mit Kupfer ritzen?

4. Adhäsion. a) Ich befeuchte 2 Glastafeln und lege sie aufeinander. Sie haften so fest aneinander, daß sie zerbrechen würden, wenn ich sie ruckweise auseinander risse; ich muß sie auseinander schieben.

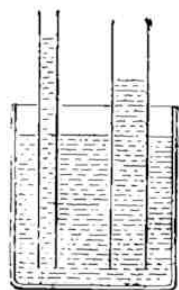
b) Zwischen den Oberflächen der Körper wirkt als Anziehungskraft die Adhäsion, je glatter die Oberfläche, desto stärker, je rauher, desto schwächer. Das Wasser hatte die Glasplatten noch ebener und damit die Adhäsion stärker gemacht. Zwischen Kohäsion und Adhäsion ist häufig ein Kampf, indem eine Kraft die andere zu überwinden strebt. Tauche einen Stab in Wasser, er benetzt sich; tauche ihn in Quecksilber, er benetzt sich nicht. Die Adhäsion zwischen Stab und Wasser ist größer als die Kohäsion des Wassers, die Kohäsion des Quecksilbers größer als die Adhäsion zwischen Stab und Quecksilber.

c) Warum bestreicht man Holzplatten und Papier mit Leim, schiebt aber dünnes Papier zwischen Glasplatten? Warum bleibt die Hand trocken, wenn ich sie vor dem Eintauchen ins Wasser in Hexenmehl stecke oder mit Fett bestreiche? Warum wird das Gefieder der Schwimmvögel nicht naß? Warum läuft Wasser beim Ausschütten am Gefäß herab? Warum breitet sich ein Wassertropfen auf dem Tische aus, während Quecksilber in Kügelchen darüber rollt? Wann nur haftet die dünne Zinnplatte an der Spiegelrückwand fest? Wie läßt du ein Hauchbild deines Namens auf der Fensterscheibe entstehen?

5. Haarröhrchen-Anziehung. a) Ich tauche kleine Glasröhrchen von verschiedener Weite senkrecht in ein Glas gefärbten Wassers (Fig. 122) und bemerke, daß in ihnen das Wasser höher als im Glase steht, und zwar in der engsten am höchsten.

b) Die Wände dieser dünnen Haarröhrchen üben eine Anziehungskraft auf die Flüssigkeit aus und heben sie am Rande in die Höhe; daher ist die Oberfläche des Wassers in Haarröhrchen konkav (hohl).

c) Wie leiten Löschpapier und Dochte die Flüssigkeit fort? Warum bleiben Stahlwaren in Kohlenpulver blank? Warum werden Stricke durch Naßmachen kürzer? Warum fahren 2 Kork-



122. Haarröhrchen-Anziehung.

fügelchen auf dem Wasser schnell zusammen, sobald sie sich nahe kommen, oder rasch nach der Wand, wenn sie sich ihr nähern? Warum trocknet man sich leicht mit Handtuch oder Schwamm ab? Wie erklärt sich das Waschen unserer Kleidungsstücke aus Haarröhrchen-Anziehung? Warum bekommen die Grundmauern eines Neubaues auf nassem Grunde einen Belag von Asphalt oder Teer, ehe die Mauern darauf gesetzt werden? Warum sind Thüren und Fenster mit Olfarben gestrichen?

6. Trägheit oder Beharrung. a) Auf die Mündung einer Flasche lege ich ein steifes, glattes Kartenblatt und auf dieses genau über die Mündung ein Geldstück. Mit dem Zeigefinger schnelle ich rasch das Kartenblatt fort, und das Geldstück fällt in die Flasche.

b) Das Geldstück hat das Bestreben, in seinem ruhigen Zustande zu verharren und nimmt keinen Teil an der raschen Bewegung des Kartenblattes. Diese Eigenschaft der Körper, ihren bisherigen Zustand der Ruhe oder Bewegung beizubehalten, heißt Trägheit. Es ist stets ein Kraftaufwand nötig, um aus einem Zustand in den andern zu kommen. Auch jede Bewegung würde sich von selbst fortsetzen, wenn nicht die Schwere der Körper, die Reibung auf der rauhen Unterlage und der Widerstand der Luft sie hemmte.

c) Warum ist ein Lastwagen so schwer in Bewegung zu setzen, während er nachher leicht dahin rollt und schwer aufzuhalten ist? Warum spritzt die Feder, wenn sie auf dem Papier an ein Hindernis stößt? Warum bekommt man in einem schnell fahrenden Wagen einen Ruck vorwärts, wenn der Wagen plötzlich hält, und fällt rückwärts, wenn der ruhige Wagen plötzlich angezogen wird? Warum wird ein loser Hammer befestigt, wenn man den Stiel aufstößt? Warum wird eine verstopfte Röhre geöffnet, wenn man heftig gegen das Ende schlägt? Warum schlagen geschossene Kugeln kreisrunde Löcher durch Fenster und Bretter? Warum kann man mit dem Hammer einen Mauerstein in der Hand zerschlagen, ohne Schmerz zu fühlen?

7. Elasticität. a) Ich presse ein Stück Gummi zusammen oder dehne es aus, lasse es dann los, und es springt in seine vorige Gestalt zurück.

b) Die einzelnen Teile der Körper, welche aus ihrer Lage gebracht sind, ohne zu zerreißen, streben nach ihrer ursprünglichen Lage zurück. Körper mit dieser Eigenschaft heißen elastisch, ohne dieselbe unelastisch.

c) Warum treibt die Armbrust den Bolzen fort? Warum macht eine geschwärzte Elfenbeinkugel nur ein schwarzes Pünktchen, wenn man sie auf eine Marmortafel legt, dagegen einen breiteren Flecken, wenn man sie hoch herabfallen läßt? Warum fliegt ein geschlagener Gummiball weiter als ein Stein?

8. Schwerkraft. a) Ich nehme einen Stein und eine Flaumfeder in die Hand, lasse sie los, und beide fallen zur Erde, der Stein rasch, die Feder langsam. Ich lege eine kleine, runde Papierscheibe auf ein Fünfsmarkstück und lasse beide zur Erde fallen, sie kommen unten zu gleicher Zeit an. Nun lege ich das Fünfsmarkstück auf den Zeigefinger der rechten Hand, die Scheibe auf den Zeigefinger der linken Hand und lasse beide zu gleicher Zeit zur Erde fallen. Das Fünfsmarkstück kommt eher unten an.

b) Die Erde zieht alle Körper durch ihre Anziehungskraft an, so daß sie nach deren Mittelpunkte streben. Dies Bestreben ist die Schwere der Körper; der Druck, den sie dabei auf ihre Unterlage üben, ist ihr Gewicht. Wägen heißt: die Körper nach ihrem Gewichte vergleichen. Wegen des Widerstandes der Luft fallen leichte Körper langsamer als schwere; im luftleeren Raume dagegen fallen alle Körper gleich schnell, da die Erde alle mit gleicher Kraft anzieht.

c) Warum sind Wasser- oder Quecksilbertropfen nie ganz kugelförmig? Warum werden die Schnüre von Gewichten straff gezogen? Warum giebt das Bleilot

die senkrechte Richtung an? Warum ist ein Maß Quecksilber schwerer, ein Maß Federn leichter als ein Maß Wasser?

9. Schwerpunkt. a) Eine runde Papierscheibe setze ich mit ihrem Mittelpunkt auf eine Nadelspitze. Die Scheibe schwebt. In jedem anderen Punkte unterstützt, fällt sie zu Boden.

b) Jeder Körper hat einen Schwerpunkt, um den die Körpermasse gleichmäßig verteilt ist. Wenn dieser Schwerpunkt unterstützt ist, kann der Körper nicht fallen. Die senkrechte Linie vom Schwerpunkte zum Boden heißt Schwerlinie oder Falllinie. Wenn der Körper in der Richtung dieser Linie unterstützt ist, so ruht er oder ist im Gleichgewicht; er fällt aber, wenn die Schwerlinie nicht mehr auf die Unterstützungsfläche fällt. Daraus erklärt es sich, daß auch schiefe Türme noch stehen. Sowie aber die Schwerlinie außerhalb der Unterstützungsfläche fiele, würde der Turm umfallen.

c) Warum rollt eine Kugel auf geneigter Fläche? Warum neigen wir uns vorwärts beim Bergsteigen und Tragen einer Last hinten, rückwärts aber beim Abwärtssteigen und Tragen einer Last vorn? Wann neigen wir uns rechts, wann links? Warum steht man nicht sicher auf einem Beine? Warum fallen hohe, geneigte Gegenstände leichter als niedrige, gerade stehende? Warum haben hohe Lampen einen schweren Eisensfuß?

II. Gleichgewicht und Bewegung fester Körper.

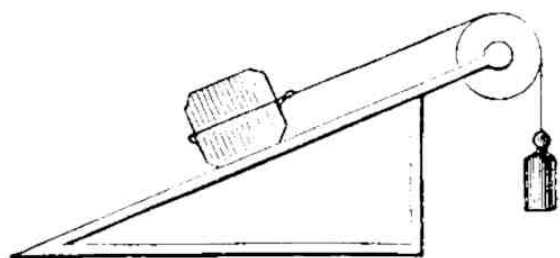
10. Der freie Fall. a) Zwei Kinder halten einen Bogen Papier wagerecht an den vier Zipfeln. Eine kleine Kugel läßt man erst aus geringer und dann immer größerer Höhe auf das Papier fallen, bis sie durchschlägt. Dasselbe wird mit einer größeren Kugel versucht und gefunden, daß dieselbe schon aus geringerer Höhe durchschlägt.

b) Alle Körper, wenn sie nicht unterstützt werden, eilen vermöge der Schwerkraft dem Mittelpunkte der Erde zu oder fallen in senkrechter Richtung. Die Wirkung beim Aufschlagen wird um so heftiger sein, je größer die Masse des Körpers und die Höhe des Falles und damit die Geschwindigkeit der Bewegung ist. **Alle Körper fallen mit beschleunigter Geschwindigkeit.** Die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers nimmt fortwährend zu. In der 1. Sekunde durchfällt er einen Fallraum von 5 m, in der 2. Sekunde von 3×5 m, in der 3. Sekunde von 5×5 m. **Die Fallräume der einzelnen Sekunden wachsen wie die ungeraden Zahlen.** Zählt man alle Fallräume der einzelnen Sekunden zusammen, so giebt das den Gesamtfallweg. **Die Gesamtwege wachsen wie die Quadratzahlen der Fallzeiten $\times 5$.** Lasse ich z. B. einen Stein in einen tiefen Brunnen oder von einem hohen Turme fallen, und er klatscht auf, wenn ich 4 Sekunden gezählt habe, so beträgt die Tiefe oder Höhe $4 \times 4 = 16$ mal $5 \text{ m} = 80 \text{ m}$. In der 1. Sekunde fällt er 5, in der 2. Sek. 3×5 , in der 3. Sek. 5×5 , in der 4. Sek. 7×5 , also zusammen $5 + 15 + 25 + 35 = 80 \text{ m}$.

c) Warum schießen Wagen von Anhöhen mit wachsender Geschwindigkeit herab und müssen ein Hemmzeug haben? Wie wirkt der Luftwiderstand bei leichten und schweren Körpern?

11. Die schiefe Ebene. a) Wenn ich ein gefülltes Faß auf den Wagen heben will, so muß ich genau so viel Kraft anwenden, als seine Last oder sein Gewicht beträgt. Lege ich aber ein langes Brett oder eine Leiter als schiefe Ebene an den Wagen und wälze das Faß darauf in die Höhe, so wird zwar der Weg viel länger, aber ich brauche weniger Kraft anzuwenden.

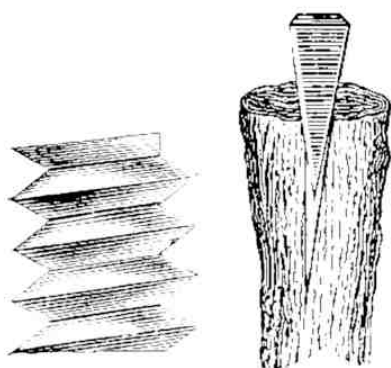
b) Zuerst übe das Faß den ganzen Druck auf seine wagerechte Unterlage aus,



123. Schiefe Ebene.

und sein ganzes Gewicht mußte von mir senkrecht aufwärts bewegt werden. Bei der Bewegung auf der schiefen Ebene ruht die Last zum Teil auf der Unterlage, zum Teil auf mir. Je steiler die schiefe Ebene ist, desto kürzer ist der Weg, und desto mehr Kraft ist zur Aufwärtsbewegung erforderlich; je mehr sie sich

der wagerechten Ebene nähert, desto länger ist der Weg, und desto leichter ist die Aufwärtsbewegung. Man spart so viel an Kraft, als man am Wege zulegt. Ist die Höhe des Wagens $\frac{1}{4}$ von der Länge der angelegten Leiter, so brauche ich auch an Kraft nur $\frac{1}{4}$ der Last; 1 Pfd. würde 4 Pfd. das Gleichgewicht halten. Auf der schiefen Ebene findet Gleichgewicht statt, wenn die Kraft sich zur Last verhält wie die Höhe der schiefen Ebene zur Länge.

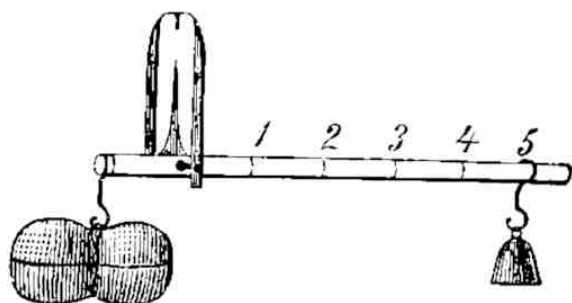


124. Schraube.

125. Keil.

c) Warum wendet der Auflader beim Auf- und Abladen der Fässer die Schrotleiter an? Warum kann der Holzhacker mit dem Keil (einer doppelten schiefen Ebene) die großen Klöße leichter als mit der Art spalten? Warum werden Wege auf hohe und steile Berge in Windungen angelegt? Warum übt die Schraube (eine um einen Cylinder gewundene schiefe Ebene) einen so großen Druck aus, hebt Wagen, ja ganze Gebäude? Warum kann man mit dem Pfropfenzieher (einem schraubenförmig gewundenen Keile) den eingezwängten Kork leicht aus der Flasche ziehen?

