

Erste Lehrstufe.

I. Abschnitt.

Von den Körpern im allgemeinen.

Aggregatzustände und allgemeine Eigenschaften.*)

§ 1. Feste, flüssige und luftförmige Körper. Wenn wir die Körper, d. h. die Gegenstände, welche wir durch unsere Sinne um uns her wahrnehmen, miteinander vergleichen, so ergeben sich manche Unterschiede hinsichtlich der Größe, der Gestalt, Farbe, Festigkeit, des Geschmackes, Geruches u. s. w. Trotz der Mannigfaltigkeit, welche uns hierbei entgegentritt, lassen sich doch auch gemeinsame Merkmale an den Körpern entdecken.

Die meisten Körper, z. B. die aus Stein, Metall, Glas, Holz, Kork u. s. w. bestehenden, stimmen darin überein, daß sie eine bestimmte Gestalt haben. Im Vergleich mit Wasser, Öl u. dgl. erscheinen sie uns *fest* oder *starr*. Wollen wir solche Körper teilen, oder etwa durch Druck oder Zug ihre Gestalt ändern, so leisten sie einen merklichen Widerstand, welcher bei dem einen Körper größer, bei dem anderen kleiner ist.

Die festen Körper haben eine bestimmte Gestalt und setzen der Veränderung ihrer Gestalt einen merklichen Widerstand entgegen.

Körper, wie Wasser, Öl, Quecksilber u. s. w., kennzeichnen sich dadurch, daß sich ihre Teile äußerst leicht gegeneinander verschieben lassen; wegen dieses geringen Widerstandes ihrer Teile können sie fließen und werden daher *Flüssigkeiten* genannt. In sehr geringen Mengen nehmen dieselben, wenn sie nicht durch Berührung mit festen Körpern daran verhindert werden, eine bestimmte Gestalt an, nämlich die Kugelform (Tropfen), was sich am Wasser z. B. beim Regen oder Tau, beim Besprengen staubiger Flächen u. s. w. deutlich zu erkennen giebt. In größeren Mengen dagegen nehmen sie die Gestalt der Gefäße an, in denen sie enthalten sind, und zeigen in ihrer Ruhelage überall,

*) Vgl. II. Lehrstufe § 51 ff.

wo sie nicht von der Gefäßwand begrenzt werden, eine ebene (wage-rechte oder horizontale) Oberfläche.

Die Oberfläche des Meeres erscheint, da sie einen sehr großen Teil der Erdoberfläche bildet, gekrümmt. Dies ist daran zu erkennen, daß von Schiffen, welche aus großer Ferne sich nähern, zunächst nur die Spitzen der Masten gesehen werden können.

Flüssigkeiten nehmen in kleinen Mengen die Kugelgestalt, in größeren die Gestalt der Gefäße an, in denen sie enthalten sind; bei einer Verschiebung ihrer Teile leisten sie einen kaum merklichen Widerstand.

Von den festen und flüssigen Körpern lassen sich nach bekannten Erfahrungen noch Körper unterscheiden, welche das auffällige Bestreben äußern, einen immer größeren Raum einzunehmen und in jedem ihnen dargebotenen, noch so großen Raume sich vollständig auszubreiten. Zu diesen als *luftförmig* bezeichneten Körpern gehört z. B. das Leuchtgas, das sich sehr leicht in Zimmern verbreitet, wenn etwa die Zuleitungsröhren undicht sind, ferner die in zahlreichen Getränken enthaltene Kohlensäure, durch welche die Stöpsel fest verschlossener Flaschen oft mit heftigem Knalle fortgeschleudert werden, desgl. Pulvergase, sowie die zum Betriebe der Dampfmaschinen dienenden Wasserdämpfe u. s. w. Der verbreitetste aller derartigen Körper ist die uns überall umgebende Luft.

Luftförmige Körper haben überhaupt keine eigene Gestalt, sondern sind ausdehnbar, d. h. sie haben stets das Bestreben, sich nach allen Richtungen auszudehnen und jeden ihnen dargebotenen Raum ganz auszufüllen.

