



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

**Realienbuch zum Gebrauch in den Volksschulen des  
Fürstentums Lippe beim Unterricht in der Geschichte,  
Erdkunde, Naturgeschichte und Naturlehre**

**Detmold, 1903**

D. Naturlehre (Physik).

---

---

**Nutzungsbedingungen**

[urn:nbn:de:hbz:466:1-56182](http://urn:nbn:de:hbz:466:1-56182)

## D. Naturlehre (Physik).

### I. Ruhe und Bewegung (Mechanik).

#### 1. Allgemeines.

**1. Beharrungsgesetz.** Ein Körper ist entweder in Bewegung oder in Ruhe. Er ist in Bewegung, wenn er seinen Ort verändert, in Ruhe, wenn das nicht der Fall ist. Eine Kugel, die auf einer wagerechten Ebene ruht, wird durch einen Stoß bewegt und bleibt auch dann noch in Bewegung, wenn der Stoß nicht mehr wirkt. Ein ruhender Körper bleibt so lange in Ruhe, bis ihn eine Kraft in Bewegung setzt, und ein bewegter Körper bleibt so lange in Bewegung, bis ihn eine Kraft hindert. Beispiele: Schwungrad. Plötzliches Halten eines Wagens.

**2. Kräfte.** Bewegende oder hemmende Kräfte sind die Schwerkraft, die Anziehungskraft des Magneten, die Muskelkraft der Menschen und Tiere u. a. Am häufigsten nehmen wir die Wirkungen der Schwerkraft wahr. Unter Schwerkraft verstehen wir die Anziehungskraft, welche die Erde auf alle Dinge in ihrem Bereich ausübt. Die Gegenstände fallen zur Erde nieder, wenn sie nicht unterstützt oder durch eine andere Kraft aufgehalten werden. Die Linien, welche freifallende Körper beschreiben, nennt man senkrechte, die, welche rechte Winkel mit ihnen bilden, wagerechte. Alle senkrechten Linien würden sich bei genügender Verlängerung im Mittelpunkte der Erde treffen.

**3. Einfache und zusammengesetzte Bewegung.** Bekommt die auf einer wagerechten Ebene ruhende Kugel einen Stoß von Norden, so bewegt sie sich nach Süden; erhält sie einen Stoß von Westen, so rollt sie nach Osten. Kommt gleichzeitig ein Stoß von Norden und Westen, so entsteht eine Bewegung in südöstlicher Richtung. In den beiden ersten Fällen haben wir eine einfache, im letzten Falle eine zusammengesetzte Bewegung. Beispiele: Fallende Regentropfen. Ein Schiff, das vom Winde und der Strömung bewegt wird.

**4. Der freie Fall.** Fallen ein Geldstück und ein Papierstück nebeneinander, so bewegt sich dieses langsamer als jenes, weil dichte Körper den Widerstand der Luft leichter überwinden als weniger dichte. Legt man aber eine Papierscheibe auf das Geldstück, so fallen beide Gegenstände gleich schnell, da die Luft das Papier nun nicht aufhalten kann. Im luftleeren Raum fallen alle Körper gleich schnell. — Beobachtet man den Fall eines Steines oder eines Apfels genauer, so bemerkt man, daß die Schnelligkeit der Bewegung mit jedem Augenblicke zunimmt. Im luftleeren Raum fällt ein Körper in der ersten Sekunde etwa 5, in der zweiten etwa 15, in der dritten 25 m. Die Fallräume wachsen wie die ungeraden Zahlen ( $1 \times 5$ ,  $3 \times 5$ ,  $5 \times 5$  m). Ein Fall oder Sprung aus geringer Höhe ist darum weniger gefährlich als ein solcher aus bedeutender Höhe.

**5. Wurfbewegung.** Auf einen geworfenen Körper wirken zwei Kräfte, die Kraft des Wurfs und die Schwerkraft. Ein senkrecht emporgeworfener Körper bewegt sich darum mit jeder Sekunde langsamer, um zuletzt mit beschleunigter Geschwindigkeit zurückzufallen. Ein wagerecht geworferner Körper sinkt allmählich, bis er die Erde berührt. Beim Schießen nach einem in wagerechter Linie weit von uns entfernten Ziele muß der Flintelauf etwas empor gehalten werden. Militärgewehre haben darum für verschiedene Entfernungen verschiedene Bissiere.

**6. Zentralbewegung.** Wir binden einen schweren Gegenstand an einen Bindsfaden, der mit dem einen Ende an einem Nagel befestigt ist, und versuchen, ihn in gerader Richtung fortzuwerfen. Da die Kraft des Wurfs und die Festigkeit des Fadens auf den Gegenstand wirken, so entsteht eine zusammengesetzte Bewegung: der Körper bewegt sich im Kreise oder in einer kreisähnlichen Bahn. Auf ähnliche Weise erklärt man sich die Bewegung der Himmelskörper.

**7. Gewicht.** Da die Körper dem Mittelpunkte der Erde zustreben, so üben sie auf ihre Unterlage einen Druck aus. Man nennt diesen Druck, der nach Größe und Dichtigkeit des Körpers verschieden ist, das Gewicht. Man bestimmt es mittels der Wage. Die Einheit des Gewichts ist das Gramm (g), d. h. das Gewicht von einem Kubikzentimeter Wasser bei 4° Wärme. 1 cem Gold wiegt 19,33, Silber 10,8, Kupfer 8,9, Kork 0,24 g. Man sagt darum: 19,33 ist das spezifische Gewicht des Goldes, 10,8 das des Silbers u. s. w. — Wieviel wiegen 3 cem Gold, 5 cem Silber, 10 cem Kupfer, 1000 cem Kork?

**8. Arten der Körper.** Man unterscheidet feste, flüssige und luftförmige Körper. Bei festen und flüssigen Körpern ziehen sich die einzelnen Teile gegenseitig an. Diese Zusammenhangskraft (Kohäsion) ist bei den festen Körpern so groß, daß dieselben eine bestimmte Gestalt haben, bei den flüssigen so gering, daß ihnen eine solche fehlt, wenn sie in größeren Mengen vorhanden sind. Die einzelnen Teile der luftförmigen Körper zeigen das Bestreben, sich möglichst weit voneinander zu entfernen. Diese Eigentümlichkeit nennt man die Spannkraft (Expansivkraft).

## 2. Mechanik der festen Körper.

**1. Schwerpunkt.** Die festen Körper brauchen nicht überall unterstützt zu werden, wenn sie ruhen sollen. Legen wir einen Stab auf die Schneide eines Messers, so wird er meist nach der einen oder andern Seite das Übergewicht haben. Durch einige Versuche finden wir aber einen Punkt, bei dessen Unterstützung der Stab ruht, weil die beiden Teile im Gleichgewicht sind. Man nennt den Punkt eines Körpers, in welchem er unterstützt werden muß, wenn er in jeder Lage im Gleichgewicht sein soll, den Schwerpunkt. Derselbe liegt bei regelmäßig geformten und überall aus gleich schwerer Masse bestehenden Körpern in der Mitte, bei unregelmäßigen mehr nach der Seite hin, wo die meisten Gewichtsteile sind. Ein Körper ruht, wenn der Schwerpunkt senkrecht über der Unterstützungsfläche liegt; er fällt um, wenn das nicht mehr der Fall ist. Bei Körpern, die den Schwerpunkt nicht in der Mitte haben, unterscheidet man ein sicheres und ein unsicheres Gleichgewicht. Im unsicheren Gleichgewicht befinden sie sich, wenn der Schwerpunkt die höchste Lage hat, so daß er eine tiefere Lage einnehmen

kann, im sichern Gleichgewicht, wenn er die tiefste Lage hat. — Die Standfestigkeit eines stehenden Körpers ist abhängig von dem Gewicht, von der Größe der Unterstüzungsfäche und von der Lage des Schwerpunktes. Ein hochaufgeschichtetes Fuder Getreide fällt leichter um als ein breitgeladenes. Beim Laden packt man die schwersten Gegenstände am meisten nach unten. Wir beugen uns nach vorn, wenn wir eine Last auf dem Rücken haben, nach links, wenn wir etwas auf der rechten Schulter tragen. Lebende Wesen können durch verschiedene Körperstellung die Lage des Schwerpunktes verändern. — Ein hängender Körper ist in Ruhe oder im Gleichgewicht, wenn sein Schwerpunkt senkrecht unter dem Aufhängepunkte liegt.

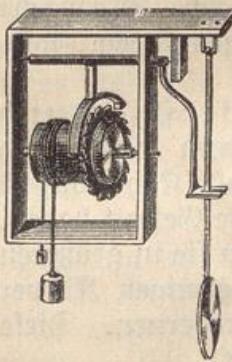
**2. Bleilot. Sezwage.** Ein an einem Faden hängendes Gewichtsstück heißt Lot oder Bleilot. Es dient zur Bestimmung der senkrechten Richtung und wird hauptsächlich von Bauhandwerkern benutzt. — Die Sezwage ist ein Brett von der Form eines gleichschenkligen Dreiecks, an dessen Spitze ein Lot befestigt ist. Die Spitze ist mit der Mitte der Grundlinie durch eine Rinne verbunden. Eine Fläche, auf der die Sezwage steht, ist wagerecht, wenn sich der Faden des Lots über der eingeschnittenen Linie befindet, schräg, wenn das nicht der Fall ist.

**3. Pendel.** Wird ein Lot aus seiner Ruhelage herausgehoben und dann losgelassen, so entsteht eine hin und her gehende Bewegung; denn die Schwerkraft bewegt den Körper nach dem tiefsten Punkte; dem Beharrungsvermögen zufolge aber kommt er hier nicht zur Ruhe. Man nennt das schwingende Lot Pendel. Gleich lange Pendel schwingen gleich schnell; je länger das Pendel ist, desto langsamer schwingt es. Man benutzt das Pendel, um die Bewegung der Uhr zu regeln. Ein Gewichtsstück oder eine elastische Feder bringt eine Welle zur Umdrehung, mit der mehrere Zahnräder in Verbindung stehen. In eins dieser Zahnräder greift der mit dem Pendel verbundene Anker so ein, daß es bei jeder Pendelschwingung nur um einen Zahn weiter rücken kann. Geht die Uhr zu langsam, so verkürzt man das Pendel; im andern Falle verlängert man dasselbe.

**4. Maß der mechanischen Arbeit.** Alle mechanische Arbeit besteht darin, Gegenstände zu bewegen. Die Arbeit ist um so größer, je schwerer die zu bewegende Last und je länger der Weg ist, den sie zurücklegen soll. Werden 50 kg 4 m gehoben, so ist die Arbeitsleistung 200 mal so groß, wie wenn 1 kg 1 m emporgehoben wird. Die Kraft, welche erforderlich ist, um 1 kg 1 m hoch zu heben, nennt man Meterkilogramm. Eine Kraftleistung von 75 Meterkilogramm in einer Sekunde heißt Pferdekraft.

**5. Maschinen.** Der Mensch vermag sich die mechanische Arbeit zu erleichtern, indem er die Richtung der Bewegung verändert oder Kraft oder Zeit spart. Alle Vorrichtungen, welche in dieser Weise wirken, nennt man Maschinen. Man unterscheidet einfache und zusammengesetzte Maschinen. Zu jenen gehören Hebel, Rollen, schiefe Ebenen, Keile und Schrauben.

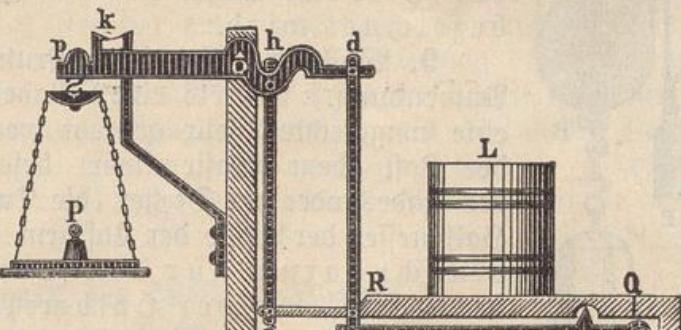
**6. Hebel.** Jede unbiegsame Stange, die sich um ihren Unterstüzungspunkt drehen läßt, nennt man einen Hebel. Das, was durch ihn bewegt werden soll, nennt man Last, und das, was die Bewegung veranlaßt, heißt Kraft. Der Punkt, in dem die Last wirkt, heißt Angriffspunkt der



Das Pendel.

Last, der, in welchem die Kraft wirkt, Angriffspunkt der Kraft. Den Teil vom Drehungspunkte bis zum Angriffspunkte der Last nennt man Lastarm, den vom Drehungspunkte bis zum Angriffspunkte der Kraft Kraftarm. — Liegt der Drehungspunkt am Ende, so ist der Hebel einarmig; liegt er zwischen den Angriffspunkten, so ist er zweiarmig. Der zweiarmige Hebel ist entweder gleicharmig oder ungleicharmig; bei dem einarmigen Hebel sind Kraftarm und Lastarm immer ungleich. — Hängt man an den Lastarm eines gleicharmigen Hebels ein Gewichtstück, so sinkt derselbe; die wagerechte Richtung wird aber wieder hergestellt, wenn ein gleich schweres Gewichtstück an den Kraftarm kommt. Der gleicharmige Hebel ist im Gleichgewicht, wenn Kraft und Last gleich sind. Man kann mit ihm keine Kraft sparen, sondern nur die Richtung der Bewegung ändern. — Bei einem zweiarmigen Hebel sei der Lastarm 1 m, der Kraftarm 2 m lang. Eine Last von 30 kg halten nun schon 15 kg das Gleichgewicht; wäre der Kraftarm 3 m lang, so genügte schon eine Kraft von 10 kg. Der ungleicharmige Hebel ist im Gleichgewicht, wenn die Multiplikation von Lastarm mit Last und von Kraftarm mit Kraft dieselbe Zahl ergibt. Man benutzt ihn darum, wenn man mit geringer Kraft schwere Lasten bewegen will, z. B. beim Heben eines großen Steines. Auch Zangen, Scheren, Pumpenschwengel, Türklinken sind ungleicharmige Hebel. — Einarmige Hebel finden beim Schubkarren, bei der Schneidelade, zuweilen auch als Hebebäume Anwendung. Für sie gilt dasselbe Gesetz wie für die zweiarmigen Hebel.