12. Der Hebel. a) Die Krämerwage hat einen Wagebalken, der durch einen Unterstützungspunkt in 2 gleiche Arme geteilt ist. An einem Ende hängt eine Schale mit dem Gewichte (als Kraft) und am andern eine Schale mit Waren (als Last). Wenn Kraft und Last vollkommen gleich sind, so hat der Wagebalken eine wage- oder wasserrechte Stellung und ist im Gleichgewichte. Freilich muß die Wage dazu richtig und empfindlich sein. Sie ist richtig, wenn ihre Hälften rechts und links gleich schwer sind. Sie ist empfindlich, wenn sie auch bei kleinem Übergewichte noch einen Ausschlag



126. Schnellwage.

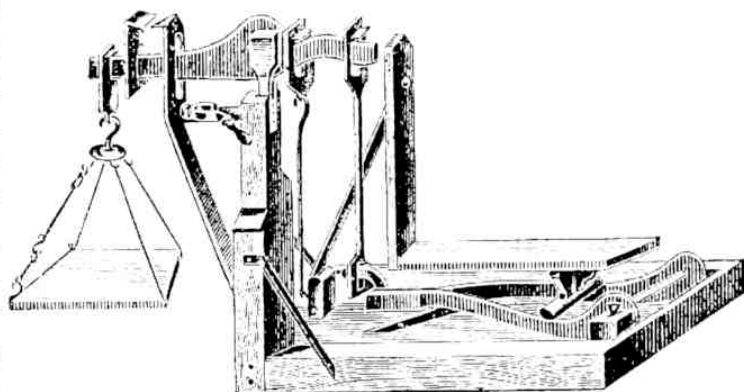
gibt. Die Schnellwage (Fig. 126) hat einen kurzen und einen langen Arm und braucht zum Wägen der verschiedenen Lasten nur ein Gewicht, das an dem langen Kraftarme hin und her geschoben wird, um Kraft und Last ins Gleichgewicht zu bringen. Je leichter die Last, desto näher rückt das Gewicht dem Unterstützungspunkte, je schwerer, desto weiter davon ab.

Die Länge des Lastarmes mal die Last bildet das Moment der Last; die Länge des Kraftarmes mal die Kraft (das Gewicht) bildet das Moment der Kraft. — Der Hebebaum ist eine Stange, die ich unter eine Last (z. B. einen Stein) schiebe, mit dem einen Ende auf die Erde stütze, an dem andern aufwärts bewege. Der Unterstützungspunkt liegt am untern Ende. Die zu hebende Last und die hebende Kraft sind daher auf einer und derselben Seite des Unterstützungspunktes. Mit Hilfe des Hebebaumes bewege ich Lasten in die Höhe, die ich mit meinen Händen nicht von der Stelle brächte.

b) Krämerwage, Schnellwage und Hebebaum sind Hebel, d. h. unbiegsame Stangen, die in einem Punkte unterstützt und um diesen drehbar sind. Die beiden Wagen sind zweiarmige, der Hebebaum ist ein einarmiger Hebel. Zweiarmige Hebel mit gleichen Armen haben den Unterstützungspunkt in der Mitte, einarmige am Ende. Die Krämerwage ist ein gleicharmiger, die Schnellwage ein ungleicharmiger Hebel. Der eine Arm heißt Last-, der andere Kraftarm. Der Hebel ist im Gleichgewichte, wenn das Moment der Last gleich ist dem Moment der Kraft, d. h. wenn die Länge des Lastarmes, multipliziert mit der Last, dasselbe Produkt giebt wie die Länge des Kraftarmes, multipliziert mit der Kraft. Hänge ich z. B. 30 cm vom Unterstützungspunkte 4 kg auf, so giebt das ein Lastmoment von $30 \times 4 = 120$. Hänge ich 40 cm vom Unterstützungspunkte 3 kg auf, so giebt das ein Kraftmoment von $40 \times 3 = 120$. Da Kraft- und Lastmoment gleich sind, so muß der Hebel im Gleichgewichte sein. Für den einarmigen Hebel gilt dasselbe Gesetz. Zwar liegen Last und Kraft auf einer Seite des Unterstützungspunktes und bilden scheinbar nur einen Arm; in Wahrheit ist aber das Stück vom Unterstützungspunkte bis zum Angriffspunkte der Kraft der Kraftarm, bis zum Angriffspunkte der Last der Lastarm; also auch hier ist ein Moment der Last und Kraft festzustellen. Je länger der Kraftarm ist, desto weniger Kraft ist nötig, um das Moment der Last zu übertreffen, desto länger ist aber auch der Weg, den der Hebelarm beschreibt.

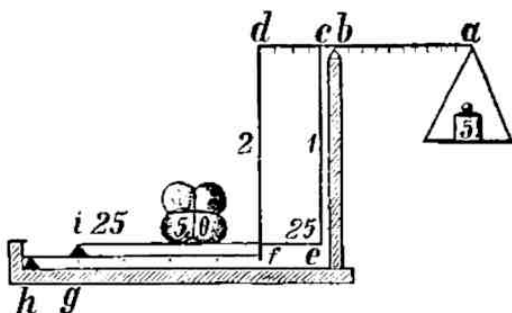
Zum Heben schwerer Lasten dient die **Dezimalwage**. (Fig. 127.) Decem heißt im Lateinischen 10. Die Dezimalwage ist eine solche, bei der schon $\frac{1}{10}$ des Lastgewichtes genügt, um die Last zu heben. Die Dezimalwage besteht aus 3 Hebeln. 2 sind einarmig und liegen unten in dem Gestell, und einer ist ein zweiarmig = ungleicharmiger, den wir oben sehen, an dem die Waagschale hängt.

Dieser Hebel hat einen Kraftarm a b, der doppelt so lang ist, als der Lastarm b d. Der Kraftarm a b enthält deshalb auch 10 Teile, wie der Lastarm b d deren 5 hat. 2 Zugstangen führen zu den einarmigen Hebeln e i und f h. Zugstange 1 greift in c, Zugstange 2 in d an. f h ist in 5 Teile geteilt.



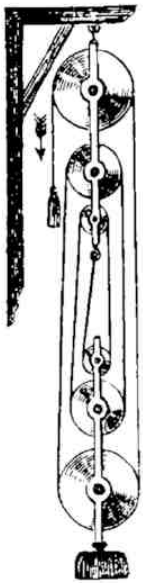
127. Dezimalwage.

Nun zur Belastung der Wage! Auf dem Hebel e i steht eine Last von 50 kg. Dieser Hebel heißt auch Brücke und davon die Wage Brückenwage. Denken wir uns die 50 kg als Getreideschicht gleichmäßig ausgebreitet, dann lasten 25 kg auf der Hälfte nach e und 25 kg auf der Hälfte nach i; 25 kg greifen in e und 25 kg in i an. Wir verfolgen den Druck von e aus zuerst. Zugstange 1 bringt ihn nach c. Der obere Hebel nimmt den Druck von 25 kg als Last auf. Sein Lastarm b c ist aber nur $\frac{1}{10}$ von dem Kraftarm a b. Es wird in a nur $\frac{1}{10}$ von 25 kg notwendig sein, um dem Druck in c und e das Gleichgewicht zu halten, das



128. Schema der Dezimalwage.

sind 2,5 kg. Nun verfolgen wir den Druck der 25 kg in i. Sie greifen in g den unteren Hebel f h an. Dessen Lastarm heißt g h, sein Kraftarm f h. Der Kraftarm ist $5 \times$ so lang als der Lastarm g h. Folglich wird in f nur $\frac{1}{5}$ der Last als Kraft thätig zu sein brauchen, $\frac{1}{5}$ von 25 kg = 5 kg. Die greifen in f und durch Zugstange 2 in d an dem Hebel d a an. Der Lastarm dieses Hebels b d ist jedoch nur $\frac{1}{2}$ von dem Kraftarm a b. Folglich wird in a auch nur $\frac{1}{2}$ der



129.

Flaschenzug.

Last als Kraft notwendig sein, um sie zu heben. In d stehen von f aus 5 kg, in a sind 2,5 kg dafür nötig, um der unten von i auf g drückenden Last das Gleichgewicht zu halten. 2,5 kg stehen schon auf der Wage, 2,5 kg kommen hinzu, in Summa brauchen wir also 5 kg auf der Wageschale, um 50 kg auf der Brücke das Gleichgewicht zu halten. 5 ist $\frac{1}{10}$ von 50; die Brückenwage trägt also ihren Namen Dezimalwage mit Recht. Natürlich geht durch die Reibung an den verschiedenen Stellen von dem Zuggewicht der Kraft immer etwas verloren. Das ist aber so wenig, daß es beim Wägen großer Lasten keine Bedeutung hat, und so dient die Brückenwage als Getreidewage auf dem Speicher, als Viehwage im Stall großer Güter.

Die Rolle ist eine Scheibe, die um eine Achse in der Mitte drehbar ist und auf dem Rande eine Rinne für eine Schnur hat. Der Flaschenzug (Fig. 129) ist eine Verbindung von festen und beweglichen Rollen. Die festen Rollen sind gleicharmige Hebel mit dem Unterstützungspunkte in der unbeweglichen Achse. Sie ersparen keine Kraft, sondern ändern bloß die Richtung der Bewegung. Die beweglichen Rollen, die auf und ab steigen, sind einarmige Hebel, welche die Last in der Mitte, den Stützpunkt an einem, und die ziehende Kraft an dem anderen Ende haben. Da der Kraftarm (Durchmesser der Rolle) doppelt so lang als der Lastarm (Halbmesser der Rolle) ist, so halbiert jede bewegliche Rolle die Kraft. Ein Flaschenzug mit 3 festen und 3 beweglichen Rollen, in einer Schiene oder einem Kloben befestigt, vermindert die Kraft auf $\frac{1}{6}$. Allerdings haben hier die Seile einen 6fachen Weg über die 3 festen und die 3 beweglichen Rollen zurückzulegen, auch geht ein Teil der Kraft durch die Reibung an den Rollen verloren.

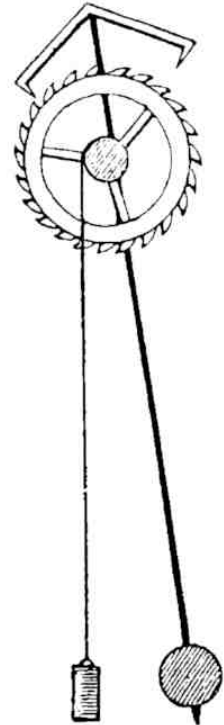
c) Zeige, wie die Brettschaukel auf einem Baumstamme, die Kurbel an der Kaffeemühle, die Winde am Brunnen, Zangen und Scheren zweiarmige, Schiebekarren, manche Thürklinen und Rinnbacken einarmige Hebel sind! Warum wird der Hebebaum in einen zweiarmigen Hebel verwandelt, wenn ich einen Stein unterschiebe und nach unten statt nach oben drücke? Warum fährt sich eine Last auf dem Schiebekarren um so leichter, je näher ich sie den Rädern bringe? Ein Mann und ein Knabe tragen eine Last an einer Stange; warum wird die Last mehr nach dem Manne zu geschoben?

13. Das Pendel. a) Ich hänge eine Bleikugel an einen Faden, stoße sie seitwärts, sehe sie zurückkehren und nach der anderen Seite ebenso hoch fliegen und diese Schwingungen lange fortsetzen. Nach und nach werden sie kürzer, sind aber immer von gleicher Zeitdauer, wie ich mich überzeuge, wenn ich zu den Schwingungen laut zähle und fortgesetzt dazu auf den Tisch klopfte. Das Gerät heißt Pendel. Die Schwingungen eines und desselben Pendels haben gleiche Schwingungsdauer. Je länger jedoch der Faden ist, desto weiter greifen die Schwingungen aus und desto langsamer sind sie. Bei 4 facher Länge des Fadens schwingt die Kugel 2 mal, bei 9 facher 3 mal, bei 16 facher 4 mal langsamer. Kurze Pendel schwingen schneller als lange.

b) Die Dauer der Schwingungen hängt allein von der Länge des Pendels ab. Die Schwerkraft zieht den Pendelkörper nach unten, der Stoß treibt ihn

seitwärts. Die kreisförmige Pendelbewegung ist die Mittelbewegung zwischen der Anziehungskraft der Erde nach unten und der Flieh- oder Schwungkraft nach der Seite. Lasse ich den Pendelkörper in der Ruhe los, so fällt er senkrecht nach unten; lasse ich ihn im Schwunge los, so fliegt er in der Richtung weiter, die er beim Loslassen hatte. Die kreisförmigen Bewegungen der Himmelskörper sind ebenfalls eine Folge der Schwerkraft und Fliehkraft. Die Kraft, welche der schwere Körper des Pendels bei jeder Herabbewegung erhält, wird durch die Anziehungskraft der Erde, durch die Reibung am Aufhängepunkte und den Widerstand der Luft in jedem Augenblicke verkleinert und zuletzt ganz aufgehoben. Deshalb kommt das Pendel nach und nach zur Ruhe, und man muß daher die Stangenpendel der Uhren (Fig. 130) durch eine elastische Feder oder durch Gewichte, welche man von Zeit zu Zeit spannt oder aufzieht, in fortgehender Bewegung erhalten.

c) Wie läßt sich der Gang einer Pendeluhr durch das Pendel verlangsamen und beschleunigen? Warum spritzen die Räder eines schnellfahrenden Wagens? Warum fährt der Dampfwagen an Krümmungen der Bahn langsamer? Warum beschreibt ein geworfener Körper eine Bogenlinie? Warum zielt man etwas höher, als man treffen will?



130.
Stangenpendel.

14. Vom Maschinenbau. a) Zur Herbst- und Winterszeit arbeitet so oft auf dem Wirtschaftshofe die Dreschmaschine. Der Wirt steht daneben, zieht seine Uhr aus der Tasche und läßt die Maschine halten, denn es ist Mittag. Nach der Ruhepause werden die Pferde an den Wagen gespannt, um das ausgedroschene Getreide in die Mühle zu bringen.

b) 4 Maschinen sind in diesen wenigen Sätzen genannt — Dreschmaschine, Uhr, Wagen, Mühle. Alle 4 bestehen aus einer ganzen Reihe von Teilen; wir nennen sie deshalb zusammengesetzte Maschinen. Was ist eine Maschine? Die Dreschmaschine ist so gebaut, daß die Kraft der Pferde leicht an derselben angreifen kann. Durch die Dreschmaschine ist es möglich, die Pferdekraft auszunutzen. In der Uhr erzeugt die gespannte Feder die Bewegung, die das Räderwerk bis zum Zeiger fortpflanzt, und auch Wagen und Mühle sind so eingerichtet, daß an dem ersten die Pferdekraft, an dem zweiten die Wasserkraft leicht angreifen kann, um Bewegung zu erzeugen und eine Arbeit zu leisten. **Maschinen sind Vorrichtungen zum leichten Angreifen einer Kraft, die eine Arbeit leisten soll.** Um die Teile einer zusammengesetzten Maschine kennen zu lernen, wählen wir die Wassermühle. An dem großen Wasserrade greift das auf einer schiefen Ebene dahinrollende Wasser als Kraft an; das Wasserrad ist die **Kraftmaschine**. Die Bewegung des großen Wasserrades wird durch Riemen und Räder weiter geleitet; überall schnurrt und faust es in der Mühle. Das ganze Räderwerk heißt die **Zwischenmaschinen**. Endlich kommen wir zu den beiden Steinen, die die Arbeit leisten, nämlich das Getreide zermahlen, sie heißen die **Arbeitsmaschine**. Die Teile einer zusammengesetzten Maschine sind also: **Kraft-, Zwischen-, Arbeitsmaschine**. Namentlich die Zwischenmaschinen sind sehr verschiedener Art. Zunächst sind es **Riemen ohne Ende** (Treibriemen), die von einem Rad zum andern laufen und die Bewegung übertragen. Dasselbe thun die **gezahnten Räder**, indem sie mit ihren Zähnen in einander greifen. An einem Rade sitzt ein **krummer Zapfen**; eine auf- und abwärts sich bewegende Stange faßt mit einer Öse daran an und treibt ein großes, an dem Krümmzapfen sitzendes

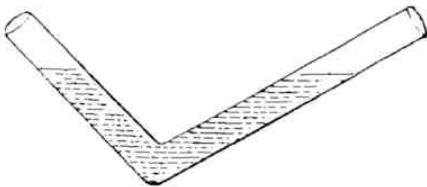
Polack, Naturbeschreibung und Naturlehre.