Alles, was wir durch unsere Sinne wahrzunehmen vermögen, fassen wir zusammen in dem Worte Natur; die einzelnen sinnlich wahrnehmbaren Gegenstände werden Naturkörper, die drei Zustände (fest, flüssig, luftförmig), in denen sie auf der Erde vorkommen, Aggregatzustände¹⁾ genannt.

Die flüssigen Körper werden auch als tropfbar flüssige, die luftförmigen als ausdehnbar flüssige Körper bezeichnet.

Übungsstoff. 1. Nenne metallische K., bei denen der Widerstand, welchen sie einer Veränderung ihrer Gestalt entgegensetzen, sehr verschieden ist. — 2. Wie läßt sich dies nachweisen a. mit Hilfe von Werkzeugen, b. ohne besondere Hilfsmittel? — 3. Vgl. in dieser Beziehung auch K. miteinander, welche nicht aus Metall bestehen, und führe an, wodurch sich solche Unterschiede zu erkennen geben? — 4. Ein fester und ein flüssiger K. seien in mehrere Teile geteilt. Welcher wesentliche Unterschied zeigt sich, wenn man die Teile wieder miteinander in Berührung bringt? — 5. Ein Papierstreifen sei an einem Ende mit W. in Berührung gebracht und werde darauf langsam gehoben. a. Wie giebt sich dabei ein innerer Zusammenhang des W. zu erkennen? b. Bei welcher Haltung des Streifens tritt der Widerstand, den das W. einer Trennung seiner Teile entgegensetzt, am deutlichsten hervor? — 6. Wie läßt sich nachweisen, daß ein W.- oder Öltropfen der Veränderung seiner Gestalt einen Widerstand entgegensetzt? — 7. Eine Flasche ent-

¹⁾ aggregare, anhäufen.

halte eine Menge Luftblasen (Seifenschaum). Welche Ersch. wird eintreten, wenn man durch Ansaugen Luft aus der Flasche entfernt? — 8. Für welche Eigenschaft der Luft ist jene Ersch. ein Beweis; inwiefern? — 9. Warum kann man W. nicht ebenso (7.) aus einer Flasche entfernen, wohl aber Wasserdampf? — 10. Welcher K. ist auf der Erde in allen 3 Aggregatzuständen sehr verbreitet? — 11. Führe bekannte Erschn. an, welche beweisen, daß a. stark erhitzte Wasserdämpfe, b. die durch das Entzünden von Schießpulver und Sprengstoffen entstehenden Gase jene Eigenschaft (8.) in hohem Grade besitzen.

§ 2. Ausdehnung und Undurchdringlichkeit. Alle festen, flüssigen und luftförmigen Körper stimmen wiederum in gewissen Eigenschaften überein. Jeder feste Körper z. B. hat eine gewisse *Länge*, *Breite*, *Höhe* (Dicke oder Tiefe), er nimmt also einen Raum ein. Die flüssigen Körper füllen den Innenraum der Gefäße, in denen sie enthalten sind, ganz oder teilweise aus. Die luftförmigen Körper haben das Bestreben, jeden ihnen dargebotenen Raum ganz auszufüllen.

Jeder Körper nimmt einen Raum ein; er hat eine **Ausdehnung**.

Die Größe des von einem Körper eingenommenen Raumes nennt man sein Volumen, d. h. seinen Rauminhalt.

Als Maß für die räumliche Ausdehnung der Körper dienen allgemein die Würfel unserer Längenmaße (Fig. 1), d. h. des Meters, Decimeters (a b

Fig. 1.



der Figur), Centimeters (db) und Millimeters. Für Flüssigkeiten bildet das Kubikdecimeter oder Liter die Einheit.