**7. Wagen.** Bei der gewöhnlichen Krämerwage ist der Wagebalzen ein zweiarmiger, gleicharmiger Hebel. Das Gewichtstück in der einen Schale muß darum ebenso schwer sein wie die Ware in der andern Schale. — Die Schnellwage ist eine Anwendung des ungleicharmigen Hebels. Die Last, welche gewogen werden soll, hängt an dem kurzen Arme; auf dem langen Arme läßt sich ein Gewichtstück hin und her bewegen. Je größer die Last ist, desto weiter muß das Gewichtstück von dem Drehungspunkte entfernt werden, wenn der Wagebalzen wagerecht stehen soll. — Die Brückewage ist eine aus mehreren Hebelen zusammengesetzte Einrichtung, mittels derer durch kleine Ge-



Die Brückewage.

wichtstücke große Lasten gewogen werden können. — Der Wagebalzen pd bildet zwei ungleicharmige Hebel, die ihren Drehpunkt bei o haben. Der Kraftarm ist beim Hebel ph 10 mal, beim Hebel pd 2 mal so lang wie der Lastarm. Die Last liegt auf der Brücke gRQ, die einen einarmigen Hebel mit dem Drehungspunkte über b bildet. Ist der Kraftarm desselben 4 mal so lang wie der Lastarm, so wirken 100 kg Last mit 25 kg auf den Punkt h, und diese werden durch 2,5 kg in der Wagenschale im Gleichgewicht gehalten. Die übrigen 75 kg der Last drücken auf den Punkt b des einarmigen Hebels ca, bei dem der Kraftarm 5 mal so lang ist wie

der Lastarm. Auf den Punkt d des Wagebalkens wirken also noch 15 kg, die durch 7,5 kg in der Wagschale im Gleichgewicht gehalten werden. Die Wagschale muß also  $2,5 + 7,5 = 10$  kg enthalten. Da bei der Wage, bei der die Hebeleinteilung auch eine andere sein kann,  $\frac{1}{10}$  vom Gewicht der Last in der Wagschale nötig ist, so nennt man sie auch Dezimalwage. — Bei der Zentesimalwage wird die Last durch  $\frac{1}{100}$  ihres Gewichts im Gleichgewicht gehalten.

**8. Rollen** sind kreisrunde Scheiben, welche sich um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Achse drehen lassen. Sie werden von einer sogenannten Schere gehalten. Man unterscheidet feste und bewegliche Rollen. Eine feste Rolle hat fast jeder Landwirt auf seinem Boden. Sie ist als gleicharmiger Hebel zu betrachten und ist also im Gleichgewicht, wenn Kraft und Last gleich sind. Durch die Anwendung der festen Rolle wird nur die Richtung der Bewegung verändert. — Die bewegliche Rolle gleicht einem einarmigen Hebel, dessen Kraftarm doppelt so lang ist wie der Lastarm. An ihr herrscht also Gleichgewicht, wenn die Kraft die Hälfte der Last beträgt. — Zum Emporziehen großer Lasten benutzt man den Flaschenzug. Dieser besteht aus zwei Flaschen, d. h. Scheren, die gleichviel Rollen enthalten. Die eine Schere hängt fest; die andere ist beweglich. An einem Haken der festen Flasche ist ein Seil befestigt, das abwechselnd um eine Rolle der beweglichen und der festen Flasche gelegt wird. Die Kraft wirkt an dem freien Seilende, die Last an der beweglichen Flasche. Die Last wird von so viel Seilstrecken getragen, als Rollen vorhanden sind. Man gebraucht darum als Kraft nur den Teil der Last, der durch die Zahl der Rollen bezeichnet wird.



**9. Wellrad.** Bei tiefen Brunnen findet oft das Wellrad Anwendung. Mittels eines Rades oder eines Drehers kann eine wagerechte Welle gedreht werden, an der ein Seil mit der Last (dem Wassereimer) befestigt ist. Der Halbmesser des Rades oder der Dreher (die Kurbel) ist der Kraftarm, der Halbmesser der Welle der Lastarm eines Hebels. Die Kraft braucht darum nur den sovielten Teil der Last zu betragen, als der Halbmesser der Welle in dem Halbmesser des Rades oder in der Kurbellänge enthalten ist.

**10. Schiefe Ebene.** Wir legen eine schwere Kugel auf ein wagerecht liegendes Brett. Sie ruht darauf. Heben wir das Brett an einem Ende ein wenig, so haben wir eine schiefe Ebene, und die Kugel rollt hinab. Diese kann aber mit leichter Mühe aufgehalten werden. Das Festhalten wird aber schwerer, wenn das Brett mehr geneigt wird. Die wagerechte Ebene trägt die Kugel ganz; die schiefe Ebene trägt einen Teil von ihr und zwar um so weniger, je mehr sie sich der senkrechten nähert. Man wendet sie darum an, wenn man schwere Lasten in die Höhe bringen oder vor zu schnellem Hinabfallen bewahren will. Schwere Fässer werden mit Hülfe einer Schrotleiter auf

den Wagen gebracht. Straßen legt man in Schlangenwindungen um den Berg. — Auch Schrauben und Keile sind Anwendungen der schiefen Ebene. Bei den Schrauben ist um so weniger Kraft nötig, je niedriger die Schraubengänge sind, bei den Keilen, je flacher sie sind.

**11. Zusammengesetzte Maschinen.** Zu vielen Arbeiten, z. B. zum Mahlen des Korns, zum Zersägen großer Holzblöcke oder zum Ausdreschen des Getreides, gebraucht man Maschinen, die aus mehreren einfachen Maschinen zusammengesetzt sind. Dabei unterscheidet man Arbeits-, Kraft- und Zwischenmaschinen. — In einer Sägemühle z. B. sollen große Holzblöcke zu Brettern zerschnitten werden. Diese Arbeit wird dadurch geleistet, daß sich Sägen hin und her oder im Kreise bewegen. Die Sägen sind darum Arbeitsmaschinen. Die bewegende Kraft wirkt aber gewöhnlich an einem Wasserrade. Steht dieses still, so bewegen sich auch die Sägen nicht. Das Wasserrad ist also eine Kraftmaschine. Die vielen andern Teile der Sägemühle sind Zwischenmaschinen. Sie dienen dazu, die Bewegung fortzuleiten oder ihre Richtung und Stärke zu ändern. Um die Welle des Wasserrades oder um ein Rad an derselben ist ein Treibringen gelegt, der die Bewegung auf ein entferntes anderes Rad überträgt. Die Bewegung wird langsamer, wenn dies zweite Rad größer ist als das erste, schneller, wenn es kleiner ist. — Räder, die aneinander stoßen, werden am Rande mit Zähnen versehen und dann Zahnräder genannt. Bei der Bewegung greifen die Zähne ineinander, und jeder Zahn des einen Rades treibt einen Zahn des andern fort. Hat das erste Rad 15, das zweite 5 Zähne, so macht dieses in derselben Zeit drei Umdrehungen, in der jenes sich einmal dreht. — Je weniger Zwischenmaschinen nötig sind, desto besser wird die Kraft ausgenutzt, da durch die Reibung der einzelnen Maschinenteile viel Kraft verloren geht.

**12. Goldene Regel der Mechanik.** Oft wird durch die Maschinen Kraft erspart. Bei einem Flaschenzuge mit 6 Rollen ist nur wenig über 1 Zentner Kraft nötig, um 6 Zentner emporzu ziehen, und mittels eines Hebels mit kurzem Lastarm und langem Kraftarm vermag ein Mann eine Last zu heben, die sonst fünf Männer nicht bewegen könnten. Dafür muß aber die Kraft einen weiteren Weg zurücklegen als die Last. Von allen Maschinen gilt die Regel: Was an Kraft gewonnen wird, geht am Wege oder an der Zeit verloren. Man nennt sie die goldene Regel der Mechanik.

### 3. Mechanik der flüssigen Körper.

**1. Zusammenhangskraft.** Da die Teilchen der flüssigen Körper nur eine geringe Zusammenhangskraft haben, so nimmt jede Flüssigkeit die Form des Behälters an, in dem sie sich befindet. Kleine Flüssigkeitsmengen jedoch bilden kugelförmige oder etwas abgeplattete Tropfen, wenn sie in der Luft schweben oder auf Körpern ruhen, die nicht benetzt werden. — Die Oberfläche einer großen Flüssigkeitsmenge ist kugelförmig gekrümmt, weil ihre Teilchen leicht verschiebbar sind und sie alle vom Mittelpunkte der Erde in gleicher Weise angezogen werden. Kleinere Teile dieser Oberfläche scheinen eine völlig wagerechte Ebene zu bilden.

**2. Fließen.** Auf einer schiefen Ebene kann das Wasser nicht ruhen. Es bewegt sich auf derselben abwärts, bis seine Oberfläche eine wagerechte Ebene bildet. Darum eilen alle Bäche und Flüsse in ihrem Bette abwärts.

bis sie das Meer erreicht haben. Je größer die Neigung des Bettes ist, desto schneller bewegt sich das Wasser fort und desto stärker ist die Kraft, die es allen Hindernissen gegenüber zeigt.

**3. Wasserräder.** Man benutzt die Kraft des fließenden Wassers zum Treiben der Wasserräder. Stößt nämlich das fließende Wasser gegen die Schaufeln eines Wasserrades, so bewegt sich dieses um seine Achse und setzt auch die mit ihm in Verbindung stehenden Maschinenteile in Bewegung. Ist das Gefälle stark genug, so leitet man das Wasser oben auf das mit Rästen versehene Rad oder auf die Mitte desselben und verstärkt dadurch die Wirkung, da dann auch die Schwere des Wassers mitwirkt. — Wegen der leichten Verschiebbarkeit ihrer Teile üben die Flüssigkeiten vermöge ihrer Schwere nicht nur nach unten, sondern auch nach den Seiten einen Druck aus, der mit der Tiefe zunimmt. Auf diesem Seitendruck beruht das Segnersche Wasserrad. Dieses besteht aus einem unten geschlossenen Behälter, die sich um eine senkrechte Achse drehen lässt. Unten hat er mehrere wagerecht gestellte Ausflußröhren, die alle an derselben Seite mit Öffnungen versehen sind. Wird Wasser in den Behälter gegossen, so fließt es aus den Öffnungen aus, und da hier der Seitendruck aufgehoben ist, so bewegt sich der Behälter mit den Röhren in entgegengesetzter Richtung um seine Achse. Das Segnersche Wasserrad findet zuweilen in den Turbinen oder den wagerechten Wasserrädern Anwendung; jedoch werden die meisten Turbinen durch den Stoß des fließenden Wassers getrieben.

**4. Verbundene Röhren.** Röhren, die so miteinander verbunden sind, daß die Flüssigkeit von der einen in die andere gelangen kann, heißen verbundene Röhren. In verbundenen Röhren oder Gefäßen steht die Flüssigkeit gleich hoch. Dieses Gesetz findet Anwendung in der Kanalwage. Dieselbe ist eine wagerecht auf einem Gestell befestigte Blechröhre, welche an ihren zwei Enden aufrecht stehende Glassröhren trägt. Eine gefärbte Flüssigkeit füllt die wagerechte Röhre und auch einen Teil der beiden Glaszylinde. Man benutzt die Kanalwage, um die Neigung einer Bodenfläche zu bestimmen. Über die Oberflächen der beiden Flüssigkeitssäulen hinweg sieht man nach einem in einiger Entfernung auf die Erde gestellten Stabe, an dem ein bewegliches Brettchen so hoch gestellt wird, bis es mit der Oberfläche der Flüssigkeit in einer Ebene liegt. Jetzt kann man an dem Stabe abmessen, wieviel der Höhenunterschied zwischen den beiden Stellen beträgt.

**5. Springbrunnen.** Das eine Ende eines Gummischlauches schiebt man auf einen Trichter, das andere auf eine Glasröhre mit enger Öffnung. Wenn man nun den hochgehaltenen Trichter mit Wasser füllt und die Öffnung der Röhre nach oben kehrt, so fließt aus derselben das Wasser nicht nur aus, sondern es springt eine ziemliche Strecke empor. In ähnlicher Weise wird bei jedem Springbrunnen das Wasser aus einem hochgelegenen Behälter in die Ausflußröhre geleitet. Je höher der Behälter liegt, desto höher steigt der Wasserstrahl empor. Die Höhe des Wasserbehälters erreicht er aber nicht, da ihn die Reibung an der Röhre, das herabfallende Wasser und der Widerstand der Luft zurückhalten.

**6. Wasserleitung.** Auch die Wasserleitungen sind Anwendungen der verbundenen Röhren. Aus hochgelegenen Quellen leitet man das Wasser mittels starker Röhren zunächst in einen großen Wasserbehälter, der ge-

wöhnlich auf einer Anhöhe, aber tiefer als die Quellen liegt. Von dort fließt das Wasser durch größere und kleinere Röhren in die einzelnen Straßen und Häuser eines Ortes. Liegt der Ort viel tiefer als der Wasserbehälter, so kann man auf jeder Stelle desselben einen Springbrunnen anlegen oder das Wasser bei einer Feuersbrunst ohne Anwendung einer Druckpumpe bis an die höchsten Hausräume leiten. — Wo hochgelegene Quellen fehlen, da bedarf es oft großer Pumpwerke zur Hebung und besonderer Vorrichtungen zur Reinigung des Wassers.