Rad in drehende Bewegung. Stange und Krummzapfen sind **verwandelnde Zwischenmaschinen**. Das große Rad aber, einmal in Schwung geraten, läßt sich nicht so leicht hemmen; es beharrt in dieser Bewegung auch dann noch, wenn auf einen Augenblick das Wasser an der Kraftmaschine abgesperrt wird, um eine Speiche darin schnell in Ordnung zu bringen. Greift das Wasser von neuem an, so ist von dem Stoße nichts zu merken; das Schwungrad hält die Bewegung in geregelterm Gange. Es ist eine **regulierende Zwischenmaschine**. Die ist das Pendel durch seine gleichmäßigen Schwingungen an der Uhr auch. Wir unterscheiden im Maschinenbau also übertragende, verwandelnde und regulierende Zwischenmaschinen. Sie richtig zusammenzusetzen und anzuwenden, ist Sache des Maschinenmeisters, für die Uhr des Uhrmachers. Die Kunst der Zusammensetzung ist oft eine recht schwere und muß durch viel Übung erlernt werden. Sie ist aber auch eine sehr wichtige, denn erst durch den Maschinenbau ist es möglich geworden, so vieles zu leisten, was unsere Väter sich nicht haben träumen lassen.

c) Warum ist die Dreschmaschine für den Landwirt ein Segen? Welchen Vorteil hat die Hausfrau von der Nähmaschine? Welche kleinen Handwerker arbeiten mit Handmaschinen? In welchen Großgewerben findet die Maschine Anwendung? Welches sind die wichtigsten Bewegungskräfte der Maschinen? In welchen Gegenden unseres Vaterlandes blüht der Maschinenbau? Warum dürfen wir sagen, daß die Maschine zum Wohlstande unseres Landes und Volkes beiträgt? Welches ist die Kraft-, Zwischen- und Arbeitmaschine bei der Uhr?

III. Gleichgewicht und Bewegung flüssiger Körper.

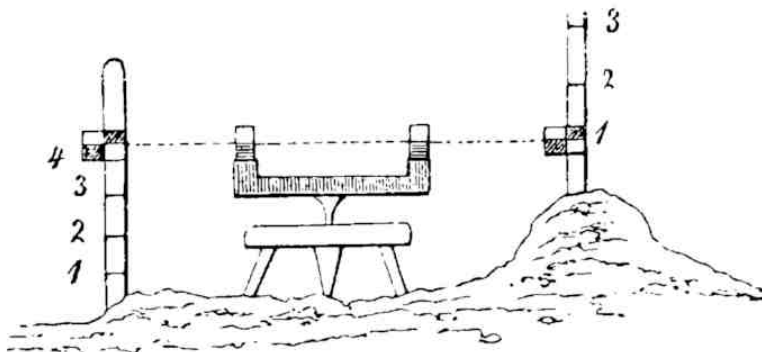
15. **Kommunizierende oder verbundene Röhren.** a) In eine Glasröhre, die einen Winkel bildet (Figur 131), gieße ich Wasser und bemerke, daß es in den beiden Röhrenarmen stets gleich hoch steht, wie ich die Röhre auch drehe und wende; dabei ist es gleichgiltig, ob der eine Arm enger ist als der andere. Fülle ich eine Gießkanne mit Wasser, so stellt sich das Wasser in der engen Ausflußröhre genau so hoch wie im eigentlichen Gefäße. Habe ich 2 senkrechte, unten durch eine wagerechte verbundene Röhren, eine lang und die andere kurz, und fülle ich die lange Röhre,



131. Verbundene Röhren.

während ich die kurze zuhalte, so springt beim Öffnen aus der letzteren so lange ein Wasserstrahl, bis die Wasseroberfläche in beiden Röhren wieder gleich ist.

b) Die Wasserteilchen haben nur geringen Zusammenhang, verschieben sich leicht, nehmen stets die Form des Gefäßes an, drücken nach allen Seiten und suchen mit ihrer Oberfläche stets eine wagerechte Ebene zu bilden. Deshalb



132. Kanalwage.

steht in allen kommunizierenden (d. h. mit einander in Verbindung stehenden) Röhren die Flüssigkeit gleich hoch. Auf dies Gesetz gründen sich Kanalwagen, Wasserleitungen und Springbrunnen. Die Kanalwage (Fig. 132) besteht aus einer

wagerechten Messingröhre mit senkrecht aufwärts gebogenen und durch Glasröhren verlängerten Enden. Sie steht auf einem Dreifuß und ist mit gezähnter Flüssigkeit gefüllt. Bei Anlegung von Wegen und Kanälen bestimmt man durch sie die Steigung des Bodens. Tiefer und höher als sie steckt man genau numerierte Meßstäbe mit verschiebbaren Tafeln und sucht nun die Punkte daran auf, welche mit der Wasseroberfläche beider Röhren in einer wagerechten Linie liegen. Der Maß-Unterschied zwischen der oberen und der unteren Meßstange giebt die Steigung der Strecke an. — Bei **Wasserleitungen** wird das Wasser von höher gelegenen Quellen, Teichen oder Becken durch unterirdische Röhren in die Häuser geleitet und sucht hier so hoch zu steigen, wie es in dem Sammelbehälter steht. — Bei **Springbrunnen** kommt das Wasser aus einem höher gelegenen Becken durch Röhren an eine kurze, enge Ausflußröhre und will hier so hoch steigen, wie das Becken liegt. Durch den Druck der Luft, die Reibung in den Röhren und die Schwere der herabfallenden Tropfen gehindert, erreicht der Strahl jedoch nie die Höhe seines Sammelbeckens. Die große Fontäne auf der Wilhelmshöhe bei Kassel springt über 50 m hoch. Aus Glas- und Blechröhren kann man sich leicht einen künstlichen Springbrunnen herstellen.

c) Warum zerspringen bis oben gefüllte Flaschen, wenn man den Kork mit einem Schläge in die Mündung treibt? Warum wird eine leere Flasche in der Tiefe des Meeres entweder zerdrückt oder der Kork nach innen getrieben? Warum kommen bei Wasserleitungen oft Röhrenbrüche vor, und warum schießt das Wasser mit solcher Kraft aus den geöffneten Hähnen? Warum muß das Sammelbecken immer höher liegen als die Ausflußröhren?

16. Spezifisches Gewicht. a) In einen Eimer Wasser tauche ich ein leeres, zugedicktes Arzneiglas. Es sinkt nur ein wenig ein und schwimmt wie ein Stück Holz auf dem Wasser. Fülle ich das Glas, so sinkt es unter, doch läßt es sich mit Leichtigkeit an einem Faden bis an die Oberfläche ziehen, als ob es kein Gewicht hätte. Hebe ich es aus dem Wasser, so habe ich das ganze Gewicht von Glas und Wasser zu tragen.

b) Jeder Körper verliert im Wasser so viel an Gewicht, wie eine gleich große Wassermenge wiegt, weil die Flüssigkeit dies Gewicht trägt. Da die Körper verschieden dicht sind, so ist auch ihr Gewicht verschieden. Ist ein Körper leichter als eine gleich große Menge Flüssigkeit, so schwimmt er; ist er schwerer, so sinkt er unter. Schwimmende Körper tauchen so tief in die Flüssigkeit ein, bis die von ihnen verdrängte Flüssigkeit ihrem eigenen Gewichte gleichkommt. Jeder Körper hat nach dem Maße der Dichte, mit der die Teile an einander liegen, sein eigentümliches oder spezifisches Gewicht im Verhältnis zu einer gleich großen Wassermenge. Tannenholz hat ein spezifisches Gewicht von $\frac{1}{2}$, d. h. es ist halb so schwer als eine gleich große Wassermenge; es wird also auf Wasser zur Hälfte eintauchen und zur Hälfte schwimmen. Was heißt nun: Gold hat ein spezifisches Gewicht von 19, reiner Spiritus von $\frac{4}{5}$, der menschliche Körper von $\frac{9}{10}$? Weil das spezifische Gewicht unveränderlich ist, so kann man danach die Reinheit der Stoffe prüfen; sogar Flüssigkeiten werden durch Senkwagen (Fig. 133) nach ihrer Reinheit (z. B. Milch auf ihren Fettgehalt) untersucht. In leichtere Flüssigkeiten sinkt die Senkwage tiefer, in schwerere (d. h. dichtere) weniger ein.



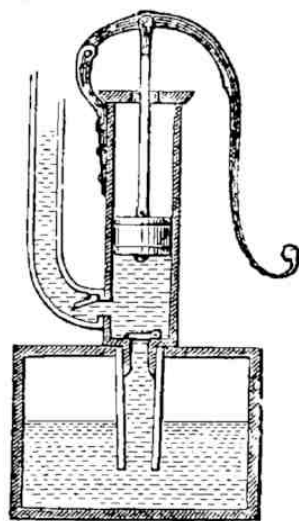
133.
Senk-
wage.

c) Warum schwimmen Öl, Eis, Schiffe mit Lasten, Menschen mit Schwimmblasen unter dem Arme? Warum kommen Ertrunkene nach einigen Tagen an die Oberfläche des Wassers? Warum schlägt sich der Saß im Kaffee nieder? Warum taucht Eichenholz tiefer als Fichtenholz ins Wasser? Warum schwimmt

ein Ei auf starkem Salzwasser, sinkt aber in süßem Wasser unter? Warum schwimmt eine Kanonenkugel auf einem Gefäß voll Quecksilber? Warum kann ein Hund einen untergesunkenen Menschen oder Stein leicht bis an die Oberfläche des Wassers, aber nicht herausbringen? Wie ist das Schwimmen des Menschen möglich, und welche Regeln sind dabei zu beobachten? Wodurch bewegen sich die Fische im Wasser auf und ab?

IV. Gleichgewicht und Bewegung luftförmiger Körper.

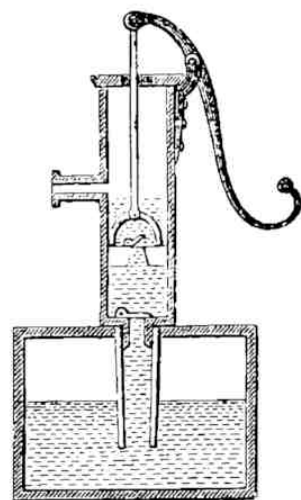
17. Spritzbüchse. Druck- und Saugpumpe. Die Spritzbüchse ist eine Röhre (z. B. von ausgehöhltem Holunderholze), die vorn durch einen fein durchbohrten Holzkerl geschlossen ist, und in der eine Stange mit einem eng schließenden Kolben (z. B. einem Schwarzdornstöcklein mit dichter Fadenumwicklung am vorderen Ende) sich hin und her bewegt. Ich stoße den Kolben bis an den Kern, tauche die Röhre mit dem vorderen Ende ins Wasser und ziehe dann den Kolben zurück. Zwischen dem Kolben und dem Kerne entsteht dadurch ein luftverdünnter Raum, der sich infolge des Luftdruckes auf die Wasseroberfläche durch das Löchlein mit Wasser füllt; denn die Luft leidet keinen leeren Raum. Stoße ich den Kolben wieder hinein, so wird das Wasser zusammengepreßt und entweicht durch die Öffnung vorn in einem kräftigen Strahle. — Die **Druckpumpe** (Fig. 134) ist ähnlich eingerichtet, nur ist sie größer, hat statt des Löchleins eine bewegliche Klappe (Ventil) im Boden des Brunnenrohres, eine besondere Ausflußröhre an der Seite und einen einarmigen Hebel (Pumpenschwengel) zum Auf- und Abbewegen der Kolbenstange. Geht die Kolbenstange aufwärts, so entsteht ein



134. Die Druckpumpe.

luftverdünnter Raum im Rohre; der Druck der Luft auf die äußere Wasseroberfläche öffnet das Ventil nach oben und füllt die Brunnenröhre mit Wasser. Geht der Kolben abwärts, so preßt er das Wasser zusammen, schließt dadurch das Bodenventil und drängt das Wasser durch eine Seitenröhre stoßweise hinaus. Man wendet sie an, wenn das Wasser über 10 m gehoben werden muß. —

Die **Saugpumpe** (Fig. 135) ist ähnlich, nur hat sie auch im Kolben ein Ventil, das sich nach oben öffnet, sobald der Kolben abwärts auf das Wasser im Brunnenrohre



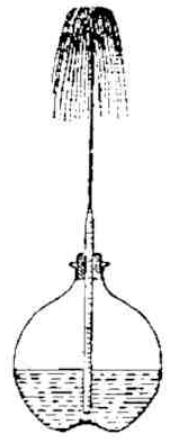
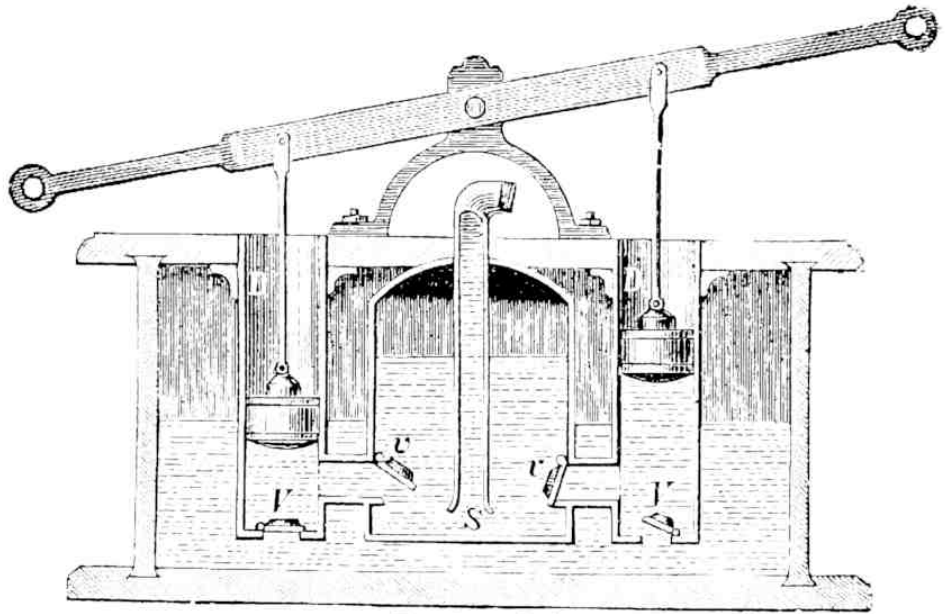
135. Saugpumpe.

drückt. Dadurch tritt das Wasser über den Kolben im Brunnenrohre und wird von dem aufwärts gehenden Kolben bis an die Ausflußröhre gehoben. Der Pumpenschwengel ist zweiarmig mit ungleichen Armen.