Soll ein fester Körper an dieselbe Stelle gebracht werden, an welcher ein anderer fester Körper sich befindet, so muß letzterer vorher entfernt werden (Beispiel!). Ist ein Gefäß bis zum Rande mit einer Flüssigkeit gefüllt, so fließt diese beim Eindringen eines andern festen oder flüssigen Körpers über. Daß auch der von einem luftförmigen Körper erfüllte Raum nicht zugleich von anderen Körpern eingenommen werden kann, lehrt z. B. die bekannte Erscheinung, welche jedesmal eintritt, wenn ein Gefäß mit enger Öffnung, etwa eine Flasche, sich unter Wasser füllt (welche Ersch.?). Am deutlichsten tritt es hervor, wenn ein Gefäß umgekehrt etwa über einen Kork in eine Flüssigkeit eingetaucht wird (Versuch nach Fig. 2). Bei tiefem Eintauchen wird die eingeschlossene Luft hierbei durch das Wasser merklich zusammengedrückt.

Fig. 2.



An derselben Stelle, an welcher sich ein Körper befindet, kann nicht gleichzeitig ein anderer Körper sein; diese Eigenschaft der Körper wird **Undurchdringlichkeit** oder **Sperrigkeit** genannt.

Das, was den von einem Körper eingenommenen Raum ausfüllt, und sich dem Eindringen in diesen Raum widersetzt, wird als Stoff, Substanz oder Materie bezeichnet. Die Menge des Stoffes, welche den Raum eines Körpers erfüllt, heißt Masse des Körpers.

Bem. Man verwechsle die drei Ausdrücke **Ausdehnung**, **Ausdehnbarkeit** und **Ausdehnbarkeit** nicht miteinander. Ein Körper hat eine Ausdehnung, heißt: er nimmt einen Raum ein; er ist ausdehnbar, heißt: der Raum, welchen er einnimmt, läßt sich vergrößern (Kautschuk läßt sich auseinanderziehen u. s. w.); ein Körper ist ausdehnbar, bedeutet: er hat das Bestreben, einen immer größeren Raum einzunehmen (luftförmige Körper).

Auf der Undurchdringlichkeit oder Sperrigkeit der Luft

Fig. 3.



beruht die Anwendung der **Taucherglocken**, in denen Arbeiter mit den nötigen Werkzeugen in tiefe Gewässer hinabgelassen werden, um unter Wasser gewisse, längere Zeit erfordernde Arbeiten auszuführen, z. B. versunkene Gegenstände zu heben, Fundamente zu Wasserbauten herzustellen u. dgl. (Fig. 3). Eine Taucherglocke besteht aus einem großen eisernen Kasten, welcher oben mit starken Glasfenstern versehen und unten offen ist. Da die Luft in der Taucherglocke durch das Atmen der Arbeiter immer mehr verderben würde, so wird durch einen Schlauch beständig frische Luft von oben zugeführt. Unten kann die Luft ringsum entweichen. Zum Arbeiten außerhalb der Glocke trägt jeder Taucher einen luftdicht schließenden Anzug, welcher durch einen Schlauch mit der Glocke in Verbindung steht. — Die Anwendung solcher Tauchapparate ist auf gewisse Tiefen beschränkt, da die Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft mit der Tiefe zunimmt.

Die ersten Tauchapparate (erfunden 1716) hatten die Form einer Glocke, daher der Name **Taucherglocke**. In neuester Zeit werden meist nur Tauchanzüge angewandt. Hierbei trägt der Taucher zu längerem (mehrstündigem) Aufenthalte unter Wasser einen Luftbehälter auf den Rücken, welcher durch einen Schlauch mit der Luftpumpe verbunden ist; die ausgeatmete Luft kann durch Ventile entweichen.