**7. Wasserwellen.** Wird ein Stein ins Wasser geworfen, so wird das Gleichgewicht auf der Wasserfläche gestört. Es entsteht eine Vertiefung und um dieselbe eine kreisförmige Erhöhung. Man nennt die Vertiefung Wellental, die Erhöhung Wellenberg; beide zusammen bilden eine Welle. Die Wellen breiten sich nach allen Richtungen aus; um den Mittelpunkt entstehen mehrere Wellenkreise, die aber immer flacher werden. Erst nach einer beträchtlichen Zeit kommt die Wasserfläche wieder zur Ruhe. Bei der Wellenbewegung scheinen die Wasserteilchen vom Mittelpunkte nach den Seiten fortzufließen. In Wirklichkeit findet aber nur eine Auf- und Abwärtsbewegung derselben statt, wie man das an einem schwimmenden Holzstückchen beobachten kann. Die durch den Wind gebildeten Wellen sind nicht kreisförmig, sondern langgestreckt.

**8. Schwimmen.** Die leichte Verschiebbarkeit der Wasserteilchen hat zur Folge, daß alle Gegenstände im Wasser auf den Grund sinken, die ein höheres spezifisches Gewicht haben als das Wasser. Alle leichteren Körper aber schwimmen; denn sie vermögen nur so viel Wasser zu verdrängen, als ihnen an Gewicht gleichkommt. Ein Kork sinkt nur etwa mit dem vierten Teile seines Raumes ins Wasser ein, da er ungefähr viermal so leicht ist wie dieses. Der menschliche Körper ist um ein wenig schwerer als die Wassermenge, die er verdrängt, taucht darum völlig unter, wenn dies nicht durch Schwimbewegungen verhindert wird. — Blech ist zwar schwerer als Wasser; trotzdem sinkt ein Blechfaß nicht unter, er vermag sogar noch eine Menge Sand zu tragen. Nimmt er einen Raum von 1 edm ein, so darf er mit Inhalt fast 1000 g wiegen, ehe er niedersinkt. — Ein Schiff muß untergehen, wenn es mit der Last mehr wiegt als das Wasser, welches es verdrängt.

**9. Libelle oder Wasserwage.** Ist ein verschlossenes Gefäß bis auf einen kleinen Raum mit einer Flüssigkeit angefüllt, so wird der anscheinend leere Raum, der aber mit Luft angefüllt ist, stets die höchste Stelle im Gefäße einnehmen, da Luft leichter ist als Wasser. Hierauf beruht die Wasserwage oder Libelle, die von Bauhandwerkern viel benutzt wird. Dieselbe besteht aus einem Richtscheit und einer schwach gebogenen, bis auf einen kleinen Raum mit einer Flüssigkeit gefüllten Röhre. Diese ist so auf dem Richtscheit befestigt, daß die Luftblase sich genau in der Mitte befindet, wenn die Libelle auf einer wagerechten Fläche ruht.

**10. Haarröhrchenanziehung.** Taucht man ein Stück Glas ins Wasser, so wird es feucht. Wie Mehl und Staub von andern Körpern festgehalten wird, so üben diese auch auf das Wasser eine Anziehungs Kraft aus. In einem weiten Gefäße steht darum das Wasser am Rande etwas höher als in der Mitte. Taucht man aber eine enge Gläsröhre in ein Gefäß mit Wasser, so steigt in ihr das Wasser über den Flüssigkeitsspiegel hinaus empor, da sich die Ränder in der Anziehung des Wassers gegenseitig unterstützen.

Man nennt die engen Röhren Haarröhrchen und die Anziehung in denselben Haarröhrchenanziehung. Folgen derselben sind z. B. das Emporsteigen der Feuchtigkeit in den Wänden, des Kaffees im Zucker, des Wassers im Schwamme und des Petroleum im Dochte.

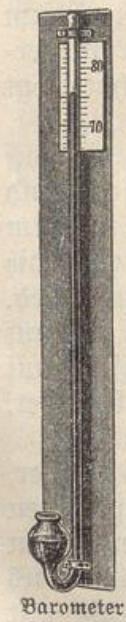
#### 4. Mechanik der luftförmigen Körper.

**1. Räumlichkeit.** Halten wir ein Glas mit dem offenen Ende auß Wasser und tauchen es dann unter, so dringt nur wenig Wasser hinein. Die Luft nimmt also wie jeder andere Körper einen Raum ein; doch lässt sich eine bestimmte Luftmenge auf einen Bruchteil ihres gewöhnlichen Raumes zusammenpressen; andererseits füllt sie einen grösseren Raum vollständig aus, indem sie sich so lange ausdehnt, bis sie in dem ganzen Raum gleichmäig verteilt ist.

**2. Taucherglocke.** Auf der Räumlichkeit der Luft beruht die Einrichtung der Taucherglocke. Diese ist ein starker, eiserner Kasten, der unten offen und im Innern mit Bänken für den Taucher versehen ist. Sie wird an starken Ketten ins Wasser hinabgelassen, während von oben her frische Luft hineingepumpt wird. Der Taucher kann beliebig lange auf dem Grunde des Wassers verweilen und dort nach wertvollen Gegenständen suchen. Damit er sich auch außerhalb der Glocke bewegen kann, trägt er einen Taucheranzug, der vollständig wasserdicht ist und von oben her ebenfalls frische Luft bekommt.

**3. Luftdruck.** Bedeckt man ein mit Wasser gefülltes Glas mit einem Stucchen Papier und hält dann das offene Ende nach unten, so fließt kein Wasser heraus. Das Wasser wird also von der Luft getragen. Auch die luftförmigen Körper werden nämlich von der Erde angezogen und haben ein Gewicht. Weil die Teilchen der Luft außerordentlich leicht verschiebbar sind, so übt die Luft ebenso wie das Wasser ihren Druck nicht nur nach unten, sondern auch nach den Seiten und nach oben aus. Gewöhnlich

spüren wir aber von dem Luftdruck nichts, da er von allen Seiten und auch in uns in gleicher Stärke wirkt. Wirksam wird der Luftdruck dann, wenn er an einer Seite ganz oder teilweise aufgehoben wird. Saugen wir aus einem ins Wasser gehaltenen Röhrchen die Luft aus, so steigt das Wasser in ihm empor. Der einseitige Luftdruck vermag eine etwa 10 m hohe Wassersäule oder eine ungefähr 760 mm hohe Quecksilbersäule zu tragen. Er ist aber nicht an allen Orten und nicht zu allen Zeiten gleich. Am Meere ist er stärker als auf einem hohen Berge. Bei feuchter und warmer Witterung ist er geringer als bei trockner und kalter.



**4. Barometer.** Zur Messung des Luftdrucks benutzt man das Barometer. Man unterscheidet Gefäß- und Metallbarometer. Der Hauptteil des ersten ist eine etwa 800 mm lange Glasröhre, die unten umgebogen und mit einem kugelförmigen, oben offenen Gefäße verbunden ist. Die Röhre ist auf einem Brettchen befestigt, das oben eine Gradeinteilung hat. Das Gefäß und die Röhre sind teilweise mit Quecksilber gefüllt, und über demselben ist ein luftleerer Raum. Das Quecksilber wird von der Luft getragen und steigt in der Röhre, wenn der Luftdruck sich erhöht, sinkt aber, wenn er geringer wird. Das Metallbarometer

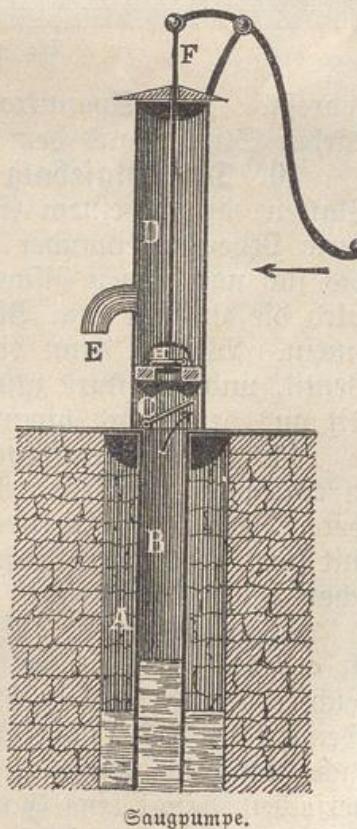
ist eine dünnwandige, luftleere Metalldose, deren obere Wand sich bei starkem Luftdruck senkt, bei schwächerem aber emporsteigt. Durch dieses Heben und Senken wird ein Zeiger bewegt, der also den schwächeren oder stärkeren Luftdruck anzeigt. Man benutzt das Barometer zu Höhenmessungen und als Wetterglas. Bei steigendem Barometer erwartet man schönes, bei sinkendem unbeständiges und schlechtes Wetter. Ein sicherer Schluss auf die Witterung kann indes aus dem Barometerstande nicht gezogen werden, da die Witterung vom Luftdruck allein nicht abhängig ist.

**5. Stechheber.** Den einseitigen Luftdruck nimmt der Mensch in mannigfacher Weise in seinen Dienst. Um eine Flüssigkeitsprobe aus einem Gefäß zu heben, benutzt er den Stechheber. Dieser ist eine oben und unten offene Glasröhre, die in der Mitte bauchig erweitert ist. Der Heber wird durch das Spundloch gesteckt, durch Saugen oder dieses Eintauchen teilweise gefüllt, dann oben mit einem Finger verschlossen und emporgezogen. Die Flüssigkeit wird durch den einseitigen Luftdruck so lange getragen, bis man den Finger emporhebt.

**6. Saugheber.** Will man eine Flüssigkeit aus einem Gefäß über den Rand desselben hinaus in ein tiefer liegendes Gefäß leiten, so wendet man den Saugheber an. Derselbe ist eine gebogene Röhre mit ungleich langen Schenkeln. Den kürzeren Arm taucht man in die Flüssigkeit, worauf man den ganzen Heber durch Saugen mit der Flüssigkeit füllt. Diese fließt nun aus dem längeren Schenkel in einem ununterbrochenen Strahle aus, solange der Wasserspiegel höher steht als die äußere Öffnung. — Wären die Schenkel des Hebers gleich lang, so würden die zwei Flüssigkeitssäulen durch den Luftdruck getragen werden, der an den beiden Enden der Röhre gleich ist. Da das nicht der Fall ist, so muß ein Ausfluss nach der Seite hin erfolgen, wo die längere Wasser säule ist.

**7. Saugpumpe.** Der Hauptteil der Saugpumpe ist das Pumpenrohr, das ins Wasser hinabreicht. In demselben befindet sich das Saugventil (C), eine Klappe, die sich nur nach oben öffnet. Über demselben läßt sich ein dicht anschließender Kolben auf und ab bewegen. Dieser ist durchbohrt und hat ebenfalls ein Ventil (H), das sich nur nach oben öffnet. Bewegt man den Kolben nach oben, so entsteht unter ihm ein Raum mit verdünnter Luft; das Saugventil öffnet sich, und es tritt Wasser über dasselbe. Wird dann der Kolben abwärts bewegt, so schließt sich das Saugventil, während sich das Kolbenventil öffnet. Das Wasser kommt über den Kolben und fließt bei einem der folgenden Kolbenhube aus dem Abflußrohre (E) ab.

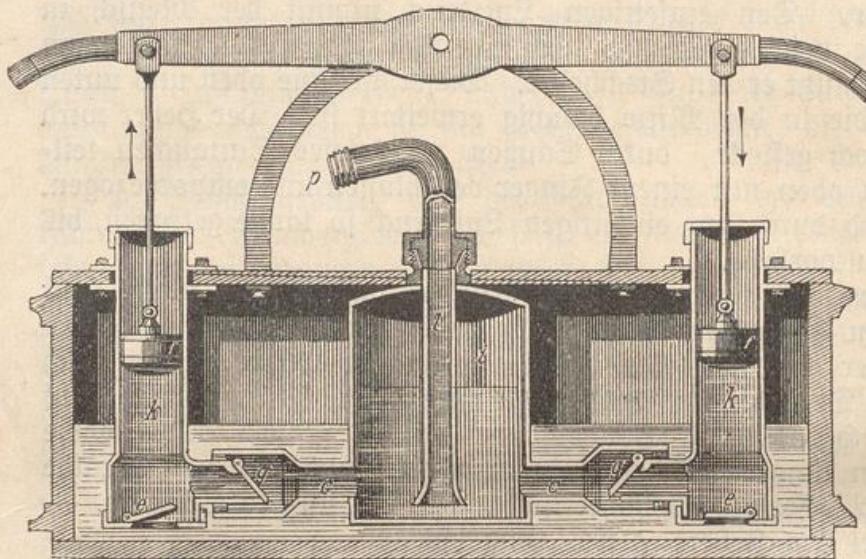
**8. Die Druckpumpe** hat ein Pumpenrohr und ein Saugventil wie die Saugpumpe. Ihr Kolben ist aber nicht durchbohrt, läßt also kein Wasser durch. Dafür schließt sich an das Pumpenrohr ein Steigerrohr an, das am Eingange mit einem nach oben sich öffnenden Ventile versehen ist.



Dieses öffnet sich, wenn der Kolben abwärts bewegt wird, und ermöglicht ein Hinaufsteigen des Wassers im Steigerohre. Bei jedem Kolbendrucke steigt das Wasser höher, bis es abfließen kann.