18. Heronsball und Feuerspritze. a) Ein weitbauchiges Glas (Fig. 136) wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt, ein genau darauf passender Kork durchbohrt, eine feine Glas- oder Thonröhre hindurch bis fast an den Boden des Glases gesteckt und durch Siegellack der Kork luftdicht verschlossen, dann durch das Röhrchen in das Glas geblasen und die Öffnung frei gegeben: ein kurzer Wasserstrahl spritzt daraus in die Höhe.

b) Über dem Wasser ist Luft. Diese wird durch das Hineinblasen verdichtet und elastischer und drückt das Wasser in einem Strahle aus der Röhre

so lange, bis sie mit der äußeren Luft wieder im Gleichgewichte ist. — Der wesentlichste Teil der **Feuerspritze** (Fig. 137) ist ein solcher **Heron'sball**, der als sogenannter **Windkessel** in der Mitte des großen, gefüllten **Wasserkastens** steht. In den **Windkessel** (W) reicht fast auf den Boden das **Sprizenrohr** (S). Rechts und links vom **Windkessel** sind **Druckpumpen** (DD). Die **Kolbenstangen** werden abwechselnd auf und ab bewegt durch 2 einarmige **Hebel**, die eine **Stange** bilden, einen **Stützpunkt** haben und durch die **Sprizenmannschaft** bedient werden. Wird ein **Kolben** aufgezogen, so dringt in die **luftleere Pumpe** durch das sich öffnende **Bodenventil** (V) **Wasser**; beim **Niedergehen** des **Kolbens** wird sodann durch den **Druck** des **Wassers** das **Bodenventil** wieder **geschlossen** und das in der **Pumpe** befindliche **Wasser** durch das **Seitenventil** (v) in den **Windkessel** **gepreßt**. Hierdurch wird die **Luft** in demselben **ungemein verdichtet**, so daß sie das **Wasser** in einem **mächtigen Strahle** **hinaus treibt**. Durch die **abwechselnde Arbeit** beider **Pumpen** wird die **Spannung** der **Luft** im **Windkessel** **erhalten** und eine **raschere Folge** der **Wasserstöße** ermöglicht.

136.
Heron'sball.

137. Die Feuerspritze.

19. Platzbüchse. Windbüchse. Heber. Die **Platzbüchse** ist ein **Spielzeug**, ähnlich der **Spritzbüchse**. Sie wird vorn durch einen **Wergpfropfen** **geschlossen**, während von der andern Seite ebenfalls ein **Wergpfropfen** durch ein **Stäbchen** mit einem **Stoß** **hineingetrieben** wird. Die **Luft** zwischen beiden **Pfropfen** wird dadurch so **verdichtet**, daß sie den **vordern Pfropfen** mit einem **Rnall** **hinaus** und **weit fortreibt**. — Die **Windbüchse** hat eine **Windkammer**, die durch eine **Feder** **bedeutend verkleinert** werden kann. Dadurch wird die **Luft** in der **Kammer** **zusammengepreßt**. Beim **Losdrücken** des **Hahnes** **öffnet** sich die **Windkammer**, und die **entweichende Luft** **treibt** die **Kugel** mit **großer Kraft** **hinaus**. — Der **Stechheber** (Fig. 138) ist eine in der **Mitte erweiterte**, **oben** und **unten offene Glasröhre**. Taucht man ihn in eine **Flüssigkeit**, so **füllt** er sich von **unten**; **schließt** man die **obere Öffnung** mit dem **Daumen** und **hebt** den **Heber** **aus** der **Flüssigkeit**, so **läuft** kein **Tropfen** **heraus**, weil der **Druck** der

138.
Stechheber.

139. Saugheber.

Luft, der von **oben** **aufgehört** hat, von **unten** die **Flüssigkeitssäule** **trägt**. **Öffne** ich die **obere Öffnung**, so daß der **Luftdruck** auch **oben** **wirkt**, so **folgt** die **Flüssigkeit** dem **Gesetze** der **Schwere** und **läuft** **aus**. — Der **Saugheber** (Fig. 139)

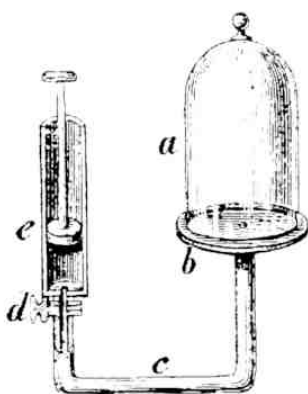
ist eine winkelförmige Röhre, von der ein Arm z. B. durch das Spundloch eines Fasses in die Flüssigkeit getaucht, der andere aber nach unten gekehrt wird. Die Öffnung des nicht eingetauchten Armes muß stets tiefer liegen als die Oberfläche der Flüssigkeit im Fasse. Saugt man an dem äußeren Arme, so entsteht in dem Heber ein luftverdünnter Raum, in welchen der Luftdruck die Flüssigkeit des Fasses treibt. Ist dieselbe bis an das Knie des Hebers gestiegen, so fällt sie nach dem Gesetze der Schwere von selbst als unzerreißbare Wassersäule in dem langen Arme abwärts.

20. a) Das **Barometer** (Fig. 140), d. h. Messer der Luftschwere, ist eine 1 m lange Glasröhre, die oben zugeschmolzen, unten aber umgebogen und zu einem oben offenen Köhllein erweitert ist. Im Köhllein und in der Röhre ist Quecksilber, über demselben in der Röhre ein luftleerer Raum. Die Röhre ruht auf einem Brette, das etwa vom 65. bis 80. cm eine Einteilung in mm und die Wetterbezeichnungen: „Sturm, Regen, Veränderlich, Schön, Beständig, Trocken“ zeigt. Das Quecksilber in der Röhre steigt und fällt je nach der Beschaffenheit der Luft.



140.
Barometer.

b) Das Wasser steigt im luftleeren Raume nur gegen 10 m, dann hält der Luftdruck der Wassersäule das Gleichgewicht. Das fast 14 mal so schwere Quecksilber steigt nur etwa 76 cm hoch, dann hält der Luftdruck durch die Öffnung des Köhlleins dieser Quecksilbersäule das Gleichgewicht. Die Spannkraft und damit der Druck der Luft ist aber nicht immer gleich, darum steigt und fällt die Quecksilbersäule. Ist die Luft trocken und kalt, so drückt sie stärker und bringt das „Wetterglas“ zum Steigen. Verwandeln sich aber die Wasserdünste in der Luft bei trübem Wetter zu Nebel und Regen, so wird die Luft dadurch aus einander getrieben, drückt weniger, und das Quecksilber in der Röhre fällt. Weil die Veränderungen sich meist in den höheren Luftschichten zuerst vollziehen, so meldet das Barometer zeitig den erhöhten oder verminderten Luftdruck und damit die bevorstehende Wetterveränderung. Auch Höhen kann man durch das Barometer messen. Je höher man steigt, desto dünner wird die Luft, desto schwächer ihr Druck, und desto tiefer fällt das Barometer. Der Luftdruck beträgt auf jedes qcm eines luftleeren Raumes etwa 2 Pfd. Die Fläche unseres Körpers würde demnach einen Druck von mindestens 400 Centner erleiden, wenn er ein luftleerer Raum wäre; aber die innere Luft hält der äußeren das Gleichgewicht, so daß wir den Druck nicht fühlen.



141. Hahn-Luftpumpe.

Durch die 1650 vom Bürgermeister Otto von Guericke in Magdeburg erfundene **Luftpumpe** (Fig. 141) kann man unter einer Glasglocke einen fast luftleeren Raum herstellen. Die auf einem sorgfältig abgeschliffenen, in der Mitte durchbohrten Teller (b) aufsitze Glasglocke, der Recipient (a), steht durch eine Röhre (c) mit dem sogenannten Stiefel (e) in Verbindung, in welchem ein luftdicht schließender Kolben auf und ab bewegt wird. Durch die verschiedene Stellung des mit doppelter Bohrung versehenen Hahns (d) wird der Stiefel bald mit dem Recipienten verbunden, bald von ihm abgesperrt. Das erstere geschieht, wenn

der Kolben in die Höhe gezogen wird. Die Luft unter der Glasglocke strömt alsdann in den luftleeren Stiefel und wird durch diese Ausdehnung in einem größeren Raume verdünnt. Darauf wird der Hahn umgedreht und die in dem Stiefel befindliche Luft durch Niederdrücken des Kolbens ausgepumpt. Durch öftere Wiederholung dieses Verfahrens kann die Luft unter der Glasglocke aufs äußerste verdünnt werden.

e) Warum läuft eine gefüllte Flasche nicht aus, wenn ich sie mit dem offenen Hals ins Wasser tauche? Warum bleibt das Wasser in einem gefüllten Glase, auf das ich mit der Hand ein Stück steifes Papier gedrückt und das ich dann umgestülpt habe, auch wenn ich die Hand wegziehe? Warum läuft keine Flüssigkeit aus dem geöffneten Hahne eines Fasses, wenn das Spundloch geschlossen ist? Wie beruht das Atmen auf dem Luftdruck, und warum ist zu enge Kleidung um die Brust schädlich? Warum dringt beim Ersteigen hoher Berge Blut aus den Poren der Haut, aus Lippen und Nase? Wie ist's möglich, daß die luftleer gepumpten Magdeburger Halbkugeln (Fig. 142) selbst von Pferden nicht auseinander zu reißen sind? Wie entstehen Winde, Stürme, Orkane? Warum steigt ein Luftballon in die Höhe, wenn er mit leichtem Wasserstoffgas gefüllt ist oder wenn ein Feuer die Luft in ihm erwärmt? (Der Luftballon ist ein Ball von luftdichter Seide, an dem mit Seilen ein Schifflein befestigt ist.) Man möchte ihn gerne lenkbar machen. Dann wäre eine Luftreise die angenehmste Fahrt. Leider ist das bis jetzt noch nicht gelungen.

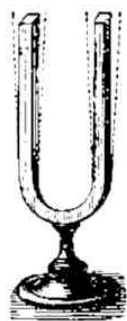


142.
Magdeburger
Halbkugeln.

V. Der Schall.

21. a) Ich schlage den einen Arm einer Stimmgabel gegen den Tisch und setze sie dann mit dem Fuße auf die Tischplatte (Fig. 143.) Deutlich bemerke ich ein Zittern oder Schwingen der Gabel. Der beim Aufschlagen schwache Ton klingt beim Aufsetzen der Gabel stärker, und lege ich das Ohr an die Tischplatte, so kann ich das Mitschwingen des Holzes fühlen und hören.

b) Der Schall entsteht durch die Schwingungen eines elastischen Körpers. Die zitternde oder schwingende Bewegung wird der Luft mitgeteilt, von dieser in unser Ohr getragen und zum Bewußtsein gebracht. (Vergl. S. 90: das Ohr!) Bei einer tönenden Stimmgabel, Saite, Glocke kann man die Schwingungen sehen und fühlen. Beim Donner der Kanonen hebt das Haus, und die Fenster Scheiben zerspringen durch die Luftwellen. Der Knall ist eine einmalige heftige Erschütterung der Luft. Geräusch oder Lärm entsteht durch ein Gewirr von Schallschwingungen. Töne oder Klänge sind nach Höhe und Tiefe meßbare Schälle. Der Schall wird durch Luft, Erde, Wasser und besonders elastische und gleichartige Körper fortgeleitet. Letztere verstärken den Schall, indem sie mitklingen (Resonanzboden). Je ferner der Schall erzeugt wird, desto schwächer schlagen die Schallwellen, die sich ringsum wie Wasserwellen ausbreiten, an unser Ohr. Bei dem Echo oder dem Wiederhall wird der Schall, wie ein Gummiball, von einer Wand, Fels- oder Waldmauer deutlich zurückgeworfen, wenn letztere wenigstens 18 m entfernt ist.



143.
Schwingende
Stimmgabel.

Die Schallwellen durchheilen in 1 Sekunde etwa 330 m. Das Ohr kann in einer Sekunde nur neun Laute hintereinander unterscheiden, in $\frac{1}{9}$ Sek. einen Laut. In $\frac{1}{9}$ Sek. durchläuft ein Laut etwa 36 m. Soll er in derselben Zeit wieder zurück, so kann er nur 18 m hin und 18 m her durchheilen. $\frac{1}{9}$ Sek. nach dem Ruf wird die gerufene Silbe als Echo an mein Ohr schlagen.

Bei geringerer Entfernung, z. B. in Zimmern, fallen hin- und hergehende Schallwellen zusammen und verstärken den Ton. In großen Sälen und Kirchen bilden sie den unangenehmen Nachhall. Wenn die Entfernung größer als 36 m ist, so entsteht ein mehrsilbiges Echo. Wenn sich verschiedene Wände in gehöriger Entfernung und Stellung die Schallwellen zuwerfen, so entsteht ein mehrfaches Echo, z. B. auf dem Königsplatz in Kassel ein 9faches, am Loreleyfelsen ein 17faches, auf einem Schlosse bei Mailand ein 40—50faches.