Übungstoff. 1. Der Rauminhalt eines unregelmäßig gestalteten K., etwa eines Steines, läßt sich annähernd dadurch finden, daß man den K. an einem Faden in W. untertaucht. a. Wie müßte man weiter verfahren, wenn der Innenraum des Gefäßes seitlich durch Querstriche in cem geteilt wäre? b. Wie könnte man verfahren, wenn eine solche Teilung fehlte? — 2. In Holz kann man Nägel einschlagen, man kann es durchbohren u. s. w. Warum ist dies kein Beweis gegen die Undurchdringlichkeit des Holzes? — 3. Warum läßt sich für Luft diese Eigenschaft nicht ebenso einfach nachweisen, wie für Flgkn.? — 4. Begründe dieselbe aus dem Gebrauche der Taucherglocke. — 5. Ein Glaszylinder werde senkrecht in W. eingetaucht. Wie wird sich dabei der Stand des vom Cylinder eingeschlossenen W. verhalten, wenn der Cylinder a. an beiden Enden offen, b. oben verschlossen ist? Grund! — 6. Ein auf W. schwimmender Kork oder dergl. soll, ohne daß man ihn berührt, unter den Wasserspiegel im Gefäße hinabsinken. Wie läßt sich dies bewerkstelligen? (Fig. 2.) — 7. Welche Vorteile gewährt bei einer Taucherglocke die Zuführung von Luft? (In 10 m Tiefe würde der Luftraum nur halb so groß

sein.) — 8. Nut unter welcher Bedingung kann das in den offenen Trichter (Fig. 4) gegossene W. nicht hindurchfließen? Grund! — 9. Warum darf hierbei die Mündung der Trichterröhre nicht jede beliebige Weite haben? — 10. Was ergiebt sich hieraus (8. und 9.) für den Gebrauch des Trichters im praktischen Leben? — 11. Wodurch wird das beim Gebrauche eines Trichters oft entstehende zischende Geräusch hervorgerufen? — 12. Wenn die Flgk. in dünnem Strahle in den Trichter gegossen wird, so tritt jenes Geräusch nicht so leicht ein; w.? — 13. Wie läßt sich nachweisen, daß offene Gefäße, welche nach dem Sprachgebrauche als leer bezeichnet werden, in Wirklichkeit doch nicht leer sind?

Fig. 4.



§ 3. Trägheit oder Beharrungsvermögen. Zahlreiche Erfahrungen belehren uns darüber, daß ruhende Körper nicht von selbst in Bewegung geraten können, sondern einer äußeren Einwirkung bedürfen, damit sie den Ort, an welchem sie sich befinden, und ihre Lage gegen andere Körper ändern. (Beispiele!) Nur in wenigen Fällen hat es den Anschein, als ob eine solche Einwirkung nicht zu erfolgen brauchte. Damit z. B. ein Stein zur Erde falle, bedarf es keines äußeren Anstosses; eine Kugel vermag ohne Stofs auf schräger Bahn hinabzurollen u. s. w. Da jedoch sowohl der Stein als die Kugel erst auf die Höhe, aus der sie fallen, hinaufgehoben werden müssen, und hierbei einen Widerstand leisten, so schliessen wir, daß dieselbe Ursache, welche beim Heben des Körpers den Widerstand hervorruft, auch beim Fallen die Bewegung erzeugt.

Bei Körpern, welche sich in Bewegung befinden, macht es sehr häufig den Eindruck, als ob sie von selbst wieder zur Ruhe kämen. So kommt z. B. ein auf glatter Eisfläche fortgestossener Stein, jedes noch so schnell umlaufende Schwungrad, jede auf ebener Bahn fortrollende Kugel u. s. w. scheinbar ohne äußere Einwirkung wieder zur Ruhe. Es läßt sich jedoch in allen solchen Fällen nachweisen, daß äußere Hindernisse die Bewegung aufheben, sowie daß sich die Bewegung um so länger fortsetzt, je mehr diese Hindernisse beseitigt werden. Berücksichtigt man nämlich, wie lange ein und derselbe Körper bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit seine Bewegung fortsetzt, so ergiebt sich, daß die Beschaffenheit der Fläche, auf welcher der Körper gleitet oder rollt, einen wesentlichen Einfluß auf die Dauer der Bewegung ausübt (Reibung). Je glatter die Fläche ist, desto länger dauert die Bewegung. Ausserdem leistet auch die Luft, welche der Körper bei seiner Bewegung vor sich her verdrängen muß (bei Schiffen das Wasser), einen Widerstand. Hieraus läßt sich schliessen, daß jeder Körper seine einmal angenommene Bewegung unverändert beibehalten würde, wenn gar kein Hindernis für ihn vorhanden wäre. Beispiele von ununterbrochener Bewegung sind die Bewegungen der Himmelskörper.