**9. Die Feuersprize.** Wird in einer Knallbüchse der hintere Pfropfen dem vorderen genähert, so wird dieser zuletzt mit einem Knall fortgeschleudert. Durch die Zusammenpressung der Luft wird also die Spannkraft derselben erhöht. Diese erhöhte Spannkraft findet bei der Feuersprize Anwendung. Die Hauptteile derselben sind zwei

Druckpumpen (k) und der zwischen denselben befindliche Windkessel (i). In diesen reicht eine mit dem Schlauch verbundene Röhre (p) ziemlich tief hinab. Durch die Druckpumpen wird Wasser in den Windkessel gebracht und die in demselben befindliche, durch das Wasser abgesperte Luft zusammen-



Die Feuersprze.

gepreßt. Die Spannkraft der Luft treibt dann das Wasser in einem starken Strahle aus dem Schlauche hinaus.

**10. Der Blasebalg** besteht in seiner einfachsten Gestalt aus zwei Platten, die an einem Ende in eine Röhre auslaufen und im übrigen durch Leder miteinander verbunden sind. Die eine Platte hat ein Ventil, das sich nach innen öffnet. — Entfernt man die Platten voneinander, so wird die Luft in dem Blasebalg verdünnt, und es strömt von außen Luft hinein. Werden dann die Platten einander genähert, so schließt sich das Ventil, und die stark zusammengepreßte Luft wird mit großer Schnelligkeit aus der Röhre hinausgetrieben.

**11. Die Luftpumpe** ist eine Pumpe, mittels welcher man die Luft in einem abgeschlossenen Raum verdünnen kann. Einen vollständig luftleeren Raum kann man aber durch sie nicht herstellen. In einem Raum mit stark verdünnter Luft tönt eine Klingel nur schwach und kocht Wasser schon bei geringer Hitze.

**12. Luftballon.** Wie im Wasser jeder Körper emporsteigt, der leichter ist als dasselbe, so muß auch jeder Körper in der Luft emporsteigen, der leichter ist als die durch ihn verdrängte Luft. Je geringer sein spezifisches Gewicht ist, desto höher steigt er empor. — Der Luftballon ist der Hauptsache nach eine Hohlkugel aus leichtem, aber luftdichtem Stoffe. Unter derselben hängt eine Gondel, welche den Luftschiffer, seine Gerätschaften und den Ballast aufnehmen soll. Den Ballon füllt man meist mit einer leichten Luftart, um ihm ein möglichst geringes spezifisches Gewicht zu geben. Wird er dann losgelassen, so steigt er samt der Gondel empor.

## II. Der Schall.

**1. Entstehung des Schalles.** Wenn man eine Geigensaite mit dem Bogen streicht, so wird sie in Schwingungen versetzt und erzeugt einen Ton, den wir durch das Gehör wahrnehmen. Der Ton entsteht also durch die Schwingungen der Saite. So entsteht jeder Schall durch Schwingungen von festen, flüssigen oder luftförmigen Körpern. Bei einer tönenden Saite, Stimmgabel oder Glocke kann man die Schwingungen sehen und fühlen; meistens aber sind die Schwingungen mit dem Auge nicht wahrnehmbar. Ein Knall ist eine einmalige heftige Erschütterung der Luft. Geräusch oder Lärm entsteht durch eine Menge verschiedener Schallschwingungen. Ein Ton entsteht durch gleichmäßige Schwingungen.

**2. Fortpflanzung des Schalles.** Die Schwingungen eines tönenden Körpers teilen sich der umgebenden Luft mit und versezen dieselbe ebenfalls in Schwingung. Die Luftschnüre pflanzen sich nach allen Seiten hin fort, wie die Wellen des Wassers auf seiner Oberfläche. Man nennt die Luftschnüre daher auch Luftwellen oder Schallwellen. Je trockner und dichter die Luft ist, desto besser leitet sie den Schall fort. Aber auch durch feste und flüssige Körper wird der Schall fortgepflanzt. Legt man eine Taschenuhr auf einen langen Tisch, so hört man das Ticken derselben, wenn man das Ohr auf die Platte legt, auch da, wo man es in der Luft nicht mehr hört. Im Freien kann man den Hufschlag weit entfernter Pferde wahrnehmen, wenn man das Ohr auf den Boden legt. Fische kommen auf ein Glockenzeichen ans Ufer zur Fütterung, und Taucher vernehmen im Wasser die Stimmen der Menschen.

**3. Geschwindigkeit des Schalles.** Wenn in weiterer Entfernung von uns ein Schuß abgefeuert wird, so hören wir den Knall desselben viel später, als wir den Rauch sehen. Der Schall gebraucht also mehr Zeit, um bis zu uns zu gelangen als das Licht. Der Schall pflanzt sich in einer Sekunde etwa 333 m weit fort, während das Licht in derselben Zeit 300 000 km zurücklegt. Bei kleineren Entfernungen können wir sagen, daß wir den Lichtstrahl zu derselben Zeit sehen, in der er ausgeht. Liegt nun zwischen dem Sehen des Rauches und dem Hören des Knalles eine Zeit von 3 Sekunden, so ist der Schuß 1 km weit von uns abgefeuert. Aus der Zeit, welche zwischen Blitz und Donner verstreicht, kann man daher die Entfernung des Gewitters berechnen.

**4. Leitung des Schalles.** Man kann die Schallwellen durch Röhre in eine bestimmte Richtung oder an bestimmte Orte leiten. In Gasthäusern findet man Schallrohre, welche von den Gastzimmern in die Küche geleitet und an den Enden mit Mundstücken versehen sind. Durch sie hindurch kann man sich leicht Mitteilungen zurufern, da das Rohr die Schallwellen zusammenhält und fortleitet. Seefahrer unterhalten sich im Vorüberfahren miteinander von Schiff zu Schiff durch das Sprachrohr. Dieses ist etwa 2 m lang, am vorderen Ende mit einem Mundstück, am andern mit einer trichterförmigen Öffnung versehen. Es gibt den hineingesprochenen Schallwellen eine bestimmte Richtung, die sie weiterhin beibehalten. Das Hörrohr besteht aus einer Röhre mit einer trichterförmigen Öffnung, in die gesprochen wird. Es wird besonders von Schwerhörigen zum Auffangen der Schallwellen benutzt.

**5. Zurückwerfung des Schalles.** Ruft man gegen eine etwas ent-

fernte Bergwand, einen Waldrand oder ein Haus, so hört man unmittelbar darauf die letzten Silben noch einmal; sie scheinen zurückgerufen zu werden. Man nennt diese Erscheinung den Widerhall oder das Echo. Die Ursache des Widerhalles ist die Zurückwerfung der Schallwellen. Wie ein Gummiball von der Wand und die Wasserwellen vom Ufer, so werden die Schallwellen der Luft von großen Flächen zurückgeworfen. — Das Sprechen einer Silbe dauert  $\frac{1}{10}$  Sekunde; in dieser Zeit legt der Schall eine Strecke von 34 m zurück. Da der zurückgeworfene Schall denselben Weg zweimal macht, so ist die zurückwesende Fläche mindestens 17 m entfernt, wenn man eine Silbe als Widerhall hört. Ist die Entfernung geringer, so trifft der Widerhall mit dem Schall zusammen; auf diese Weise entsteht der Nachhall, den man häufig in Kirchen wahrnimmt. Wenn der Schall von mehreren Flächen nacheinander zurückgeworfen wird, so entsteht ein mehrfaches Echo. Bei der Röckstrappe hat man ein siebenfaches, bei der Lorelei ein siebzehnfaches Echo.

**6. Der Ton.** Die Geigenseite gibt, solange sie nicht verändert wird, stets denselben Ton; ihre Schwingungen sind dann immer gleich schnell. Verkürzt man sie aber durch Niederdrücken auf das Griffbrett, so entsteht ein höherer Ton. Dasselbe ist der Fall, wenn sie straffer gespannt wird. Jeder Ton hat eine bestimmte Schwingungszahl, die hohen Töne haben eine hohe, die tiefen eine niedrige Schwingungszahl. In einer Weidenflöte wird die Luft dadurch in Schwingung versetzt, daß man in die Flöte bläst. In einer kleinen Mundharmonika dagegen werden die kleinen Metallzungen, welche auf den Luftpöhern liegen, durch die durchgeblasene Luft zum Schwingen und zum Tönen gebracht.

### III. Die Wärme.

**1. Erregung der Wärme.** a. Wenn man eine Stricknadel mit einem Stückchen Zeug reibt, so wird sie warm. Durch die Reibung wird also Wärme erzeugt. Dasselbe beobachten wir an Sägen und Bohrern, wenn sie gerade gebraucht worden sind. Wenn man ein Streichholz entzünden will, so reibt man den Zündstoff an der Reibfläche. Die durch die Reibung entstandene Wärme bringt den Zündstoff zum Brennen. Wilde Völker erzeugen dadurch Feuer, daß sie einen Holzstab auf einem Holzklotz schnell in Umdrehung setzen. Der Stab reibt sich auf dem Klotz und entzündet sich. Schlägt man eine Bleikugel mit dem Hammer platt, so wird sie warm. Die eisernen Radreifen eines Lastwagens werden durch den Druck erwärmt, ebenso die Pflastersteine, über welche er hinweggefahren ist. Durch Reibung, Schlag und Druck wird also Wärme erzeugt. b. Wenn der Maurer Kalk löschen will, so begießt er den gebrannten Kalk mit Wasser. Das Wasser verbindet sich mit dem Kalk und bildet mit ihm einen neuen Körper mit neuen Eigenschaften. Diesen Vorgang nennt man einen chemischen Vorgang. Dabei wird Wärme erzeugt, die einen Teil des Wassers in Dampf verwandelt. Auch die Verbrennung ist ein chemischer Vorgang. Der Sauerstoff der Luft verbindet sich mit dem Kohlenstoff der Steinkohle, des Holzes oder des Petroleum und bildet einen neuen, gasförmigen Körper. Dabei wird ebenfalls Wärme erzeugt. Durch einen ähnlichen Vorgang entsteht auch unsere Körperwärme. Der Sauerstoff der Luft, der mit der Atemluft in die Lunge gelangt ist, ver-

bindet sich mit dem Kohlenstoff der Gewebe zu Kohlensäure, welche ausgetmet wird. Wärme wird also durch chemische Vorgänge erzeugt.  
c. Durch den Blitz werden oftmals brennbare Stoffe entzündet und Metalle geschmolzen. In den elektrischen Glühlampen wird ein feiner Draht zum Glühen und dadurch zum Leuchten gebracht. Durch die Elektrizität wird also auch Wärme erzeugt. d. Die Hauptquelle der Wärme für die Erde bildet die Sonne, die mit ihren Strahlen Licht und Wärme spendet.

**2. Leitung der Wärme.** Hält man das eine Ende eines Strickstocks in eine Flamme, so wird auch das andere Ende bald so erhitzt sein, daß man es mit bloßen Fingern nicht mehr halten kann. Die Wärme der Flamme ist dem Eisen mitgeteilt und von dem einen Ende desselben zum andern geleitet. Einen Holzstab kann man lange in eine Flamme halten, ohne daß er an seinem andern Ende bedeutend erwärmt wird. Es gibt demnach gute und schlechte Wärmeleiter. Die Metalle sind gute Wärmeleiter; Holz, Papier, Stroh, Wolle, Haare, Federn, Wasser und Luft sind schlechte Wärmeleiter. Manche Stoffe, wie Steine und Glas, sind Halbleiter. Gute Wärmeleiterwendet man an, wenn man Wärme schnell verbreiten will, wie beim Heizen und Kochen. Schlechte Wärmeleiter benutzt man, um die Zuleitung und die Ableitung der Wärme zu hindern. Heiße Ofentüren faßt man mit Zeug an. Wasserrohre und Pumpen umwickelt man mit Stroh. Unsere Kleidung besteht aus schlechten Wärmeleitern, aus Wolle, Stroh, Leinen u. s. w. Sie erzeugt keine Wärme, sondern hindert nur die Ausströmung der Körperwärme.

**3. Strahlung der Wärme.** Die Wärme der Sonne gelangt zur Erde durch Strahlung. Die Sonnenstrahlen, sowohl die Licht- als auch die Wärmestrahlen, pflanzen sich in gerader Richtung fort; im Schatten ist es kühl, weil die Sonnenstrahlen uns dort nicht treffen können. Auch das Feuer, der Ofen und alle erwärmten Gegenstände strahlen Wärme aus. Wir schützen uns vor der strahlenden Ofenhitze durch den Ofenschirm. In wolkenlosen Nächten strahlt die Wärme des Erdbodens und der Luft in den Raum hinaus; daher sind solche Nächte im Sommer kühl, im Winter sehr kalt. Bei bedecktem Himmel ist es in der Regel milde.

**4. Wirkungen der Wärme.** Die Wärme übt zwei Wirkungen auf die Körper aus; erstens dehnt sie die Körper aus, und zweitens verändert sie die Zustandsformen der Körper. Diese Wirkungen sind von großer Bedeutung für die Natur und für das Leben des Menschen.

**5. Ausdehnung der Körper.** Erwärmst man eine Metallkugel, welche im kalten Zustande genau durch einen Ring hindurchgeht, so bleibt sie in demselben stecken. Sie ist durch die Wärme ausgedehnt und nimmt nun einen größeren Raum ein als vorher. Erst wenn sie wieder erkaltet ist, läßt sie sich wieder hindurchschieben. Eisenbahnschienen stoßen mit ihren Enden im Winter nicht aneinander. Der Boden eines Trinkglases springt ab, wenn man es auf den heißen Ofen stellt. Erwärmung der Körper hat Ausdehnung derselben zur Folge; bei Abkühlung ziehen sie sich zusammen. Nach diesem Gesetz versfährt der Schmied, wenn er den Reifen im heißen Zustande um das Rad legt. Auch flüssige und luftförmige Körper werden durch die Wärme ausgedehnt. — Eine Ausnahme von dieser Regel macht das Wasser. Es zieht sich bei der Abkühlung auch zusammen, aber nur, bis es eine Wärme von  $4^{\circ}$  C. erreicht hat. Wird es noch weiter abgekühlt, so dehnt es sich wieder aus. Bei  $4^{\circ}$  hat es

also seine größte Dichtigkeit und sein größtes spezifisches Gewicht erreicht. Wasser, welches wärmer oder kälter ist als  $4^{\circ}$ , ist leichter; daher ist auch Eis leichter als Wasser von 1 bis 7 Grad. Dies ist von großer Bedeutung in der Natur. Eine Folge jenes Umstandes ist es, daß das Eis nicht untersinkt und Teiche und Flüsse im Winter nicht ganz ausfrieren, daß daher auch die Pflanzen und Tiere des Wassers nicht durch das Eis vernichtet werden. Weil Eis einen größeren Raum einnimmt als Wasser, so springen Gefäße leicht, in denen Wasser gefriert. Wasser, welches in Fugen von Felsen gedrungen ist, sprengt beim Gefrieren Stücke davon ab und befördert auf diese Weise die Verwitterung. (Sprengung von Felsen.)