144. Die Schwingungen einer Saite.

Der Ton ist um so höher, je mehr Schwingungen er hat. Bei Saiteninstrumenten schwingen die Saiten (Fig. 144), bei Blasinstrumenten und Orgelpfeifen die eingeschlossenen Luftsäulen, beim Sprechen die Stimmbänder. (Vergl. S. 93.)

menten und Orgelpfeifen die eingeschlossenen Luftsäulen, beim Sprechen die Stimmbänder. (Vergl. S. 93.)

c) Wie entsteht der Peitschenknall? Wie der Donner? Warum ist der Schall in der Nähe stärker, in der Ferne schwächer? Warum sieht man die Art eines fernen Holzhauers früher niederfallen, als man den Schall hört? Warum hört man fernen Kanonendonner und Hufgetrappel besser, wenn man das Ohr an die Erde legt? Warum trägt das Sprachrohr den Schall vernehmlich in die Weite, selbst bei Sturmgebrüll und Wogenrauschen auf dem Schiffe? Woher rührt die Taubheit? Warum geben dicke und lange Saiten tiefere Töne als kurze und dünne? Warum hört man eine Spieluhr oder Weckerglocke nicht mehr unter der luftleeren Glasglocke der Luftpumpe? Warum kann man mit einer ausgeschnittenen Gänsegurgel noch Töne hervorbringen, wenn man hineinbläst?

VI. Das Licht.

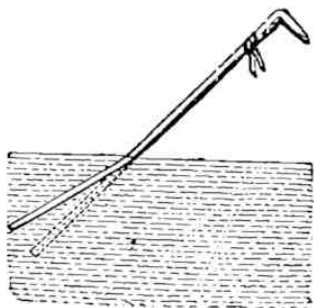
22. Das Auge und das Sehen. a) Vergl. S. 89 den Bau des Auges! b) Das Licht ist eine Erscheinung, welche durch die Schwingungen des Äthers entsteht. Der Äther, wohl auch Weltenäther genannt, ist ein unsichtbarer, unwägbarer, feiner Stoff, der das ganze Weltall und alle Körper durchdringt. Das nimmt uns wunder, daß etwas, das wir nicht sehen, da sein soll — und doch ist es so. Wir sehen ja auch die Elektrizität nicht, und doch ist sie da, denn wir sehen sie wirken, den Wagen treiben und die Depesche schreiben. Auch die Elektrizität ist Äther, und zwar fließender. Alles das, was den Äther so in Schwingungen versetzen kann, daß Licht entsteht, nennt man Lichtquellen. Lichtquellen sind: die Sonne sowie alle Fixsterne, brennende Körper, die Elektrizität; außerdem können genannt werden phosphoreszierende Körper und leuchtende Tiere (Johanniskwürmchen). Phosphoreszierende Körper sind solche, welche, wenn sie von irgend einer starken Lichtquelle beschienen worden sind, im Dunkeln nachleuchten. Am stärksten phosphoresziert die sogenannte leuchtende Materie, ein Stoff, der auf chemischem Wege hergestellt wird. Das Licht verbreitet sich gradlinig nach allen Seiten. Man spricht von Lichtstrahlen, und zwar versteht man unter einem Lichtstrahl alle die schwingenden Ätherteilchen, welche in einer geraden Linie liegen. Nur dann wird ein Körper sichtbar, wenn er Lichtstrahlen in unser Auge sendet. Nach ihrem Verhalten zu den Lichtstrahlen teilt man sämtliche Körper ein in durchsichtige, durchscheinende und undurchsichtige. Durchsichtige Körper sind solche, welche das Licht so vollkommen hindurchlassen, daß man die dahinter stehenden Gegenstände deutlich sehen kann. (Glas, klares Wasser, Luft). Durchscheinende Körper sind solche, welche das Licht so unvollkommen hindurchlassen, daß man die dahinter stehenden Gegenstände nicht deutlich sehen kann, vielleicht nur in Umrissen (Milchglas der

Lampenglocke, geöltes Papier). Undurchsichtige Körper sind solche, welche das Licht gar nicht hindurchlassen, so daß man also die dahinter stehenden Gegenstände gar nicht sehen kann (Holz, Stein, Metall). Doch werden auch diese, wenn sie zu dünnsten Platten ausgeschliffen sind, durchscheinend. Undurchsichtige Körper werfen einen Schatten. Der Schatten ist der dunkle Raum hinter einem undurchsichtigen beleuchteten Körper. Seine Entstehung beruht auf der Undurchsichtigkeit der Körper und auf der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes.

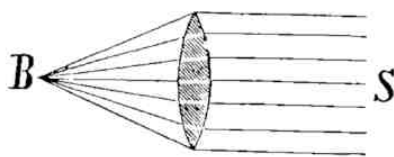
Je ferner der leuchtende Körper ist, und je schräger die Lichtstrahlen auffallen, desto schwächer ist die Beleuchtung. Die Lichtstärke nimmt im Quadrat der Entfernung ab; 4 fache Entfernung giebt 16 fache Lichtabnahme, 5 fache Entfernung 25 fache Lichtabnahme. Das Licht verbreitet sich ungeheuer schnell, ungefähr 300 000 km in der Sekunde, fast 1 Million mal schneller als der Schall. Deshalb sehen wir die auffallende Art des Holzhauers auch eher, als wir den Schall hören. Die Sonnenstrahlen brauchen zu ihrem Wege bis zu uns 8 Minuten und 13 Sekunden.

Die undurchsichtigen Körper werfen die auffallenden Lichtstrahlen mehr oder weniger vollkommen zurück, und zwar wird jeder Lichtstrahl unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem er auffällt; rechtwinklig auffallende Lichtstrahlen kehren also in sich selbst zurück. Undurchsichtige Körper mit glatter, glänzender Oberfläche werfen das Licht in derselben Ordnung zurück, in welcher es auffällt; dadurch entsteht von den davor stehenden Gegenständen ein Bild, weshalb man solche Körper Spiegel nennt. Undurchsichtige Körper mit rauher Oberfläche werfen das Licht nach verschiedenen Richtungen zurück. Man sagt, sie zerstreuen das Licht, oder sie senden zerstreutes Tageslicht aus. Nur diejenigen Körper, welche zerstreutes Tageslicht in unsere Augen senden, können wir sehen. Ebene Spiegel, das sind solche, deren spiegelnde Fläche eine Ebene ist, entwerfen von davor stehenden Gegenständen Bilder, welche ebenso groß sind wie die betreffenden Gegenstände und ebenso weit hinter dem Spiegel stehen wie letztere vor demselben.

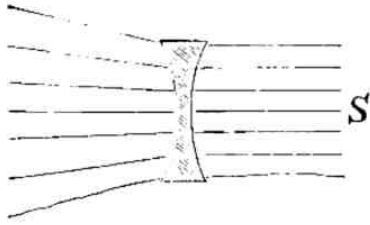
Geht ein Lichtstrahl in schräger Richtung durch verschieden dichte durchsichtige Körper, so wird er bei dem Übergange gebrochen (Fig. 145). Die Lichtstrahlen werden besonders gebrochen durch optische Prismen und Linsen (Optik-Lehre vom Licht). Ein optisches Prisma ist ein dreiseitiger, durchsichtiger Körper. Eine optische Linse ist ein durchsichtiger Körper (gewöhnlich Glas), der in der Mitte eine andere Dike hat als am Rande. Man unterscheidet erhabene oder konvexe und hohle oder konkave Linsen. Erstere sind in der Mitte dicker, letztere dünner als am Rande. Konverglinsen brechen parallel auffallende Strahlen so, daß sie sich in einem Punkte, den man den Brennpunkt nennt, vereinigen, und die Linsen selbst bezeichnet man deshalb als Sammel- oder Brennlinse (Fig. 146) (Brennlinse). Sieht man durch eine Konverglinse nach einem Gegenstande, welcher zwischen der Linse und ihrem Brennpunkte steht, so erscheint uns derselbe vergrößert (Vergrößerungsglas, Lupe). Das Mikroskop ist eine zusammengesetzte Lupe. Durch Konverglinsen entstehen auch objektive Bilder, d. h. wirklich vorhandene. Dieselben schweben frei in der Luft und sind



145. Brechung des Lichtes im Wasser.



146. Konvexe (erhabene) Linse. S Lichtstrahlen, B Brennpunkt.



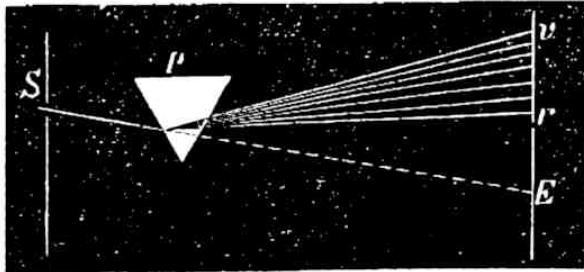
147. Konkave (hohle) Linse.
S Lichtstrahlen.

umgekehrt, d. h. der Gegenstand erscheint uns so, als wäre er um seine horizontale Achse gedreht, das Bild eines Menschen also mit dem Kopfe nach unten. Konkavlinfen zerstreuen die auffallenden Strahlen (Fig. 147). Die durch sie betrachteten Gegenstände erscheinen uns verkleinert. Die Brillen für Kurzsichtige haben hohle, die für Weitsichtige erhabene Linsen, denn das Auge des Kurzsichtigen hat eine zu

stark gewölbte Linse. Sie bricht die Lichtstrahlen auch zu stark und läßt ein Bild vor der Netzhaut entstehen, das nicht wahrgenommen werden kann. Da wirkt nun die Hohl- oder Zerstreuungslinse abschwächend auf die allzu starke Brechung, und das Bild fällt auf die Netzhaut, so daß es wahrgenommen werden kann. Ältere Personen werden meistens weitsichtig. Das Auge verliert nämlich die Fähigkeit, sich für nahe Entfernungen genügend stark zu wölben. Die Bilder entstehen hinter der Netzhaut. Da muß nun die erhabene oder Sammellinse verstärken helfen, und wenn Großvater lesen will, setzt er sich die Brille mit den erhabenen geschliffenen Gläsern auf. Die Fernrohre sind passende Vereinigungen optischer Linsen in Rohren, welche sich ineinander teilweise verschieben lassen. Ferne Gegenstände, durch dieselben betrachtet, erscheinen uns näher gerückt, vergrößert und dadurch deutlicher.

c) Warum sehen wir den Blitz früher, als wir den Schall hören? Warum können wir in einiger Entfernung vom Lichte nicht mehr lesen? Warum sehen wir durch Glasscheiben, was draußen vorgeht? Warum hat der Schatten im Laufe des Tages eine verschiedene Stellung und Größe? Warum kann man durch ein Brennglas Papier und Schwamm anzünden? Warum erscheint ein Stab, den wir zum Teil ins Wasser tauchen, gebrochen? Warum erscheinen ferne Gegenstände kleiner? Worin besteht die Kurzsichtigkeit und worin die Weitsichtigkeit? Warum kannst du durch eine Brille nichts sehen?

23. Die Farben und die Photographie. In ein dunkles Zimmer (Fig. 148) lasse ich durch ein Loch des Fensterladens Sonnenstrahlen (S) fallen, die auf der Wand des Zimmers oder auch auf einem aufgestellten



148. Spektrum.

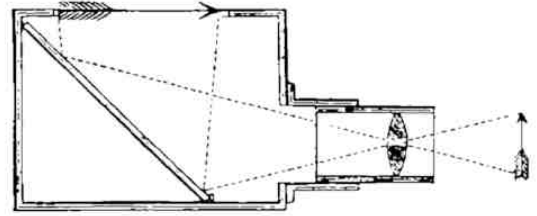
weißen Papierschirme ein rundes, weißes Sonnenbild (E) erzeugen. Läßt man dieselben durch ein Prisma (P) gehen, dessen eine Kante, wie die Figur zeigt, nach unten gerichtet ist, so werden sie nach oben gebrochen und erscheinen als farbiger Streifen, der die 7 Regenbogenfarben, nämlich von unten nach oben:

rot, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett, zeigt. Der weiße Sonnenstrahl ist aus 7 farbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt; da dieselben verschieden stark gebrochen werden, so müssen sie nach dem Durchgange durch ein Prisma auseinander gehen. Man sagt, das Prisma zerstreut das Licht. Läßt man die Lichtstrahlen nach dem Durchgange durch ein Prisma durch eine Konverlinse gehen oder auch durch ein zweites Prisma, dessen eine Kante nach oben gerichtet ist, so werden die zerstreuten Strahlen wieder vereinigt, und der farbige Streifen verandelt sich wieder in einen weißen Fleck. Das farbige Bild eines Sonnenstrahles, der durch ein Prisma in seine sieben Farben zerlegt worden ist, nennt man Spektrum. Ein solches Spektrum ist z. B. der Regenbogen, der durch zweimalige Brechung und einmalige vollständige (totale) Zurückwerfung der Sonnenstrahlen in den herabfallenden



Regentropfen entsteht. Unter Umständen wird nämlich das Licht auch von durchsichtigen Körpern zurückgeworfen, und eine solche Zurückwerfung nennt man eine vollständige. Der Nebenregenbogen entsteht durch zweimalige Brechung und zweimalige totale Zurückwerfung der Sonnenstrahlen in höher gelegenen Regentropfen.

Beim Photographieren entsteht von demjenigen Gegenstande, welcher photographiert werden soll, durch die Konvergenzlinse des photographischen Apparates, der sogenannten dunklen Kammer, (Fig. 149) ein objektives Bild, welches auf einer mattgeschliffenen Glasplatte, der Visierscheibe, aufgefangen wird. Hat man den Apparat so eingestellt, daß das Bild ganz scharf ist, so verschließt man die Linse durch eine gut anschließende Klappe und ersetzt die Visierscheibe durch eine Glasscheibe, die durch ein Silber Salz wie mit einem feinen Häutchen überzogen ist, welches vom Lichte augenblicklich zersetzt wird. Letztere, die wir photographische Platte nennen wollen, befindet sich in einem lichtdicht schließenden Kasten



149. Dunkle Kammer (Camera obscura).

(Kassette), dessen Vorderwand schieberartig fast ganz entfernt werden kann. Hat man die Kassette eingesetzt, so zieht man den Schieber heraus, legt dadurch die Platte bloß und öffnet nun auf einen oder wenige Augenblicke die Linse. Es ist dadurch auf der Platte ein Bild infolge der Zersetzung der Silberverbindung entstanden, und zwar hat sich das Silber als schwarze Masse ausgeschieden. Das Bild ist aber noch nicht sichtbar, sondern muß erst hervorgerufen oder entwickelt werden. Zu diesem Zwecke legt man die Platte in einem ganz dunklen Raume, der nur durch rotes Licht erleuchtet wird, in ein schwarzes Becken und übergießt sie mit einer geeigneten Flüssigkeit, wodurch das Bild in kurzer Zeit sichtbar wird, und zwar als sogenanntes negatives, das ist ein solches mit umgekehrter Verteilung von Licht und Schatten. Ist das Negativ deutlich, so spült man es mit Wasser ab und legt es in eine andere Flüssigkeit, um es zu fixieren, d. h. alle nicht zeretzten Teile des Silber Salzes abzulösen, da anderen Falles das Bild wieder verschwinden würde, sobald man es ans Tageslicht brächte. Von diesem Negativ kann man beliebig viele positive Bilder, d. h. solche mit richtiger Verteilung von Licht und Schatten herstellen, indem man das Negativ auf photographisches Papier legt, die Sonne einige Zeit hindurch scheinen läßt und die so erlangten Bilder schließlich wieder fixiert, d. h. unveränderlich macht. Viele treiben heute die Kunst des Photographierens aus Liebhaberei.