Die Körper können weder von selbst in Bewegung geraten, noch eine Bewegung, die sie einmal angenommen haben, von selbst ändern:

Trägheit oder Beharrungsvermögen.

Jede Ursache, durch welche eine Änderung in dem Ruhe- oder Bewegungszustande eines Körpers hervorgerufen werden kann, wird Kraft genannt.

Infolge der Trägheit der Körper ist stets eine gewisse Zeit dazu erforderlich, daß Ruhe und Bewegung ineinander übergehen. Ein ruhender Eisenbahnzug kann nicht plötzlich schnell fahren, und umgekehrt. Zieht die Lokomotive anfangs zu stark an, so zerreißen die Verbindungsketten, weil die Bewegung sich nicht so schnell auf die Wagen übertragen kann; stoßen zwei schnell fahrende Züge gegeneinander, so werden oft ohne weitere Einwirkung des Dampfes Lokomotive und Wagen zertrümmert, da diese ihre Bewegung fortsetzen wollen. Schlägt eine abgeschossene Kugel gegen eine leicht bewegliche Thür, so wird diese durchlöchert, aber kaum merklich bewegt, da die Zeit der Einwirkung zu kurz ist u. s. w.

Übungsstoff. 1. Nenne Kräfte, welche im täglichen Leben zur Erzeugung von Bewegungen angewandt werden? — 2. Inwiefern hat man nach bekannten Erfahrungen sowohl auf die Schnelligkeit der Bewegung, als auf die Masse des K. Rücksicht zu nehmen, wenn man einen bewegten K. wieder zur Ruhe bringen will? Beispiel! — 3. Führe einige Fälle an, in denen ein K. durch einen geringen, aber andauernden Druck mit dem Finger sich leichter bewegen läßt, als durch einen kräftigen Schlag mit dem Hammer. — 4. Durch einen Wurf sei eine Fensterscheibe zersplittert, eine andere nur durchlöchert. Wie sind diese Erschn. zu erklären, wenn die Steine, mit denen der Wurf ausgeführt wurde, sich durch ihre Größe und Form nicht wesentlich unterscheiden? — 5. Nach welcher Seite fließt der Inhalt eines gefüllten Tellers leicht über, wenn man diesen schnell fortzieht? Erkl.! — 6. Auf einem Wagen fällt man leicht nach hinten über, wenn er plötzlich angezogen wird, dagegen nach vorn, wenn er plötzlich stillsteht. Erkläre dies. — 7. In welcher Richtung fällt man leicht zu Boden, wenn man von einem schnell fahrenden Wagen hinten so abspringt, daß der Rücken dem Wagen zugewandt ist? — 8. Wie kann man ohne große Gefahr von einem nicht zu schnell fahrenden Wagen abspringen, u. w.? — 9. Warum ist es gefährlich, bergab schnell zu laufen oder zu fahren? — 10. Welcher Gefahr ist ein Reiter ausgesetzt, wenn das Pferd im schnellsten Laufe plötzlich stillsteht, u. w.? — 11. Wie erklärt es sich, daß Kugeln noch fortfliegen, wenn das Pulver nicht mehr auf sie einwirken kann? — 12. Auf dem Deck eines schnell fahrenden Schiffes kann man einen senkrecht aufwärts geworfenen Ball vom Schiffe aus auch wieder auffangen, obgleich es doch scheint, als ob das Schiff darunter wegfahren müßte. Erkl.! — 13. Wie muß man verfahren, um von zwei aufeinander liegenden Büchern das untere so wegzuziehen, daß das obere, ohne berührt zu werden, liegen bleibt? Grund! — 14. Worüber kann der in Fig. 5 dargestellte, bekannte Versuch uns belehren? Beschreibung und Erkl.! — 15. Wie pflegt man Hämmer, Äxte u. s. w. auf ihren Stielen zu befestigen? Erkl.!