**6. Das Thermometer** oder der Wärmemesser beruht auf der Ausdehnung der Körper durch die Wärme. Es besteht aus einer Glasröhre, welche unten zu einer Hohlkugel erweitert und oben verschlossen ist. Die Kugel ist mit Quecksilber angefüllt; über demselben befindet sich ein luftleerer Raum. Neben der Glasröhre, welche meistens auf einem Brett befestigt ist, ist eine Gradeinteilung angebracht. In derselben sind zwei Punkte von Wichtigkeit, der Gefrierpunkt und der Siedepunkt. Auf dem Gefrierpunkte steht das Quecksilber, wenn man es in gefrierendes Wasser oder in schmelzenden Schnee steckt, auf dem Siedepunkte, wenn es sich im Kochenden Wasser befindet (und der Luftdruck 760 mm beträgt). Den Raum zwischen Gefrier- und Siedepunkt teilte der französische Gelehrte Réaumur (reomühr) in 80, der schwedische Gelehrte Celsius in 100 gleiche Teile oder Grade ein. ( $4^{\circ}$  R. =  $5^{\circ}$  C.) Den Gefrierpunkt nennt man auch Nullpunkt; von ihm aus zählt man nach oben Wärmegrade (+), nach unten Kältegrade (-). Bei  $-40^{\circ}$  wird das Quecksilber fest.

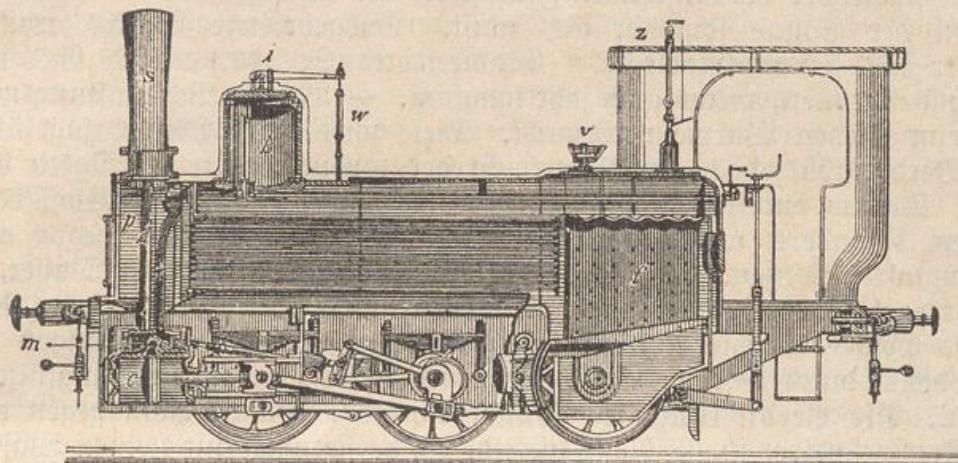
**7. Änderung der Zustandsformen der Körper.** Eis schmilzt bei einem niedrigen Wärmegrade; die Metalle schmelzen in großer Hitze. Durch die Wärme werden also feste Körper in flüssige verwandelt. In einer Hitze von  $100^{\circ}$  C. wird Wasser zu Dampf; auch andere Stoffe verdampfen bei hohen Hitzegraden. Flüssige Körper werden durch die Wärme in luftförmige verwandelt. Die Wärme ändert also die Zustandsformen der Körper.

**8. Das Kochen oder Sieden des Wassers.** Wenn wir eine Kochflasche mit Wasser über eine Flamme bringen, so daß die Flamme nur den mittleren Teil des Bodens erwärmt, so sehen wir bald kleine Blasen vom Boden der Flasche aufsteigen. Es sind Luftblasen, welche durch die Wärme ausgedehnt und zum Emporsteigen genötigt werden. Bald darauf steigen größere Blasen auf, welche aus Wasserdampf bestehen und in den oberen, noch kälteren Wasserschichten wieder vergehen. Sie bewirken das sogenannte „Singen“ des Wassers. Je mehr das Wasser erhitzt wird, desto mehr und desto größere Blasen steigen vom Boden des Gefäßes auf. Sie rufen in der Mitte desselben eine aufwärts steigende Bewegung des Wassers hervor, welche eine Abwärtsströmung rings an den Seiten zur Folge hat. Jetzt kocht oder siedet das Wasser, d. h. es ist bis zum höchsten Grade erhitzt und verwandelt sich fortwährend in Dampf. Auf einen höhern Grad kann Wasser unter gewöhnlichen Umständen nicht erhitzt werden. Die Wärme, welche das Wasser noch weiterhin aufnimmt, wird zur Überführung des Wassers in Dampfform verwendet.

**9. Die Dampfkraft.** Der Wasserdampf nimmt einen 1700 mal größeren Raum ein als das Wasser, aus dem er entstanden ist. Wird der Dampf in einen engen Raum zusammengepreßt, so hat er das Bestreben, sich aus-

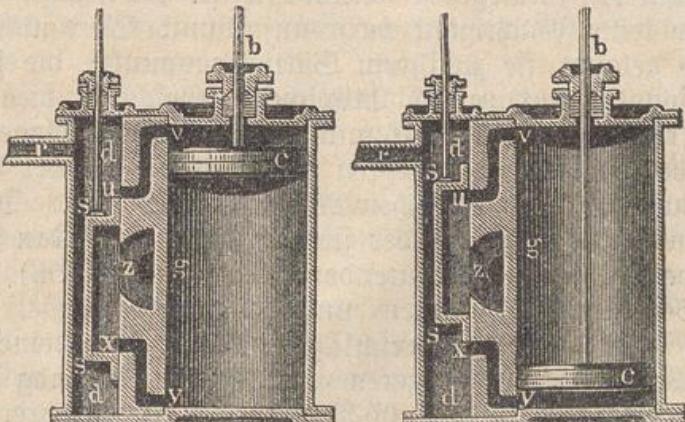
zudehnen. Die Kraft des Dampfes, sich auszudehnen, nennt man die Spannkraft des Dampfes. Den Deckel des Kessels hebt der Dampf empor; den Kork, der die Flasche verschließt, schleudert er fort. Auf dieser Kraft des Dampfes beruht die Einrichtung der Dampfmaschine.

**10. Die Hauptteile der Dampfmaschine** (der Lokomotive) sind der Dampfkessel, der Dampfzylinder (c) mit dem Kolben und die Steuerung (m). Der Dampfkessel ist zum Teil mit Wasser gefüllt, welches durch Feuer in Dampf verwandelt wird. Der Feuerraum (f) befindet sich hinter und unter dem



Die Lokomotive.

Kessel; die Erhitzung des Wassers wird dadurch befördert, daß der Kessel von vielen Röhren durchzogen wird, durch welche die erhitzte Luft und der Rauch des Feuers zum Schornstein zieht. Der Wasserdampf sammelt sich in dem Dampfdom (k) und wird von hier zu den beiden Dampfzylindern geleitet (r), welche vorn zu beiden Seiten des Kessels liegen. In jedem Zylinder befindet sich ein Kolben (Fig. unten c), welcher hin und her bewegt werden kann. An der Seite des Zylinders liegt die Steuerung. Sie besteht aus einer kleinen Kammer (d) und einem Schieber (s). Von der Kammer gehen zwei Kanäle in den Zylinder, der eine (x y) mündet vor, der andere (u v) hinter dem Kolben. Der Schieber verdeckt abwechselnd die Öffnungen der beiden Kanäle und bewirkt dadurch, daß der Dampf bald vor, bald hinter dem Kolben gelangt. Strömt der Dampf in den Raum vor dem Kolben (Abbildung. rechts), so wird der Kolben durch die Spannkraft des Dampfes nach hinten geschoben. Strömt der Dampf in den Raum hinter dem Kolben (Abbildung. links), so wird er nach vorn geschoben, während der vor dem Kolben befindliche Dampf durch eine Öffnung (z) ins Freie entweicht. Die Be-



Steuerung.

wird der Kolben durch die Spannkraft des Dampfes nach hinten geschoben. Strömt der Dampf in den Raum hinter dem Kolben (Abbildung. links), so wird er nach vorn geschoben, während der vor dem Kolben befindliche Dampf durch eine Öffnung (z) ins Freie entweicht. Die Be-

wegung des Schiebers wird von der Maschine selbst besorgt. Die Stange des Kolbens (b) ist mittels einer Kurbel an einem Rade befestigt, welches durch die Hin- und Herbewegung des Kolbens in Umdrehung versetzt wird.

**11. Die Verdunstung.** Wenn Wasser längere Zeit in einem offenen Gefäße steht, so verschwindet es nach und nach; es verdunstet, d. h. es verwandelt sich an seiner Oberfläche langsam in Dampf. (Das Sieden geht schnell und in allen Teilen der Flüssigkeit vor sich.) Die Verdunstung wird befördert durch Zugluft und Wärme und ist um so größer, je größer die Oberfläche der verdunstenden Flüssigkeit ist. Wäsche trocknet im Winde oder in der Sonne schneller als sonst. Ausgebreitete Wäsche trocknet schneller als zusammengelegte. (Gradierwerke S. 349.) Auch Eis und Schnee verdunsten, wenn auch sehr langsam. — Bei der Verdunstung wird wie beim Sieden Wärme verbraucht. Diese wird beim Sieden zugeführt, beim Verdunsten jedoch der Umgebung der verdunstenden Flüssigkeit entzogen. Darum empfinden wir Kälte, wenn wir die Hand mit Wasser befeuchten, besonders, wenn wir die feuchte Hand hin und her bewegen oder der Zugluft aussetzen. Da Äther noch schneller verdunstet als Wasser, so erzeugt er bei der Verdunstung eine noch größere Kälte als dieses. Verwandte Erscheinungen: Abkühlung durch Regen, durch Besprengungen des Fußbodens, durch Baden; Erkältung durch nasse Kleider und Zugluft.

**12. Die Verdichtung des Wasserdampfes.** Haucht man gegen eine kalte Fensterscheibe, so beschlägt dieselbe, d. h. sie wird mit kleinen Watertropfen dicht bedeckt. Das Wasser ist im luftförmigen Zustande aus der Lunge ausgeatmet und durch die Berührung mit der kalten Glasscheibe in den flüssigen Zustand übergeführt worden. Ebenso schlägt der Wasserdampf der Luft nieder an Brillen- und Trinkgläsern, welche aus der Kälte in die Wärme gebracht werden, an kalten Steinen und Wänden.

**13. Die Feuchtigkeit der Luft.** Die Luft enthält stets eine größere oder geringere Menge Feuchtigkeit. Dieselbe entsteht durch Verdunstung des Wassers im Meere, in Flüssen und Seen und auf dem Lande. Die Luft kann aber nur eine bestimmte Menge Feuchtigkeit aufnehmen und zwar um so mehr, je wärmer sie ist. Man sagt, die Luft ist gesättigt, wenn sie keine Feuchtigkeit mehr aufnimmt. Wird nicht gesättigte Luft abgekühl, so gelangt sie zu ihrem Sättigungspunkt; die Feuchtigkeit der Luft verdichtet sich dann zu Tropfschen. Geschieht dies am Boden, so daß die Tropfen an Pflanzen und Steinen niederschlagen, so nennt man sie Tau oder, wenn sie gefroren sind, Reif. Findet die Tropfenbildung in der Luft statt, so entstehen Nebel und Wolken. Diese unterscheiden sich nur durch die Höhe, in der sie sich befinden. Man unterscheidet Federwolken, welche sich in bedeutender Höhe (10—13 km) aufhalten, Streifen- oder Schichtwolken, Haufen- und Gewitterwolken.

**14. Die Niederschläge.** Wenn die kleinen Tropfen der Nebel und Wolken sich zu größeren vereinigen, so vermag die Luft sie nicht mehr zu tragen; sie fallen als Regen oder in gefrorenem Zustande als Schnee, Hagel oder Schloßchen zur Erde. (Unterschiede: Land- und Strichregen, Staub- und Platzregen und Wolkenbruch.) Der Schnee besteht aus kleinen Eisnadeln, welche zu sechsstrahligen Figuren von mannigfacher Gestalt und oft von wunderbarer Schönheit zusammengesetzt sind. Wie der Hagel entsteht, ist uns noch unbekannt.