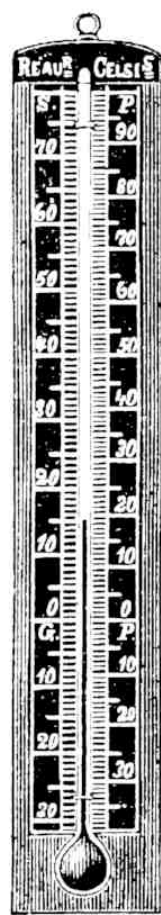
VII. Die Wärme.

24. Wesen und Leitung der Wärme. a) Ein Streichhölzchen besteht aus einem Holzstäbchen, das an einem Ende in Schwefel und Phosphor getaucht und mit einer Gummirinde überzogen ist. Beim raschen Streichen auf einer rauhen Fläche wird das Gummihütchen zerrissen, durch die Reibungswärme der leicht entzündliche Phosphor, durch diesen der Schwefel und durch diesen das Holz entzündet. Halte ich das eine Ende einer Nadel in die Flamme, so wird auch das andere so heiß, daß ich die Nadel fallen lassen muß, während doch das angefaßte Ende des Streichholzes nicht heiß wird.

b) **Wärme** ist eine Erscheinung, die, wie das Licht, durch die Schwingungen des Äthers entsteht. Sie wird erzeugt durch Sonnenstrahlen, Reibung, Druck und den Verbrennungsprozeß, bei dem die Stoffe zu neuen Verbindungen zusammentreten. So werden aus der angezündeten Kerze allerlei Gase, die

in die Luft entfliehen. Körper, welche die Wärme rasch weiter leiten, heißen gute Wärmeleiter, solche, die sie langsam aufnehmen und verbreiten, schlechte Wärmeleiter. Zu ersteren gehören die Metalle, zu letzteren Pelz, Wolle, Stroh, Holz, Erde, Schnee u. a. Die Metalle fühlen sich kälter an als Holz, weil sie der Hand gleich die Wärme entziehen, dagegen auch heißer, weil sie die Wärme gleich an die Hand abgeben. Um die Wärme in einem Körper zu bewahren, umgiebt man ihn mit schlechten Wärmeleitern, um sie schnell zu verbreiten, mit guten. Darum ziehen wir im Winter Pelze an und heizen unsere Zimmer durch Öfen.

c) Wie entstehen die Funken, wenn Stahl an Feuerstein schlägt, Steine geklopft oder harte Steine von Pferdehufen getroffen werden? Warum müssen die Achsen der Wagen geschmiert werden? Warum verbrennt man die Hände, wenn man rasch an einer Seile herabrutscht? Warum wird frischgebrannter Kalk so heiß, wenn man Wasser darauf schüttet? Warum gerät feuchtes Heu in Brand? Warum haben metallne Gefäße häufig hölzerne Griffe? Warum verbrennt man sich die Hände an einer lange in Bewegung gewesenem Säge? Warum kann man eine glühende Kohle halten, wenn man die Hand mit Asche bestreut hat? Warum wollen die Öfen nicht heizen, wenn sie voll Ruß sitzen? Warum bedeckt man im Sommer Eisgruben mit Stroh, Kartoffel- und Kunkelhäufen, Rosenstöcke u. a. im Winter mit Stroh, Erde, Fichtenreisig und dergl.? Warum ist's unter Strohdächern im Sommer kühl, im Winter warm? Warum halten Doppelfenster warm? Warum sind die Saaten unter dem Schnee geschützt? Warum erwachen Erfrorene im Schnee oft wieder zum Leben? Warum durchschauert's uns frostig beim Winde und in nassen Kleidern? Warum ist's gegen Morgen kälter als in der Nacht? Warum giebt es bei bedecktem Himmel selten, bei hellem öfter Nachtfroste im Frühling? Warum zünden die Winzer bei drohenden Nachtfrosten qualmende Feuer in den Weinbergen an?



150.

Thermometer.

25. Ausdehnung der Körper durch Wärme. a) Das Thermometer (Fig. 150) oder der Wärmemesser ist eine luftleere, enge Röhre, die unten in eine Kugel mit Quecksilber ausläuft. An der Röhre ist eine Gradeinteilung. Zunächst ist der Siedepunkt, bis zu dem das Quecksilber bei der Hitze des siedenden Wassers steigt, und dann der Gefrier- oder Nullpunkt, bis zu dem es bei der Temperatur des gefrierenden Wassers sinkt, festgestellt. Réaumur (spr. Reomür) hat den Zwischenraum zwischen diesen beiden Punkten in 80, Celsius in 100 Grade geteilt. Nur letzteres soll noch gebraucht werden. Unter dem Nullpunkte liegen die Kältegrade, über ihm die Wärmegrade.

b) Das Thermometer beruht auf dem Gesetz, daß Wärme die Körper ausdehnt und Kälte sie zusammenzieht.

(Nur das Wasser macht eine Ausnahme! Es hat die größte Dichte und Schwere bei $+ 4^{\circ} \text{C}$. Wird es kälter oder wärmer, so dehnt es sich aus, wird leichter und steigt in die Höhe. Darum schwimmt Eis; die Eiszinde entsteht auf der Oberfläche des Wassers und nicht unten; im strengen Winter frieren Flüsse und Teiche nicht aus, und die Fische werden durch den Frost nicht getötet, weil das Wasser von $+ 4^{\circ} \text{C}$. als das dichteste und schwerste am Grunde stehen bleibt, während das kältere nach oben steigt und zu Eis wird.)

Erwärmte Luft steigt in die Höhe, kalte aber strömt nach der Wärmequelle. Durch diese Bewegung der Luft zur Ausgleichung der Temperatur entstehen die Winde und wird die Luftheizung bewirkt. Bei kaltem und warmem Wasser zeigt sich dasselbe Bestreben des Ausgleichs, und darauf beruhen die Meeresströmungen und die Warmwasserheizung.

c) Warum legt der Schmied den eisernen Reif erhitzt um das Wagenrad? Warum geht ein eiserner Topf kalt in die Röhre, heiß aber nicht heraus? Warum zerspringt ein kaltes Glas, wenn man plötzlich heiße Flüssigkeit hineingießt oder es auf den heißen Ofen stellt? Warum bekommen Steinplatten, die von eisernen Klammern zusammengehalten sind, in der Kälte Risse? Warum dürfen Zinkplatten auf Dächern nicht zusammengenietet oder gelötet, Eisenbahnschienen nicht dicht aneinander gelegt werden? Warum springen Gefäße, in denen Wasser gefriert? Warum springen Kastanien mit einem Knall auf, wenn man sie auf heiße Kohlen legt? Warum schwillt eine schlaffe Schweinsblase auf, wenn man sie an den warmen Ofen hängt? Warum steigt der Rauch in die Höhe? Warum sitzen Schröpfköpfe so fest und bringen das Blut zum Ausströmen, nachdem sie über dem Lichte erwärmt sind? Warum halten sich im Winter die Fliegen an der Zimmerdecke auf? Warum schlägt eine Lichtflamme im geheizten Zimmer oben in der geöffneten Thür nach außen, unten nach innen? Warum tanzt eine Papierschlange auf der Nadel, wenn sie auf den Ofen gestellt wird? Warum weht an Meeresküsten tagsüber der Wind vom Meere nach dem Lande, nachts aber vom Lande nach dem Meere? (Das Land erwärmt sich rascher, strahlt aber auch die Wärme schneller aus als das Wasser.)

26. Veränderung des Körperzustandes durch Wärme. a) Auf einen Tisch im warmen Zimmer gieße ich etwas Wasser und setze einen zinnernen Teller darauf. Auf denselben thue ich eine Mischung von gestoßenem Eis oder Schnee und Kochsalz! Nach einiger Zeit ist Salz und Eis geschmolzen, d. h. in flüssigen Zustand übergegangen, der Teller aber auf dem Tische angefroren, weil das Wasser in festen Zustand übergegangen ist. — Setze ich die Flüssigkeit einer Siedewärme aus, so wird nach und nach das Wasser verschwinden, d. h. sich in Dampfform verwandeln und unsichtbar in der Luft schweben. — Schlägt der Wasserdampf an die kalten Fensterscheiben, so geht er durch Entziehung der Wärme wieder als Fensterschweiß in den flüssigen Zustand über, ja bei Kälte draußen friert er zu Eisblumen am Fenster.

b) Soll ein fester Körper schmelzen, so braucht er dazu erhöhte Wärmegrade; die verschiedenen Körper brauchen verschieden hohe Wärme. Diese Wärme wird der Umgebung entzogen. So entzogen auch Eis und Salz beim Schmelzen dem Wasser auf dem Tische die Wärme durch den gut leitenden Zinnteller hindurch und verwandelten es in festes Eis. — Während der Verdunstung wurde die Ofenwärme verbraucht, um die flüssigen Teile in luftförmige zu verwandeln. Die dabei verbrauchte Wärme ist für die Stubenheizung verloren. — Die kalten Scheiben entzogen dem Wasserdampfe die Wärme und verwandelten ihn in eine Flüssigkeit; weitere Wärmeentziehung ließ diese zu Eis erstarren. Fest, flüssig, luftförmig ist der dreifache Zustand, in dem wir die Körper nach dem Maße der Wärme erblicken. Bei dem Übergange aus dem luftförmigen in den flüssigen und aus diesem in den festen Zustand wird Wärme frei. Geht aber ein Körper aus dem festen in den flüssigen und luftförmigen Zustand über, d. h. schmilzt oder verdunstet er, so entzieht er der Umgebung die Wärme und bindet sie, erregt also Kälte.

Die wasserhaltigen Flüssigkeiten auf der Erde verdunsten durch Wärme, steigen als Wasserdampf in die Höhe, nehmen in der Luft **Nebel**form an und bilden **Wolken**. Der Wasserdampf der unteren Schichten verdichtet sich bei Abkühlung der Luft und setzt sich in zarten Tröpfchen als **Abend-** oder **Morgentau** an die kalten Blätter. Sinkt die Temperatur der Luft unter den Gefrierpunkt, so gefriert der Tau zu **Reif**. Die **Wolken** werden von dem Luftzuge fortgetragen. Trifft sie ein kälterer Luftstrom, so verdichten sich ihre Wasserbläschen, vergrößern sich in dampferfüllten Luftschichten, fließen zu Tropfen zusammen und fallen als **Regen** herab. Im Winter ver-

mandeln sich die aus wärmeren Gegenden kommenden Wasserdämpfe in der kalten Luft zu feinen Eiszadeln, die durch das fortgesetzte Gefrieren von Wasserdampf zu Schneeflocken von der Gestalt 6 strahliger Sterne zusammenschießen. (Fig. 151). Der Hagel ist gefrorener Regen, der mitten im Sommer während eines Gewitters verheerend niederrasselt.



151. Schneeflocken.

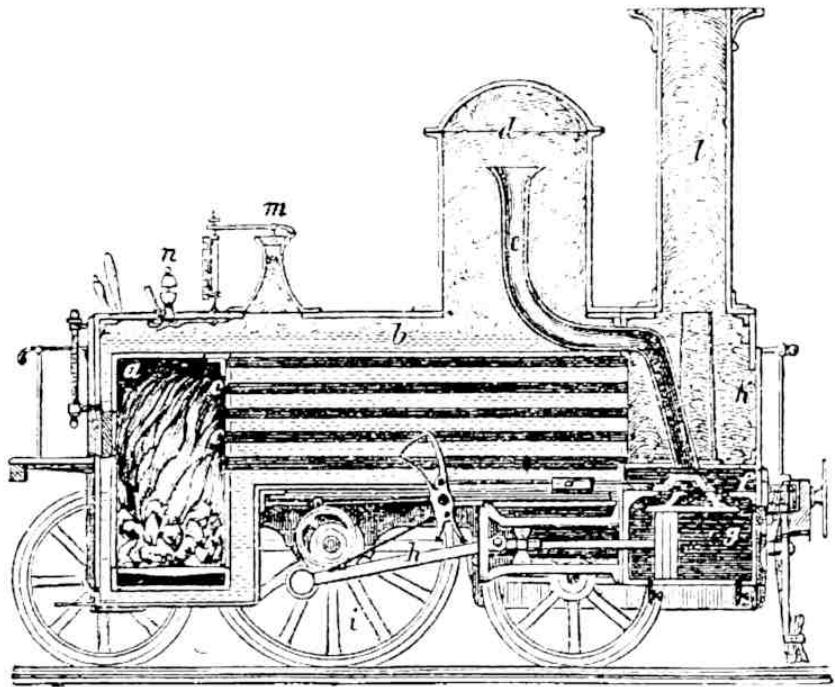
c) Warum bleibt die Luft im Frühling trotz des Sonnenscheins kühl, solange Schnee und Eis noch schmelzen? Warum pflegt es nach Schneefall gelinder zu werden? Warum tauen erfrorene Kartoffeln und Äpfel in kaltem Wasser auf? Warum trocknet feuchte Wäsche in der Luft, warum aber nicht an feuchten Tagen? Warum kühlt sich nach Regen die Luft ab? Warum brennt nasses Holz so schwer? Warum fühlt man im heißen Sommer die Weinflaschen durch umgeschlagene nasse Tücher? Warum bewahren die Spanier im heißen Sommer das Trinkwasser in porösen Thongefäßen auf, durch deren Wände es sickert und außen verdunstet? Woher das Gefühl von Kälte, wenn man aus dem Bade steigt? Warum zeigt das Niederschlagen des Rauches (der viele Kohlenstäubchen enthält, welche die Luftfeuchtigkeit auffaugen und so beschwert niedersinken) trotz heiteren Himmels Regen an? Warum dehnen sich Haare und Saiten in feuchter Luft aus? Wie entstehen Fensterschweiß, Eisblumen, Tau, Nebel, Regen, Reif, Schnee und Hagel? Warum fällt bei bewölktem Himmel und nach windigen Nächten kein Tau? Warum sieht man den ausgehauchten Atem und bekommt Reif in den Bart? Worin besteht das **Kochen**? Wie kann man schlechten Spiritus durch **Destillieren** (d. h. Entziehung von Wasser) stärker machen? Warum schmelzen die metallenen Geschirre beim Kochen nicht?