**15. Die Luftströmungen.** Tabaksrauch zieht am Ofen oder am

Zylinder der Lampe in die Höhe. Er wird von der aufwärts strömenden Luft fortgerissen. Der aufsteigende Luftstrom entsteht durch die Erwärmung der Luft. Erwärmte Luft dehnt sich aus und wird dadurch leichter als die kalte Luft. An die Stelle der abgeflossenen warmen Luft strömt kalte Luft zum Ersatz herbei. Durch die Tür eines geheizten Zimmers strömt oben warme Luft nach außen, unten kalte Luft nach innen. (Nachweis dieser Strömung mit einem brennenden Lichte.) — Im großen finden Luftströmungen in der Lufthülle der Erde statt; man nennt sie Winde. (Lüftchen, Wind, Sturm, Orkan.) a. Land- und Seewinde wehen abwechselnd an den Meeresküsten. Der Landwind weht in der Nacht vom Lande aufs Meer, weil das Land sich schneller abkühlt als das Wasser und daher auch die Luft über dem Lande kälter, dichter und schwerer ist als die Luft über dem Wasser. Am Tage weht der Seewind vom Meere aufs Land, weil das Land schneller erwärmt wird als das Wasser.  
b. Passate und Monsune s. S. 220.

#### IV. Das Licht.

1. **Die Lichtquellen.** Die wichtigste Lichtquelle für die Erde ist die Sonne. Die Fixsterne, welche wie die Sonne ihr eigenes Licht haben, kommen als Lichtquellen für die Erde nicht in Betracht. Der Mond und die Planeten empfangen wie die Erde ihr Licht von der Sonne. Andere Lichtquellen sind brennende und glühende Körper und der elektrische Funke (Blitz). Es gibt auch leuchtende Tiere und Pflanzen. Zu den leuchtenden Tieren gehört das Johanniswürmchen; das Leuchten des Meeres wird durch Tiere, durch unzählige kleine Infusorien, hervorgerufen. Die Fische und Krebse, welche in den finstern Tiefen des Weltmeeres leben, besitzen fast sämtlich besondere Leuchtorgane. Als leuchtende Pflanzen sind einige Pilze und Moose bekannt. Wenn faulendes Holz bisweilen leuchtet, so röhrt das von leuchtenden Pilzfäden her, welche dasselbe durchziehen. Körper, welche nicht selbst leuchten, sind dunkel, wenn sie nicht von fremdem Licht beschienen werden. Einige dunkle Körper, wie der Diamant, der Marmor, die Eischale, leuchten einige Zeit nach, wenn sie vorher dem Sonnenlicht ausgesetzt waren.

2. **Wesen des Lichts.** Das Licht ist wahrscheinlich (wie die Wärme) eine Wellenbewegung des Äthers. Der Äther ist ein feiner, unsichtbarer, unwägbarer Stoff, von dem man annimmt, daß er das ganze Weltall und alle Körper durchdringt, und welcher daher auch Weltäther genannt wird. Die Lichtschwingungen folgen mit ungeheurer Schnelligkeit aufeinander, in einer Sekunde 400 bis 800 Billionen.

3. **Verbreitung des Lichts.** Die Lichtstrahlen verbreiten sich von der Lichtquelle aus nach allen Richtungen. Die Strahlen pflanzen sich in gerader Linie fort; das können wir an den Sonnenstrahlen beobachten, die durch eine kleine Öffnung in ein dunkles Zimmer fallen. — In der Nähe einer Lampe ist das Licht heller als in größerer Entfernung. Die Lichtstärke nimmt ab im Quadrate der Entfernung. In der 4fachen Entfernung ist sie 16 mal schwächer, in der 5fachen Entfernung 25 mal. — Die Geschwindigkeit des Lichts beträgt über 300 000 km in der Sekunde. Von der Sonne gelangt das Licht in etwa 8 Minuten zu uns, von den Fixsternen erst in Zeiträumen von mehreren, ja von Hunderten von Jahren.

**4. Durchsichtige und undurchsichtige Körper.** Fensterglas, reines Wasser und klare Luft lassen alle Lichtstrahlen durch; man kann andere Körper durch sie hindurch sehen. Man nennt sie daher durchsichtige Körper. Läßt ein Körper das Licht nur unvollkommen durch, so nennt man ihn durchscheinend (Seidenpapier, Milchglas). Undurchsichtige Körper sind solche, welche das Licht nicht durchlassen, so daß man die hinter ihnen befindlichen Gegenstände nicht sehen kann (Holz, Stein, Metall). Undurchsichtige Körper werfen Schatten. Der Schatten ist der dunkle Raum hinter einem undurchsichtigen, beleuchteten Körper. Die Gestalt des Schattens richtet sich nach der Gestalt und Stellung des schattenwerfenden Körpers und nach der Größe des leuchtenden Körpers.

**5. Wahrnehmung des Lichts.** (Das Auge und das Sehen. S. S. 237.) Wir können nur solche Gegenstände sehen, welche Lichtstrahlen in unser Auge senden. Die dunklen Körper senden zurückgeworfenes Licht aus. Sie sind daher nur sichtbar, wenn sie von einem leuchtenden Körper Licht erhalten. Die Lichtstrahlen, welche in unser Auge gelangen, erregen die Netzhaut, das ausgebreitete Ende des Sehnerven. Der Lichteindruck auf derselben erlischt aber nicht sogleich, wenn der Lichtstrahl verschwindet, sondern er dauert noch einige Zeit ( $\frac{1}{10}$  Sek.) fort. Folgen mehrere Lichteindrücke so schnell aufeinander, daß der eine noch nicht erloschen ist, wenn der andere entsteht, so fließen sie ineinander. Wir glauben dann, einen zusammenhängenden Lichteindruck zu haben. Eine im Kreise geschwungene glühende Kohle erscheint uns wie ein feuriger Kranz. Hierauf beruht das Lebendrad und der Kinematograph.

**6. Zurückwerfung des Lichts.** Wenn die Sonne schräg auf einen Spiegel im Zimmer scheint, so sieht man an der gegenüberliegenden Wand eine hellerleuchtete Fläche. Die Sonnenstrahlen werden durch den Spiegel zurückgeworfen, wie die Schallwellen beim Widerhall. Die Zurückwerfung der Lichtstrahlen findet nicht nur im Spiegel statt, sondern mehr oder weniger auch an der Oberfläche aller Körper. Die Sonnenstrahlen werden von den Staubteilchen der Luft, den Wolken, Bergen, Häusern, Wänden und Möbeln nach allen Richtungen hin zurückgeworfen und zerstreut. Zerstreutes Sonnenlicht erleuchtet die Erde und unsere Wohnungen, auch wenn die Sonne am Tage nicht sichtbar ist.

**7. Der ebene Spiegel** besteht aus einer Glasscheibe, welche auf der Rückseite mit einem Gemisch von Quecksilber und Zinn oder mit Silber belegt ist. Hält man einen Gegenstand, z. B. ein Buch, vor den Spiegel, so erscheint ein Bild desselben in gleicher Entfernung hinter dem Spiegel. Nähert man den Gegenstand dem Spiegel, so nähert sich auch das Bild; entfernt man den Gegenstand, so entfernt sich das Bild. Das Bild hat dieselbe Größe und Stellung wie der Gegenstand; nur sind die rechte und linke Seite vertauscht. Im Wasserspiegel entstehen die Bilder auf gleiche Weise.

**8. Entstehung des Spiegelbildes.** Die Lichtstrahlen werden unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter dem sie einfallen. Der Einfallswinkel ist gleich dem Ausfallwinkel. Gelangen die zurückgeworfenen Strahlen in unser Auge, so sieht dasselbe jeden Punkt des Gegenstandes in der entgegengesetzten Richtung des vom Spiegel zurückgeworfenen Strahles. (Zeichnung!)

**9. Der Hohlspiegel** ist ein nach innen gewölbter Spiegel, ein Teil

einer spiegelnden Hohlkugel. Eine gerade Linie, welche den Mittelpunkt der Hohlkugel mit der Mitte des Hohlspiegels verbindet, heißt die Achse des Hohlspiegels. Fallen die Sonnenstrahlen parallel mit der Achse auf den Hohlspiegel, so werden sie zurückgeworfen und vereinigen sich in einem Punkte der Achse, der in der Mitte zwischen dem Kugelmittelpunkte und der Mitte des Hohlspiegels liegt. Wie die Lichtstrahlen, so vereinigen sich auch die Wärmestrahlen in diesem Punkte. Daher entsteht hier eine so große Hitze, daß leicht brennbare Stoffe sich darin entzünden. Man nennt diesen Punkt deshalb den Brennpunkt. Die Entfernung des Brennpunktes von der Mitte des Spiegels heißt die Brennweite. (Brennspiegel.)

**10.** Der Hohlspiegel dient auch als **Beleuchtungsspiegel**. Stellt man ein Licht in den Brennpunkt des Hohlspiegels, so werden die Lichtstrahlen, welche auf den Hohlspiegel fallen, parallel zur Achse zurückgeworfen. Sie werden wie ein Lichtbündel nach derselben Richtung gelenkt. Solche Spiegel verwendet man in den Laternen der Kutschwagen und Lokomotiven, auf Leuchttürmen und als Scheinwerfer.

**11. Die Bilder im Hohlspiegel** entstehen nach folgenden Gesetzen:  
1. Die Strahlen, welche durch den Kugelmittelpunkt auf den Hohlspiegel fallen, gehen nach der Zurückwerfung durch den Kugelmittelpunkt. 2. Die Strahlen, welche parallel zur Hauptachse auffallen, gehen nach der Zurückwerfung durch den Brennpunkt. 3. Die Strahlen, welche durch den Brennpunkt auf den Spiegel fallen, gehen nach der Zurückwerfung parallel zur Hauptachse. — Befindet sich der Gegenstand innerhalb der Brennweite, so entsteht hinter dem Spiegel ein aufrechtes, vergrößertes Bild. — Befindet sich der Gegenstand innerhalb der doppelten Brennweite, so entsteht außerhalb derselben ein umgekehrtes, vergrößertes Bild. — Befindet sich der Gegenstand außerhalb der doppelten Brennweite, so entsteht innerhalb derselben ein umgekehrtes, verkleinertes Bild.

**12. Wirkliche und scheinbare Bilder.** Die Bilder, welche vor dem Hohlspiegel entstehen, sind wirkliche Bilder. Sie können von allen Seiten gesehen und auf einer geeigneten Fläche aufgesangen werden. Die Bilder, welche hinter dem Hohlspiegel entstehen, sind scheinbare Bilder. Sie werden nur von dem gesehen, in dessen Auge die zurückgeworfenen Lichtstrahlen fallen. (In Wirklichkeit können die Lichtstrahlen nicht hinter den Spiegel gelangen.)

**13. Der erhabene Spiegel** zeigt verkleinerte, aufrechte, verzerrte Bilder. (Zierkugel in Gärten.)

**14. Brechung der Lichtstrahlen.** Wenn man einen Stab schräg ins Wasser hält, so erscheint er an der Stelle, an welcher er die Oberfläche des Wassers berührt, geknickt. Die Lichtstrahlen, welche von dem im Wasser befindlichen Teile des Stabes ausgehen, werden beim Übergange aus dem Wasser in die Luft gebrochen, d. h. von der Richtung abgelenkt. Das Auge sieht den Gegenstand in der Richtung der gebrochenen Strahlen. Ein Bach oder Teich erscheint daher flacher, als er ist. Ein Fisch steht in Wirklichkeit tiefer im Wasser, als wir ihn sehen. Ein Geldstück in einer Schüssel, welches durch den Rand derselben dem Auge noch eben verdeckt ist, wird sichtbar, sobald Wasser darauf gegossen wird. Legt man eine Glasplatte auf einen Teil eines geraden Striches, so scheint der bedeckte Teil höher zu liegen als der nichtbedeckte Teil. Wenn Lichtstrahlen schräg aus einem dichteren Mittel in ein dünneres übergehen oder umgekehrt, so werden sie gebrochen. (Luftspiegelung.)

**15. Die erhabene Linse** ist ein kreisrundes Glas, das an beiden Seiten nach der Mitte zu gewölbt ist. Eine senkrecht zur Linse durch den Mittelpunkt derselben gehende gerade Linie heißt die Achse der Linse. Lichtstrahlen, welche parallel zur Achse durch die Linse gehen, werden so gebrochen, daß sie sich in einem Punkte hinter derselben vereinigen. Dieser Punkt heißt der Brennpunkt. Befindet sich ein Gegenstand zwischen der Linse und dem Brennpunkte (innerhalb der Brennweite), so sieht man den Gegenstand durch die Linse aufrecht und vergrößert. Die Linse ist dann ein Vergrößerungsglas. Befindet sich der Gegenstand außerhalb der Brennweite, so entsteht auf der andern Seite der Linse ein wirkliches, umgekehrtes Bild. Dasselbe ist vergrößert, wenn sich der Gegenstand innerhalb der doppelten Brennweite, verkleinert, wenn er sich außerhalb derselben befindet. (Die Linse im Auge.)

**16. Instrumente mit Linsen.** Die Lupe ist eine einfache Linse, welche als Vergrößerungsglas dient. Das Mikroskop besteht aus einer Röhre mit zwei Linsen; die eine erzeugt ein vergrößertes Bild des Gegenstandes, welches mit der andern wie mit einer Lupe betrachtet wird. Das Erdfernrohr besteht aus drei Linsen; durch die erste entsteht ein verkleinertes, umgekehrtes Bild, welches durch die zweite Linse nochmals umgekehrt, also aufrecht gestellt und durch die dritte Linse wie durch eine Lupe betrachtet wird.

**17. Die hohle Linse** ist am Rande dicker als in der Mitte. Sie bricht die Lichtstrahlen nicht nach der Mitte zu, sondern sie zerstreut sie. Sie dient hauptsächlich zu Brillen für Kurzsichtige. In dem Auge des Kurzsichtigen entstehen die Bilder der Gegenstände vor der Netzhaut, da die Linse zu stark gewölbt oder der Augapfel zu kurz ist. Durch die hohle Linse wird bewirkt, daß die Bilder weiter hinten, also auf der Netzhaut entstehen, so daß sie eine Lichtempfindung in der Seele erzeugen. Weitsichtige, deren Augenlinse zu flach ist, in deren Auge daher die Bilder hinter der Netzhaut entstehen würden, haben eine Brille mit erhabenen Linsen nötig, welche bewirkt, daß die Bilder mehr vorn zustande kommen.

**18. Die Farben.** Wenn das Licht durch eine dreiseitige Glassäule (ein Prisma) fällt, so wird es zweimal gebrochen und in Farben zerlegt. Man unterscheidet gewöhnlich sieben Farben, welche man, da man sie zuerst am Regenbogen beobachtete, auch die Regenbogenfarben nennt. Es sind: rot, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett. Der weiße Lichtstrahl besteht also aus sieben farbigen Strahlen. Durch Vereinigung derselben entsteht wieder weißes Licht.

**19. Der Regenbogen** ist am Himmel zu sehen, wenn die Sonne von der Seite her in eine regnende Wolke scheint. Wenn wir den Regenbogen vor uns sehen, so steht die Sonne hinter uns. Die Sonnenstrahlen werden beim Eintritt in die Regentropfen gebrochen, dann an der innern Rückwand derselben zurückgeworfen und beim Wiederaustritt nochmals gebrochen und zerlegt. Von einigen Tropfen gelangen hauptsächlich die roten Strahlen in unser Auge; diese Tropfen erscheinen uns daher rot. Von andern gelangen nur die gelben Strahlen in unser Auge; diese Tropfen erscheinen uns daher gelb u. s. w. Doppelter Regenbogen; Höfe um Mond und Sonne.

**20. Die beleuchteten undurchsichtigen Körper** haben verschiedene Farben. Ein schwarzer Körper nimmt alle auf ihn fallenden Lichtstrahlen in sich auf und wirft keinen derselben zurück. Ein weißer Körper dagegen wirft

alle Lichtstrahlen zurück. Erscheint uns ein Körper rot, so wirft er die roten Lichtstrahlen zurück, während er alle andern in sich aufnimmt; auf gleiche Weise erklärt man die übrigen Farben der undurchsichtigen Körper. Ein durchsichtiger Körper erscheint uns rot, wenn er nur die roten Strahlen durchläßt und die übrigen in sich aufnimmt.

## V. Der Magnetismus.

**1. Die magnetische Kraft.** Ein Magnet ist ein Stück Eisen, welches die Kraft besitzt, Eisen oder Nickel anzuziehen. Bringt man z. B. eine Nähnadel oder eine Stahlfeder in die Nähe eines Magneten, so zieht er dieselbe an und hält sie fest. Diese Anziehungskraft nennt man Magnetismus oder magnetische Kraft. Sie soll ihren Namen von der Stadt Magnesia in Kleinasien haben, in deren Nähe schon im Altertum ein Eisenstein gefunden sein soll, welcher kleine Eisenstückchen anzog. Die magnetische Kraft wirkt durch andere Körper hindurch, z. B. durch Papier, Holz oder Glas. Die Magnete sind gewöhnlich stabsförmig oder hufeisenförmig.

**2. Die Pole des Magneten.** Legt man einen Stabmagneten in Eisenspäne, so hängen sich die meisten derselben an den beiden Enden des Stabes an, nach der Mitte zu hängen sich immer weniger an und in der Mitte gar keine. Die Anziehungskraft ist also in den Enden des Magnetstabes am stärksten; diese nennt man die Pole des Magneten. Hängt man einen Stabmagneten so auf, daß er sich frei nach allen Seiten bewegen kann, so zeigt der eine Pol desselben nach Norden, der andere nach Süden; jenen nennt man den Nordpol, diesen den Südpol. Nähert man die Nordpole oder die Südpole zweier Stabmagneten einander, so stoßen sie sich ab; dagegen zieht der Nordpol des einen Magneten den Südpol des andern an und umgekehrt. Gleichnamige Pole stoßen sich demnach ab, ungleichnamige ziehen sich an.

**3. Die Erde als Magnet.** Die Erdkugel wirkt wie ein großer Magnet; sie hat als solcher zwei Pole, welche mit den geographischen Polen nicht zusammenfallen. Der eine magnetische Pol liegt ungefähr in der Mitte der Nordküste von Nordamerika.

**4. Der Kompaß** besteht aus einer Windrose und einer Magnetnadel. Die Windrose stellt die Himmelsgegenden dar. (Haupt- und Nebenhimmelsgegenden.) Die Magnetnadel ruht in der Mitte auf einem Stift, so daß sie sich frei und leicht nach allen Seiten drehen kann. Die Magnetnadel zeigt nicht überall genau nach Norden. Die Abweichung von der Nordrichtung oder die Deklination ist für die verschiedenen Gegenden der Erde verschieden und ändert sich auch im Laufe der Zeit; für Berlin beträgt sie gegenwärtig etwa 9,5 Grad westlich. Hängt man eine Magnetnadel so auf, daß sich ihre Pole frei nach oben und unten bewegen können, so nimmt sie bei uns keine wagerechte Richtung an, sondern der Nordpol neigt sich etwas nach unten. Diese Abweichung von der wagerechten Lage nennt man Neigung oder Inklination. Sie ist ebenfalls verschieden an verschiedenen Orten. Über den magnetischen Polen steht die Magnetnadel senkrecht; zwischen den Polen, auf einer Linie, die man den magnetischen Äquator nennt, hat sie eine wagerechte Lage. — Der Kompaß ist für den Seefahrer und den Reisenden in unbekannten Gegenden unentbehrlich. Der Schiffskompaß ruht in zwei Hüllen, welche so befestigt sind, daß er auch beim Schwanken des Schiffes in wagerechter Lage bleibt.

## VI. Die Reibungselektrizität.

**1. Entstehung.** Reibt man eine Glasstange mit einem Stück Seidenzeug, so zieht sie kleine Papierstückchen an und stößt sie nach kurzer Zeit wieder ab. Diese Anziehungs- und Abstoßungskraft beobachteten schon die alten Griechen an dem Bernstein. Daher, daß dieser bei ihnen Elektron hieß, ist es gekommen, daß man die ihm innwohnende Kraft Elektrizität genannt hat. Später fand man, daß auch andere Körper, Gummi, Schwefel, Harz, durch Reiben elektrisch werden. Die durch Reibung hervorgerufene Elektrizität heißt Reibungselektrizität. Nähert man den Fingerknöchel einem stark elektrischen Körper, so springt ein elektrischer Funke unter knisterndem Geräusch zum Finger über.

**2. Arten der Elektrizität.** Wenn man ein Kügelchen aus Holundermark an einem seidenen Faden aufhängt (elektrisches Pendel) und mit einer elektrischen Glasstange berührt, so wird es selbst elektrisch und flieht von der Glasstange fort, von einer elektrisch gemachten Harz- oder Siegellackstange aber wird es angezogen. — Macht man das Kügelchen umgekehrt mit einer Harzstange elektrisch, so wird es von dieser abgestoßen und von der Glasstange angezogen. Es muß also zwei Arten von Elektrizität geben, welche entgegengesetzte Wirkungen ausüben. Die eine nennt man Glas- oder positive Elektrizität, die andere Harz- oder negative Elektrizität. Zwei elektrische Pendel, die mit derselben Stange elektrisch gemacht sind, stoßen sich gegenseitig ab. Ist aber das eine mit der Glasstange, das andere mit der Harzstange elektrisch gemacht, so ziehen sie sich an. Gleichnamige Elektrizitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

**3. Elektrische Verteilung.** Hängt man eine Metallstange an einem Seidensfaden auf und nähert dem einen Ende eine elektrische Glasstange, ohne das Metall zu berühren, so werden die beiden Enden der Metallstange elektrisch, und zwar wird das der Glasstange zugekehrte Ende negativ, das andere Ende positiv elektrisch. Beide Arten von Elektrizität müssen in der Metallstange vorhanden gewesen sein (warum?); aber sie äußerten keine Wirkungen, sie waren gebunden. Durch den elektrischen Körper wurden sie getrennt oder verteilt, indem die gleichartige Elektrizität abgestoßen, die ungleichartige angezogen wurde. Die Erregung von Elektrizität in einem Körper durch Annäherung eines elektrischen Körpers heißt elektrische Verteilung oder Influenz.

**4. Leitung der Elektrizität.** Versuch: Man verbindet zwei Papierscheiben durch einen Metalldraht und hängt sie an einem Seidensfaden auf. Zwei andere Papierscheiben verbindet man durch einen Seidensfaden und hängt sie ebenfalls an einem Seidensfaden auf. Berührt man die untersten Papierscheiben mit einem elektrischen Körper, so zeigt sich die obere Papierscheibe des ersten Paars elektrisch, die des zweiten nicht. Der Metalldraht hat die Elektrizität von der untern zur oberen Scheibe geleitet, der Seidensfaden nicht. Metall ist ein Leiter der Elektrizität, Seide ein Nichtleiter. Leiter der Elektrizität sind ferner Wasser, feuchte Luft, Kohle und die Körper lebender Wesen. Nichtleiter sind Glas, Siegellack, Porzellan, Harz, Seide, Schwefel, Gummi, trockene Luft. Will man die Elektrizität in einem Körper erhalten, so muß man ihn mit Nichtleitern umgeben oder ihn isolieren.

**5. Die Elektrifermaschine** dient dazu, größere Mengen von Reibungs-

elektrizität zu erzeugen. Sie besteht aus einer runden Glasscheibe, welche mittels einer Kurbel um ihre Achse gedreht werden kann, aus zwei ledernen Reibkissen und aus einer hohlen Metallkugel, dem Konduktor, in der sich die Elektrizität sammelt. — Faßt ein Mensch, der auf einem Isolierschemel steht, an den Konduktor, so wird er positiv elektrisch. Man kann aus seinem Körper Funken ziehen, und seine Haare sträuben sich. Aus einer auf dem Konduktor befestigten Metallspitze strömt die Elektrizität aus.

**6. Die Leydener Flasche** ist ein Glasgefäß, welches innen und außen bis auf den oberen, freibleibenden Rand mit Stanniol belegt ist. Mit der inneren Belegung steht ein Metalldraht in Verbindung, der in einen Metallknopf endigt. Berührt man mit dem Knopf den Konduktor der Elektrisiermaschine und setzt die äußere Belegung mit dem Erdboden in leitende Verbindung, so wird die innere Belegung der Flasche positiv, die äußere negativ elektrisch. Die Flasche ist dann geladen; die beiden Elektrizitäten befinden sich in Spannung, sie streben sich zu vereinigen, werden aber durch das Glas an der Vereinigung gehindert. Faßt man mit der einen Hand die äußere Belegung an und berührt mit der andern Hand den Knopf, so vereinigen sich die beiden Elektrizitäten, indem sie durch den Körper hindurchgehen. Dadurch wird die Flasche entladen; man empfindet dabei einen Ruck in den Gliedern, den man den elektrischen Schlag nennt. (Diesen Versuch darf man nur bei ganz schwacher Ladung der Flasche machen. Gewöhnlich benutzt man einen Entlader, einen Metalldraht mit Gummigriff.) — Eine Verbindung von mehreren Leydener Flaschen heißt eine elektrische Batterie.

**7. Das Gewitter** ist eine elektrische Erscheinung. Die Luft ist meist positiv elektrisch. Die Luftpolelektrizität sammelt sich besonders in den Gewitterwolken an. Nähert sich eine positiv elektrische Wolke einer andern Wolke, so findet eine elektrische Verteilung in derselben statt. Dasselbe geschieht in den der Wolke nahen Erdschichten. Die entgegengesetzten Elektrizitäten streben sich zu vereinigen. Ist die Spannung derselben stark genug, um den Widerstand der Luft zu überwinden, so vereinigen sie sich durch den Blitz.

**8. Der Blitz** ist ein großer elektrischer Funke, der entweder von Wolke zu Wolke, oder von der Wolke zur Erde fährt. Sein Weg bildet eine Zackenlinie, da er die Luft vor sich her zusammenpreßt und dann genötigt wird, zur Seite auszuweichen, wo der Luftwiderstand geringer ist. Durch die Erschütterung der Luft entsteht der Donner. Aus dem Zeitraum, der zwischen Blitz und Donner liegt, kann man die Entfernung des Gewitters berechnen, da der Schall in einer Sekunde 333 m zurücklegt, während das Licht fast keine Zeit gebraucht, um zu uns zu gelangen. Der Blitz fährt an guten Leitern der Elektrizität entlang, zertrümmert die schlechten, entzündet brennbare Körper und betäubt, lähmt oder tötet Menschen und Tiere.

**9. Vorsichtsmaßregeln beim Gewitter.** Da der Blitz gern in hervorragende Gegenstände schlägt, soll man unter Bäumen keinen Schutz suchen. Im Freien ist es besser, sich niederzulegen, als zu stehen. Da der Blitz gern in Metalle schlägt, so darf man sich nicht in der Nähe großer Metallmassen (Öfen, Maschinen, Lampen) aufhalten. Auch die Nähe der Wände und Mauern muß man meiden. Es ist gut, die Fenster zu schließen, die Türen aber zu öffnen.

**10. Der Blitzableiter** ist von dem Amerikaner Benjamin Franklin erfunden. Dieser hatte einst bei einem Gewitter einen mit eiserner Spize versehenen Drachen steigen lassen, von dem eine leinene Schnur zur Erde lief, an der ein Schlüssel befestigt war. Als Franklin die Hand dem Schlüssel näherte, flogen starke Funken aus demselben hervor. Die Elektrizität war von der Eisenspize aufgesangen und in der Schnur zur Erde geleitet worden. Diese Erfahrung führte Franklin zur Erfindung des Blitzableiters. Derselbe besteht aus der Auffangestange und der Ableitung. Die Auffangestange ist eine 1 bis 2 m hohe Metallstange mit vergoldeter Spize; sie wird auf der höchsten Stelle des zu schützenden Gebäudes angebracht; auf weitausgedehnten Gebäuden bringt man mehrere Stangen an, welche durch Leitungsdrähte verbunden sind. Von der Auffangestange führt die Ableitung am Gebäude hinab in die Erde. Sie endigt in einer Metallplatte, welche im Grundwasser liegt. Durch den Blitzableiter findet ein fortwährender Austausch der Elektrizitäten statt. Schon dadurch schützt er das Gebäude. Schlägt der Blitz in die Leitung, so wird er von derselben in den Erdboden geleitet.