27. Die Dampfmaschinen. a) Der Deckel eines Kochtopfes oder einer Theemaschine wird gehoben, ja fortgeschleudert, wenn die Flüssigkeit zu kochen und Dampf zu entwickeln anfängt. Eine zugefokte Flasche wird den Verschuß mit einem Knall fortzuschleudern, wenn die darin befindliche Flüssigkeit zu kochen anfängt. Ein luftdicht schließender Kolben würde in einem solchen Gefäße vom Dampfe in die Höhe getrieben, aber auch von selbst wieder abwärts gehen, wenn durch Eintauchen des Gefäßes in kaltes Wasser der Dampf verdichtet und dadurch ein luftverdünnter Raum geschaffen würde.

b) Eine Flüssigkeit nimmt in luft- oder dampfförmigem Zustande einen viel größeren Raum ein, gewinnt im geschlossenen Raume eine ungemeine Spannkraft, d. h. einen Drang sich auszudehnen, und macht sich mit großer Kraft selbst Bahn. Diese Spannkraft des Dampfes wird bei den Dampfmaschinen zur Arbeit benutzt. Der berühmteste Verbesserer derselben ist der Schotte James (spr. Dschehms) Watt. In den Fabriken werden oft Niederdruckmaschinen angewandt, in denen der Dampf eine größere Spannung als die Luft hat, und wo er durch Abkühlung immer wieder in Wasser verwandelt wird.

Die Lokomotiven der Eisenbahnen (Fig. 152), welche ganze Wagenreihen ziehen, sind Hochdruckmaschinen, deren Dämpfe eine 3—6 mal größere Spannung als die atmosphärische Luft haben. In dem Dampfkessel (b) wird Wasser in Dampf verwandelt, indem eine große Anzahl Röhren (cc) aus dem Feuerraume (a) die erhitzte Luft durch die ganze Länge des Kessels bis zur Rauchkammer (k) führen. Der Dampf sammelt sich besonders in der Dampfuppel (d), von wo er durch ein Rohr (e) in die Dampfcylinder (g) zu beiden Seiten der Lokomotive geleitet wird. Hier schiebt er einen Kolben hin und her, indem er durch die sinnreiche Schiebersteuerung (f) bald vor, bald hinter den Kolben tritt. Mit der Kolbenstange steht eine Treibstange (h) in Verbindung, die den Zapfen einer Kurbel faßt, welche die hin- und hergehende Bewegung in eine kreisförmige verwandelt und das große Mittel-

rad (i) der Lokomotive dreht. (Das Spinnrad mit dem Trittbrett, der Treibstange, der Kurbel und dem Schwungrad zeigt eine ähnliche Einrichtung.) Die Lokomotive ist eine gekoppelte Maschine, indem 2 Maschinen so verbunden sind, daß sich die Kurbeln unterstützen, um über die toten Punkte oben und unten hinweg zu kommen und den Gang der Bewegung gleichförmig zu erhalten. Damit die Spannung



152. Lokomotive.

des Dampfes nicht zum Zerspringen des Kessels führt, so öffnet sich von selbst ein Sicherheitsventil (m) und läßt den Dampf entweichen, wenn er einen gewissen Grad von Spannkraft erreicht hat. Das Pfeifen der Lokomotiven entsteht durch den aus der Dampfweife (n) entweichenden gepreßten Dampf. Der in den Cylindern verbrauchte Dampf sowie die in der Rauchkammer sich sammelnde erhitzte Luft entweichen durch den Schornstein (l).

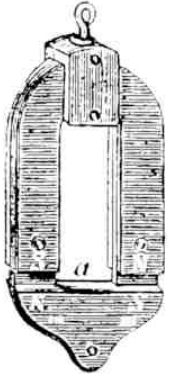
VIII. Magnetismus und Elektrizität.

28. Magnet und Magnetismus. a) Ich nähere einen Magneten einem Häufchen von Eisenfeilspänen; sie werden angezogen und haften wie ein krauser Bart an ihm (Fig. 153), ja Nadeln und kleine Schlüssel werden angezogen und festgehalten. Lege ich die eisernen Stoffe auf ein Blatt Papier oder eine Glasscheibe und fahre mit dem Magneten darunter hin, so wandert das Eisen darauf hin, wohin der Magnet unten geht. Nähere ich den mittleren Teil des Magneten einem Eisendraht, so wird er nicht angezogen; am heftigsten ist die Anziehung an den beiden Enden oder Polen. Hänge ich einen Magneten freischwebend an einem Haare auf und nähere ihm einen anderen Magneten mit dem einen Ende, so fahren sie heftig zusammen und halten sich fest. Nähere ich ihm aber das andere Ende, so flieht er hastig mit dem ersten Ende, fährt aber mit dem zweiten Ende an den genäherten Magneten. — Auf die Mitte einer Stahlnadel setze ich das eine Ende des Magneten, streiche nach rechts, kehre von oben im Bogen immer wieder, wohl 30 mal, nach der Mitte zurück und wiederhole den Strich. Dann thue ich dasselbe mit dem anderen Ende des Magneten auf der linken Hälfte der Stahlnadel, und siehe, sie ist magnetisch geworden und wirkt wie ein Magnet.



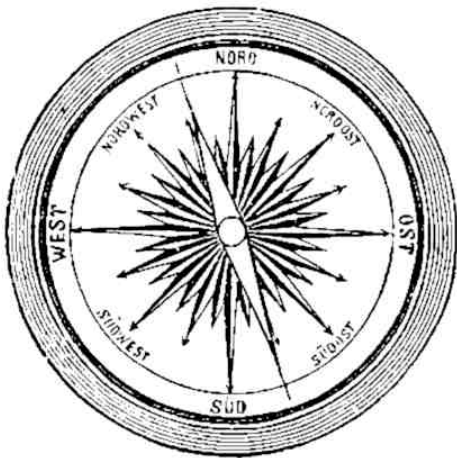
153. Magnetstab.

b) Der Magnet (ursprünglich ein schwarzer Stein aus den Eisengruben von Magnesia in Kleinasien) zieht Eisen und eisenhaltige Körper an. Seine Anziehungskraft wirkt auch durch andere Körper hindurch. Seine Enden, die am stärksten wirken, heißen Nord- und Südpol, weil sie bei einem frei



154. Hufeisenmagnet.

schwebenden Magneten etwa diese Richtung zeigen. Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an und sind dann wirkungslos. Es giebt zweierlei Magnetismus, Nord- und Süd- magnetismus; jeder Magnetismus ruft in seiner Nähe den ungleichnamigen hervor. Im Eisen ruhen beide Magnetismen gebunden. Stahl läßt sich durch Streichen dauernd künstlich magnetisch machen. Gewöhnlich haben große Magnete Hufeisenform (Fig. 154) und tragen ein Eisenstück als „Anker“, damit sie geübt und gestärkt werden. Lange, träge Ruhe schwächt die Kraft des Magneten. Die ganze Erde wirkt wie ein großer Magnet, der im N. Südmagnetismus und im S. Nordmag-



155. Kompaß.

netismus hat; die Erde hat einen magnetischen Nord- und Südpol, die von dem wirklichen Nord- und Südpol abweichen. Der magnetische Nordpol liegt in Nord-Amerika etwa unter dem 75° n. Br. — Der Kompaß (Fig. 155), dieser Führer der Seeleute, ist ein Kästchen mit einer freischwebenden Magnetnadel über der Windrose, d. h. der Bezeichnung der Himmelsrichtungen. Weil der magnetische Nordpol westlich von uns liegt, so zeigt bei uns die Magnetnadel nicht streng nach Norden, sondern weicht etwas nach W. ab. Diese Abweichung von der südnördlichen Richtung heißt ihre Deklination; die Grade derselben richten sich nach der geographischen Länge. Die Magnetnadel schwebt bei uns aber auch nicht wagerecht, sondern neigt sich mit der Nordspitze etwas abwärts. Unter dem magnetischen Aequator steht sie wagerecht, auf dem magnetischen

Pole der Erde senkrecht, auf allen übrigen Punkten, je nach der geographischen Breite, geneigt. Diese Abweichung der Magnetnadel von der wagerechten Richtung heißt Inklination.



Fig. 156.

dem geriebenen Körper den Knöchel eines Fingers, so springt mit Knistern und phosphorartigem Geruch ein Fünkchen heraus. Schon die alten Griechen haben derartige Erscheinungen am geriebenen Bernstein (einem Harze) wahrgenommen. Weil der Bernstein in ihrer Sprache aber den Namen Elektron führte, so nannten sie diese Kraft Elektrizität. Durch Reibung gewisser Körper wird also Elektrizität erzeugt. Man unterscheidet Glas- oder positive und Harz- oder negative Elektrizität als zwei verschiedene Elektrizitäten. — An seidenen Fäden hänge ich neben einander zwei Kügelchen von trockenem Holundermark auf (Fig. 157). Ich berühre eins mit dem elektrischen Cylinder, der ihm seine Elektrizität mitteilt, und sehe, wie es dann abgestoßen von dem andern zurückfährt, hastig sich aber an die genäherte elektrische Siegellackstange klammert. Nach-

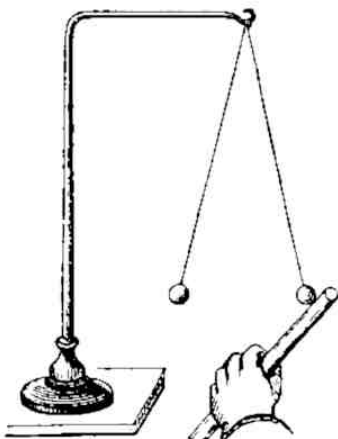
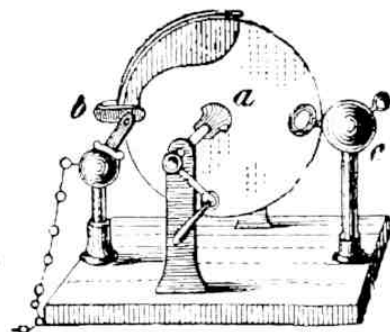


Fig. 157.

29. Reibungs-Elektrizität. a) und b) Wird ein trockener Glaszylinder (Fig. 156) mit Tuch oder Pelz kräftig gerieben, so zieht er Kügelchen von Holundermark, Federchen und Papierschnitzel an. Dasselbe thut eine geriebene Siegellackstange. Nähere ich im Dunkeln dem geriebenen Körper den Knöchel eines Fingers, so springt mit Knistern und phosphorartigem Geruch ein Fünkchen heraus. Schon die alten Griechen haben derartige Erscheinungen am geriebenen Bernstein (einem Harze) wahrgenommen. Weil der Bernstein in ihrer Sprache aber den Namen Elektron führte, so nannten sie diese Kraft Elektrizität. Durch Reibung gewisser Körper wird also Elektrizität erzeugt. Man unterscheidet Glas- oder positive und Harz- oder negative Elektrizität als zwei verschiedene Elektrizitäten. — An seidenen Fäden hänge ich neben einander zwei Kügelchen von trockenem Holundermark auf (Fig. 157). Ich berühre eins mit dem elektrischen Cylinder, der ihm seine Elektrizität mitteilt, und sehe, wie es dann abgestoßen von dem andern zurückfährt, hastig sich aber an die genäherte elektrische Siegellackstange klammert. Nach-



dem ich durch Berührung mit der Hand die Markkugeln unelektrisch gemacht habe, wiederhole ich dasselbe, indem ich mit der Siegellackstange anfangen. Berühre ich beide gleichzeitig nur mit dem Cylinder oder der Siegellackstange, so fahren sie feindlich auseinander. Berühre ich eins mit dem Cylinder und das andere mit der Stange, so ziehen sie sich an. Glas- und Harzelektricität gleichen dem Nord- und Südmagnetismus. **Gleichnamige Elektricitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.** In jedem Körper sind beide Elektricitäten gebunden vorhanden. Jede Elektricität ruft in ihrer Nähe die ungleichnamige hervor. Die Elektricität wird durch manche Körper blitzschnell fortgeleitet, durch andere nicht. Gute Leiter sind z. B. Metalle, Erde, Wasser, Dämpfe, Menschen- und Tierkörper. Nichtleiter sind: Glas, Seide, Harz, Schwefel, trockene Luft u. s. w. Um die Elektricität festzuhalten, muß man elektrische Körper isolieren, d. h. mit Nichtleitern umgeben. Durch die **Elektrifiziermaschine** (Fig. 158) wird Elektricität erzeugt, indem eine Glasscheibe (a) an einem Riffen mit einer Metallmischung (b) gerieben wird; im Konduktor, einer Metallkugel (c), sammelt sich die Elektricität. Aus Spitzen strömt sie leicht aus. Das **Gewitter** ist eine elektrische Erscheinung, der **Blitz** ein elektrischer Funke, der Zwischenräume überspringen muß, der **Donner** der Schall, der durch das plötzliche Zerreißen der Wolken verursacht wird. In den Wolken erzeugt sich durch plötzliche Verdichtung des Wasserdunstes, besonders in der Sommerwärme, die Elektricität. Wolken, die mit ungleichnamiger Elektricität geladen sind, ziehen sich an und entladen sich durch Blitze gegenseitig. Die wenigsten Blitze fahren in die Erde. Das geschieht nur, wenn die Erde und die Gewitterwolken mit ungleichnamiger Elektricität geladen sind. Der Blitz folgt dann guten Leitern. Nichtleiter zerschmettert er auf seinem Wege. Er schlägt gern in hohe Spitzen (Bäume und Türme) ein. Man darf sich deshalb bei Gewittern nicht an oder unter hochragende Gegenstände stellen. Der Amerikaner Benjamin Franklin hat den **Blitzableiter** erfunden, der aus einem über das Haus ragenden, an der Spitze vergoldeten Metallstabe und einem bis zum Grundwasser geführten Drahte besteht und durch dieselben dem Blitze einen unschädlichen Weg vorschreibt.



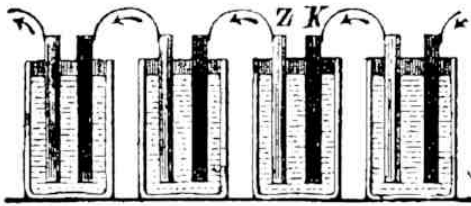
158. Elektrifiziermaschine.

c) Warum ist's gefährlich, sich bei einem Gewitter unter hohe Bäume oder in die Nähe von Metallen zu stellen? Wie muß der Blitzableiter eingerichtet sein, um zu schützen? Warum hört man beim Einschlagen des Blitzes in der Nähe nur einen starken Donnerschlag, in der Ferne aber ein Rollen? Wie kann man die Entfernung eines Gewitters beurteilen? Warum ist das Läuten bei Gewittern gefährlich? Warum beschreibt der Blitz einen Zickzackweg? Warum erscheinen bei Gewittern an Schiffsmasten, Türmen und hohen Bäumen Flämmchen?