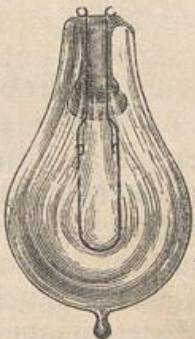
## VII. Die Berührungelektizität. Der elektrische Strom.

**1. Entstehung.** Legt man das Ende eines silbernen Löffels auf die Zunge und dasjenige eines zinnernen Löffels unter dieselbe, so spürt man bei der Berührung der beiden andern Enden einen sauren Geschmack auf der Zunge. Dieser röhrt davon her, daß Elektrizität durch die Zunge hindurchströmt. Dieselbe wird durch die Berührung der beiden Metalle aneinander und an der Zunge hervorgerufen und heißt daher Berührungelektrizität. Nach ihrem Entdecker Galvani wird sie auch Galvanismus genannt.

**2. Das galvanische Element** dient zur Erzeugung größerer Mengen von Berührungelektizität. Es besteht in seiner einfachsten Form aus einem Glasgefäß mit verdünnter Schwefelsäure, in welcher eine Zink- und eine Kupferplatte stehen, die durch Leitungsdraht miteinander verbunden sind. Zink und Kupfer werden durch die Säure zerlegt, und durch diesen Vorgang wird Elektrizität erzeugt. Am oberen Ende des Kupfers sammelt sich positive, am oberen Ende des Zinks negative Elektrizität. Durch den Leitungsdraht findet eine fortwährende Verbindung derselben statt. Da aber zugleich eine fortwährende Neuerzeugung derselben vor sich geht, so sagt man, die positive Elektrizität strömt vom Kupfer zum Zink, die negative vom Zink zum Kupfer. In der Regel spricht man jedoch nur von dem positiven Strom. Diesen nennt man auch den galvanischen Strom. — Vielgebraucht für Hausglocken sind auch Kohlen-Zink-Elemente mit Salmiaklösung, welche weniger gefährlich ist als Schwefelsäure. Eine Verbindung mehrerer Elemente heißt eine galvanische Batterie.

**3. Das elektrische Licht.** Nähert man die Enden des Leitungsdrahtes einer galvanischen Batterie einander, so springen kleine Funken zwischen ihnen über. Diese entstehen dadurch, daß der elektrische Strom Kupferteilchen von dem Drahte losreißt und glühend macht. Hierauf beruht das elektrische Bogenlicht. In den Bogenlampen befinden sich zwei Kohlenstifte, welche mit den beiden Polen einer starken Batterie

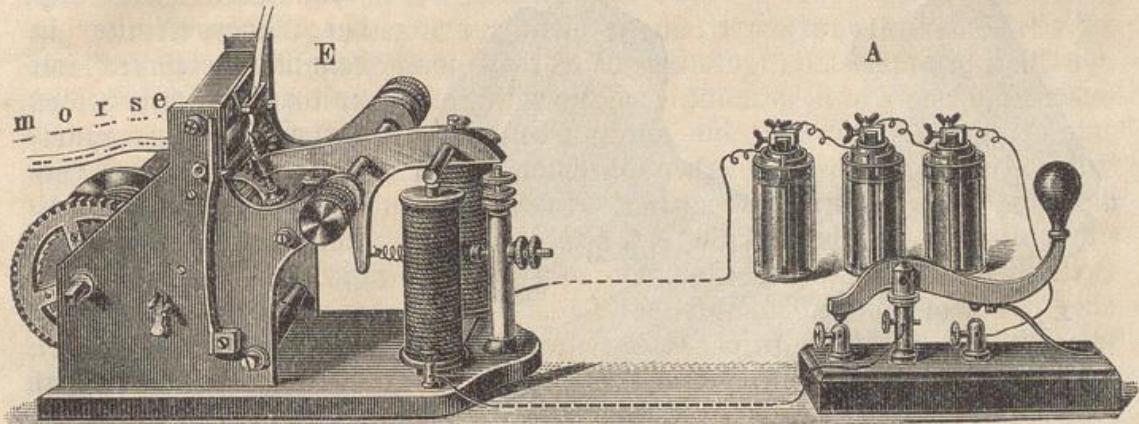
in leitender Verbindung stehen und mit ihren Spitzen nur wenig voneinander entfernt sind. Der Strom bringt die Spitzen der Kohlenstifte zur Weißglut, reißt von der Spize des einen Stifts Kohlenteilchen mit sich fort, macht dieselben weißglühend und bildet auf diese Weise zwischen den beiden Kohlenspitzen einen hellleuchtenden Lichtbogen. Das Bogenlicht wird zur Beleuchtung von Straßen, Plätzen und großen Räumen verwendet. Zur Beleuchtung kleiner Räume dient das elektrische Glühlicht. Die Glühlampe besteht aus einer luftleeren, hohlen Glasbirne, in welcher sich ein feiner Kohlenfaden befindet, durch den ein Strom geleitet wird. Der Strom versetzt den Draht in große Hitze und bringt ihn zum Glühen und dadurch zum Leuchten. Die Birne muß luft leer sein, da die Kohle in der Luft verbrennen würde.



Die Glühlampe.

**4. Der Elektromagnetismus.** Wenn man ein Stück weiches Eisen mit Leitungsdraht umwickelt und durch denselben einen elektrischen Strom gehen läßt, so wird das Eisen magnetisch und bleibt es so lange, wie der Strom dauert. Es zieht dann wie ein Magnet Eisen an und hält es so lange fest, bis der Strom unterbrochen wird. Diesen Magnetismus, der durch Elektrizität erzeugt wird, nennt man Elektromagnetismus. Er findet eine wichtige Anwendung bei dem elektrischen Telegraphen.

**5. Der Morse-Telegraph** besteht aus der Aufgabestation (A) mit dem Schlußel, aus der Leitung und aus der Empfangstation (E) mit dem Zeichengeber. Der Schlußel ist ein Hebel; wenn man denselben niederdrückt, so ist der Strom geschlossen, d. h. der Strom kann von der Batterie durch den Schlußel und die Leitung zur andern Station gelangen; von dieser



Der Telegraph.

kehrt er durch den Erdboden wieder zur Batterie zurück. Der Zeichengeber besteht aus einem Elektromagneten und einem zweiarmigen Hebel. Der eine Hebelarm trägt einen Anker, welcher sich genau über dem Elektromagneten befindet. An dem andern Hebelarm ist ein Stift befestigt, welcher gegen einen Papierstreifen drückt, sobald der Anker angezogen wird. Dies geschieht, wenn der Schlußel der Aufgabestation niedergedrückt wird und der elektrische Strom durch die Spule des Elektromagneten geht. Mittels eines Uhrwerks wird der Papierstreifen zwischen zwei Walzen

hindurchgezogen. Wird nun der Stift auf einen Augenblick gegen das Papier gedrückt, so entsteht ein Punkt; wird er längere Zeit gegen das Papier gedrückt, so entsteht ein Strich. Aus Punkten und Strichen setzt sich das Morse-Alphabet zusammen, in welchem die telegraphischen Nachrichten oder Depeschen übermittelt werden. Beispiel:

— • — • • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — • —

T e l e g r a p h i e

Die durch das Meer gelegten Telegraphenleitungen werden Kabel genannt.

**6. Die elektrische Klingel** findet sich in vielen Häusern. Sie besteht aus dem Druckknopf, welcher den Strom schließt, wenn er niedergedrückt wird, aus der Leitung, dem Element und der Klingel. An der Klingel befindet sich ein Elektromagnet. Dieser zieht einen federnden Hebel an, welcher alsdann mit einem Klöppel an die Glocke schlägt. Sobald der Hebel angezogen wird, wird der Strom unterbrochen; sofort lässt der Elektromagnet den Hebel los, und dieser fliegt zurück. Dadurch wird der Strom wieder geschlossen und der Hebel sofort angezogen. Die Hin- und Herbewegung wiederholt sich sehr schnell, und dadurch kommt das Klingeln zustande.

**7. Magnetelektrizität.** Wenn man in eine mit Leitungsdraht umwickelte Spule einen Magneten einschiebt, so entsteht in dem Draht ein kurzer elektrischer Strom. Ein eben solcher Strom, nur von umgekehrter Richtung, entsteht, wenn man den Magneten wieder entfernt. Die durch Annäherung und Entfernung eines Magneten erzeugte Elektrizität heißt Magnetelektrizität. — Dieselbe kann auch dadurch erregt werden, daß man einem Magneten, welcher sich in einer Drahtspule befindet, ein Stück Eisen nähert oder daß man das Eisen von dem Magneten entfernt; denn durch

Annäherung und Entfernung des Eisens wird der Magnetismus in dem Magneten verstärkt und geschwächt; beides verursacht einen magnet-elektrischen Strom. Hierauf beruht die Einrichtung des Fernsprechers oder des Telephones.

**8. Der Fernsprecher** besteht aus zwei gleichen Teilen, welche durch Drähte miteinander in Verbindung stehen und von denen jedes als Ohrstück und als Mundstück dienen kann. In

jedem Teile befindet sich ein stabförmiger Magnet, der am vorderen Ende mit einer Drahtspule (B) umgeben ist. Die beiden Enden des Drahtes (C) stehen durch die Leitung (L) mit den beiden Drahtenden des andern Teiles in Verbindung. Vor dem Magneten ist eine kreisrunde, dünne, elastische Eisenplatte E befestigt und vor dieser ein hölzerner Schalltrichter (G). Spricht man in denselben hinein, so wird die Eisenplatte durch die Schallwellen in

Das Telefon.

Schwingungen versetzt. Infolge derselben nähert sie sich dem Magneten und entfernt sich von demselben in schneller Absehanderfolge. Bei jeder Annäherung und Entfernung der Platte wird der Magnetismus des Magneten verstärkt oder geschwächt, und dadurch wird in der Drahtspule ein elektrischer Strom erzeugt, welcher durch die Leitung zu dem andern Apparat geleitet wird. Hier verstärkt jeder Strom den Magneten mehr oder weniger nach seiner Stärke. Der Magnet zieht infolgedessen die Eisenplatte mehr oder weniger stark an und versetzt dieselbe dadurch in Schwingungen. Diese teilen sich der Luft mit und werden von derselben an unser Ohr getragen, welches sie als Schall empfindet. Die Fernsprecher der Post haben als Mundstücke einen etwas anders gebauten Apparat, welcher Mikrophon heißt.

**9. Die elektrische Eisenbahn** wird durch Elektrizität betrieben. Dieselbe wird in sogenannten Kraftmaschinen durch Dampf- oder Wasserkrust erzeugt und meist durch Drähte den Wagen zugeführt. Die Wagen haben einen Elektromotor, das ist eine Maschine, mittels welcher ein Rad durch Elektromagnetismus in Umdrehung gesetzt wird. Von hier wird die Bewegung auf die Räder des Wagens übertragen. Es findet also bei der elektrischen Eisenbahn eine Kraftübertragung statt. Die Wasser- oder Dampfkraft wird in Form von elektrischer Kraft zu dem Elektromotor geleitet und hier wieder in Triebkraft umgesetzt.

**10. Die elektrischen Strahlen.** Von einem elektrischen Funken gehen unsichtbare Strahlen nach allen Richtungen aus, welche sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes geradlinig im Raum verbreiten und wie das Licht durch Spiegel zurückgeworfen und durch Prismen gebrochen werden können. Mittels besonderer Apparate fängt man diese Strahlen auf. Hierauf beruht die Telegraphie ohne Draht oder die Funkentelegraphie. Sie wird besonders auf dem Meere angewandt, um Mitteilungen zwischen zwei Schiffen oder zwischen einem Schiffe und der Küste zu vermitteln.

**11. Die Röntgenstrahlen** sind ebenfalls unsichtbare Strahlen, welche aber ähnlich wie die Lichtstrahlen auf einer photographischen (lichtempfindlichen) Platte Wirkungen hervorbringen und dadurch nachgewiesen werden können. Sie gehen durch Haut und Fleisch und andere Körper hindurch, dagegen nicht durch Metalle und Knochen. Sie werden von Ärzten angewendet, um das Innere des Körpers zu photographieren und Knochenverletzungen oder Fremdkörper aufzufinden.

**12. Das Nordlicht** ist eine der prachtvollsten Naturerscheinungen. Es ist bei uns nur selten zu sehen, häufig dagegen in den Polarländern. Hier trägt es viel zur Erleuchtung der langen Winternächte bei. Es erscheint am Horizont wie ein heller Lichtbogen, der einen dunklen Raum umschließt. Von Zeit zu Zeit schießen von dem Lichtbogen rote, gelbe und violette Strahlenbündel aus, die sich zuweilen bis zum Zenith erstrecken und hier eine „Krone“ bilden. Mit dem Erdmagnetismus hängt das Nordlicht ohne Zweifel zusammen; denn es bewirkt heftige Schwankungen der Magnetnadel. Ebenso übt es einen störenden Einfluß auf den elektrischen Strom im Telegraphen aus, so daß derselbe beim Nordlicht nicht sicher arbeitet. Daraus scheint hervorzugehen, daß das Nordlicht eine magnetoelektrische Erscheinung ist. Doch ist uns seine Natur ebenso unbekannt wie das Wesen der Elektrizität und aller andern Naturkräfte.

„Ins Innere der Natur dringt kein erschaff'ner Geist.“