30. Galvanismus oder Berührungselektricität. Man legt einen Silberblechstreifen oder den Stiel eines silbernen Löffels quer über die Zunge und einen Streifen Zinkblech unter dieselbe (oder umgekehrt). Bringt man nun die beiden Metalle an dem einen Ende mit einander in Berührung, so verspürt man einen säuerlichen Geschmack. Derselbe rührt von der Elektricität her, welche entsteht, wenn sich zwei verschiedene Metalle in einer Flüssigkeit berühren. Diese Elektricität nennt man daher **Berührungselektricität** oder nach ihrem Entdecker Galvani **Galvanismus**. Jede Vorrichtung, welche dazu dient, Galvanismus zu erzeugen, heißt ein **galvanisches Element**. Ein vielfach angewandtes Element ist z. B. das **Bunsensche Chromsäure-Element**,

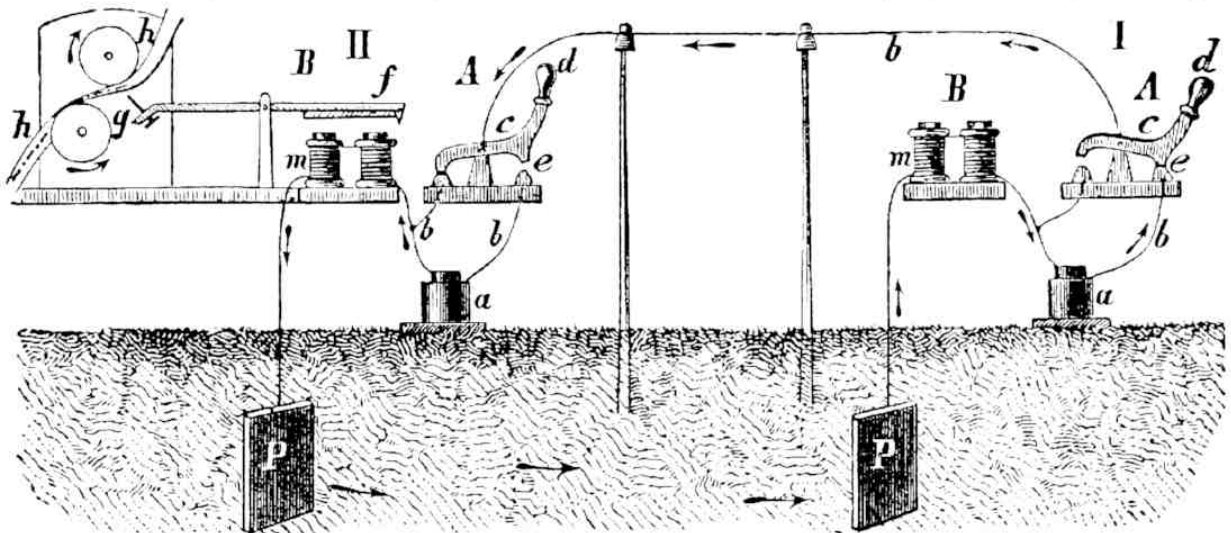


das sog. Tauchelement. Dasselbe besteht aus Zink und Kohle, die in einem Gemisch von 50 g Chromsäure, 50 g konzentrierter Schwefelsäure und 1 l Wasser stehen. — Retortenkohle verhält sich in elektrischer Beziehung ganz wie ein Metall. — Eine Zusammensetzung mehrerer dieser einfachen Elemente heißt galvanische Batterie (Fig. 159). Man kann durch den galvanischen Strom Wasser in seine Bestandteile, die beiden Luftarten Sauerstoff und Wasserstoff, zersetzen, Metalle vergolden und Gegenstände in Kupfer nachbilden.



159. Galvanische Batterie.

Die wichtigste Anwendung ist aber der elektrische Telegraph oder Fernschreiber, der gleichsam mit dem Blitze in die weiteste Ferne schreibt und die Menschen in nahe Verbindung bringt. Zwei entfernte Orte oder Stationen (I u. II Fig. 160) sind durch einen verzinneten Eisendraht verbunden. Derselbe läuft über Stangen, ist durch Porzellanloden isoliert, leitet den elektrischen Strom und befördert die Depeschen (Eilschriften). Auf jeder Station ist außer der galvanischen Batterie (a) ein Zeichengeber (A) und ein Zeichenbringer (B). Durch den Druck eines Knopfes (d) schließt der Zeichengeber oder Schlüssel (c) eine Metallleitung (bei e) und damit den elektrischen Strom. Lasse ich den Knopf gehen, so schnellt ihn eine Feder wieder in seine ursprüngliche Lage zurück und unterbricht dadurch die Metallverbindung (bei e) und damit den Strom. Der Hauptteil des Zeichenbringers ist ein Elektromagnet (m), das ist weiches Eisen in Hufeisenform, das in einer hölzernen Spule ruht

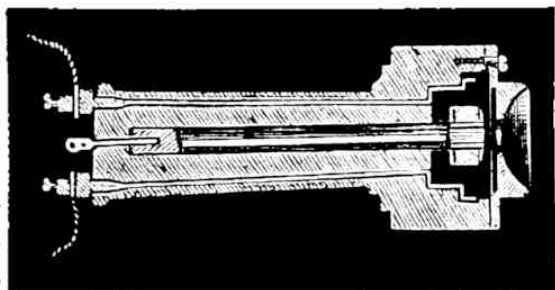


160. Telegraph. (Die Pfeile zeigen die Richtung des elektrischen Stromes an.)

und von mit Seide oder Baumwolle umspinnenen Kupferdraht in einer Richtung umwickelt ist. Durch eine Schraube wird dieser Draht mit dem Leitungsdrahte zusammengeklammt. Um die Verbindung kreisförmig zu schließen, wäre noch ein zweiter Leitungsdraht erforderlich. Dieser wird dadurch ersetzt, daß man von dem Elektromagneten Drähte in die Erde bis zu einer eingegrabenen Kupferplatte (P) leitet. Dadurch wird die eine Elektrizität abgeleitet und die Bildung neuer Ströme ermöglicht. Die Erde ersetzt somit den einen Leitungsdraht. Wird der Knopf des Zeichengebers der Station I niedergedrückt (s. Figur) und der elektrische Strom (bei e) geschlossen, so geht dieser von der Batterie (a) durch den Schlüssel (c) und den Leitungsdraht (b) zu dem Schlüssel der Station II, von diesem durch den Leitungsdraht (b) zu dem Elektromagneten (m) der Station II, umkreist in dem Umwicklungsdraht das

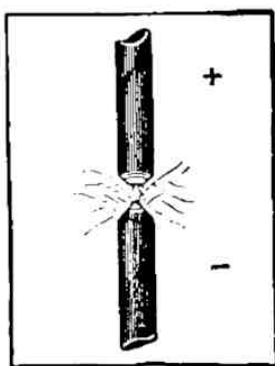
Hufeisen und verwandelt es in einen Magneten, der Eisen anzieht. Wird der Strom unterbrochen, so wird daselbe wieder unmagnetisch, d. h. verliert die Anziehungskraft. Über dem Elektromagneten ist ein zarmiger Hebel, der an einem Ende einen eisernen Anker (f), am andern einen Schreibstift (g) trägt. Durch Schließen des Stromes wird der Anker angezogen, durch Unterbrechen desselben mittelst einer Feder wieder in seine erste Lage zurückgeschleunigt, der am andern Ende des Hebels befestigte Stift aber zu einer auf- und abgehenden Bewegung genötigt. Über den Stift wird durch ein Uhrwerk ein langer, auf eine Walze gerollter Papierstreifen (h) geführt. Bei jedem kürzeren Schließen des Stromes macht der Stift einen Punkt, bei jedem längeren einen Strich auf dem Papierstreifen. Aus Punkten und Strichen setzt sich das telegraphische Alphabet zusammen. Die am meisten vorkommenden Buchstaben haben die einfachsten Zeichen. So bedeutet $\cdot = e$, $— = t$, $\cdot — = a$, $— \cdot = n$ u. s. w. Will ich etwas an einen entfernten Ort telegraphieren, so übergebe ich dem Telegraphisten die geschriebene Depesche, und er übersetzt sie sich ohne Mühe in seine Zeichen. Durch mehrmaliges rasches Drücken auf den Knopf des Schlüssels erzeugt er auf der betreffenden fernen Station eine klappernde Bewegung des Ankers und giebt dadurch dem dortigen Telegraphisten das Zeichen, daß eine Depesche befördert werden soll. Dieser setzt den Papierstreifen in Bewegung und liest nun aus den Strichen und Punkten, die der Stift durch längeres oder kürzeres Schließen des Stromes macht, den Inhalt der Depesche, die er wiederum in unsere Schriftsprache übersetzt.

Durch das **Telephon** (Fig. 161) oder den Fernsprecher wird jetzt sogar der Klang der menschlichen Stimme und der Ton von Instrumenten in die Ferne geleitet, so daß man sich zwischen zwei Stationen mündlich unterhalten kann. — Ein vor einem Magnetstabe befestigtes Eisenplättchen wird durch jeden auf daselbe gerichteten Ton oder Laut in Schwingungen versetzt, die nach der Höhe, Stärke und Klangfarbe des Tones verschieden sind. Durch diese Schwingungen werden in einer Drahtspirale, welche den Magnetstab umgiebt, elektromagnetische Strömungen erzeugt. Diese setzen sich durch eine Drahtleitung, ähnlich derjenigen, die zu telegraphischen Zwecken benutzt wird, bis in die Drahtumwindung eines entfernten zweiten, gleichartigen Apparates fort und versetzen dort das vor dem Eisenstabe befestigte feine Eisenplättchen in gleiche Schwingungen, wodurch im Ohre des Hörers auch dieselben Töne vernommen werden.

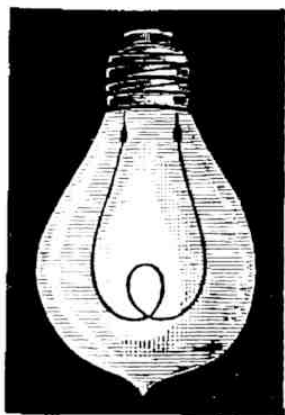


161. Telephon.

Elektrisches Licht. Wir unterscheiden zunächst das **elektrische Bogenlicht**. Die Bogenlampe besteht aus einer großen Glasglocke. Darin stehen 2 Kohlenstifte über einander und lassen einen kleinen Zwischenraum frei. Zu den Kohlenstiften führen Schließungsdrähte hin. Geht nun der elektrische Strom durch die Kohlenstifte, so überspringt er den Raum zwischen beiden und reißt feine Kohlentheilchen los. Dabei reißt sich der Strom so heftig an diesen Teilchen, daß dieselben glühend werden und taghelles Licht ausstrahlen (Fig. 162). Vom elektrischen Bogenlicht ist das **Glühlicht** zu unterscheiden (Fig. 163). In einer luftleer gemachten Glasbirne sitzt auf feinen



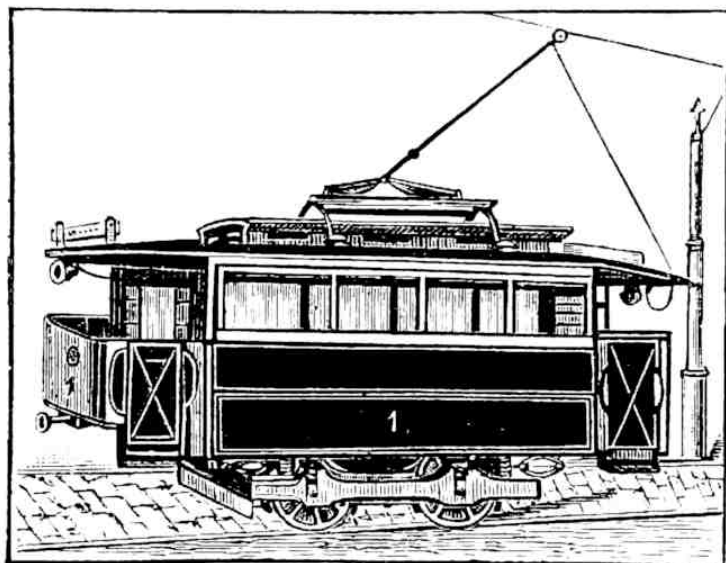
162. Bogenlicht.



163. Glühlicht.

Metallstäbchen eine gewundene Kohlenfaser. Zu diesen Metallstäbchen wird durch Leitungsdrähte der elektrische Strom hingeleitet. Indem er die Kohlenfaser durchströmt, reibt er in deren Inneren so heftig, daß die Faser ins Glühen gerät und das helle Glühlicht ausstrahlt. Verbrennen kann die Faser nicht, da in der luftleeren Birne kein Sauerstoff ist; sie hält darum lange aus.

Der elektrische Strom wird in dem Elektrizitätswerke erzeugt. Hier treiben Dampfmaschinen vor großen Magneten, mit Kupferdraht besponnen, ein Räderwerk und rufen dadurch die Elektrizität hervor. Die erzeugte Kraft wird in die Leitungen geführt und glüht überall auf, wo der Hahn gedreht wird. Rasch wird so Licht gemacht ohne das mühsame Lampenputzen, Lampenfüllen und Lampenanzünden.



164. Elektrische Eisenbahn.

Sogar die elektrische Eisenbahn treibt die geheimnisvolle Kraft (Fig. 164). Oben in der Mitte der Straße zieht ein dicker Kupferdraht dahin. Unter ihm läuft eine auf einem Eisenbahnwagen befestigte Eisenstange. Der Wagen steht auf Schienen. An den Wagenachsen liegt der elektrische Motor, d. h. der Bewegiger, dessen Zusammensetzung freilich eine sehr schwierige ist. Wie in dem Elektrizitätswerke aus dem Dampf Bewegung, aus der Bewegung aber Magnetismus und Elek-

tricität wurden, so wird durch den elektrischen Motor in dem Wagen aus der Elektrizität Bewegung, die das Räderwerk treibt. Mit Gedankenschnelle fliegt die Elektrizität zwischen Schienen und Elektrizitätswerk hin und her, um Arbeit zu verrichten.

Schon schmiedet hier und da der Schmied mit der wunderbaren Kraft das Eisen, treibt der Schneider seine Näh- und der Drechsler seine Bohrmaschine. Was darf noch alles von ihr erwartet werden, da ihre Wärme sogar schon Küchlein in einem Korbe auszubrüten vermag!

Dritter Teil.

Chemie.

Die Chemie ist der jüngste Zweig der Naturwissenschaften. Sie erforscht die Stoffe, deren Veränderungen und die dabei wirkenden Gesetze. Durch Auflösung findet sie die Grundstoffe oder Elemente; durch Zusammensetzung bildet sie chemische Verbindungen als neue Stoffe. Die bis jetzt bekannten Elemente, etwa 70 an der Zahl, aus denen alle Körper