Fig. 5.



Wirkungen der Schwerkraft.*)

§ 4. Schwere. Wenn man einen festen Körper, etwa einen Stein, frei in der Hand hält, so empfindet man einen **Druck**; hält man den Körper frei an einem Faden, so ist ein **Zug** bemerkbar. Schraubenförmig gewundene Drähte, elastische Schnüre u. dgl. strecken sich, wenn Körper frei daran aufgehängt werden (Fig. 6, folg. Seite). Druck und Zug sind abwärts gerichtet und bei verschiedenen Körpern von ungleicher Stärke. (Beispiele!) — Wird dem unterstützten Körper seine Unterlage

*) Vgl. II. Lehrstufe, § 56.

entzogen, so fällt er in derselben Richtung, in der er vorher den Druck ausübte, zur Erde, wie der aufgehängte Körper sich selbst überlassen in der Richtung des ausgeübten Zuges niederfällt.

Die Richtung, welche der Faden (AB, Fig. 7) eines frei aufgehängten Körpers in seiner Ruhelage hat, wird **senkrecht**, auch **lotrecht** oder **vertikal**¹⁾ genannt; dieselbe bildet mit der Oberfläche (CD) stillstehenden Wassers rechte Winkel ($\sphericalangle m = n = 1 R$).

Die gleichen Wahrnehmungen machen wir bei den Flüssigkeiten. Jedermann weiß, daß ein Gefäß nicht so leicht gehoben werden kann, wenn es mit einer Flüssigkeit gefüllt, als wenn es leer ist. Der Druck oder Zug, welchen wir beim Heben des Gefäßes empfinden, ist ebenfalls abwärts gerichtet und um so größer, je mehr Flüssigkeit das Gefäß enthält. Regentropfen fallen bei ruhiger Luft in derselben Richtung herab, in der ein frei fallender Stein sich gegen den Boden hin bewegt u. s. w.

Die luftförmigen Körper lassen jene Eigenschaft zwar nicht so leicht erkennen, doch weisen gewisse allgemein bekannte Erscheinungen deutlich darauf hin, daß auch ihnen dieselbe zukommt, namentlich liefert die Anwendung sehr empfindlicher Wagen einen sicheren Beweis dafür. Taucht man z. B. eine Röhre in Wasser ein, so steigt dieses darin hinauf, sobald man die Luft etwa durch Ansaugen oder Aufziehen eines Kolbens aus der Röhre entfernt (Trinken durch einen Strohhalm, Füllen einer Handspritze u. s. w.). Wir schließen hieraus, daß die auf dem Wasser ruhende Luft einen Druck auf dasselbe ausübt, und finden die Richtigkeit dieses Schlusses dadurch bestätigt, daß leichte, verschlossene Gefäße (z. B. ein Glasballon) auf eine empfindliche Wage einen merklich stärkeren Druck oder Zug ausüben, wenn sie mit einem luftförmigen Körper gefüllt, als wenn sie leer sind. (1 Liter der uns umgebenden Luft wiegt etwas mehr als 1 ccm Wasser.)

Wegen der Kugelgestalt der Erde müssen jene Richtungen des Druckes, Zuges und freien Falles der Körper im *Mittelpunkte der Erde* zusammentreffen.

Alle Körper auf der Erde sind **schwer**, d. h. sie haben das Bestreben, sich geradlinig dem Mittelpunkte der Erde zu nähern. Ein unterstützter oder frei aufgehängter Körper übt daher einen senkrechten Druck oder Zug aus; ein nicht unterstützter Körper fällt senkrecht abwärts.

¹⁾ vertex, Scheitel, Gipfel.

Fig. 6.

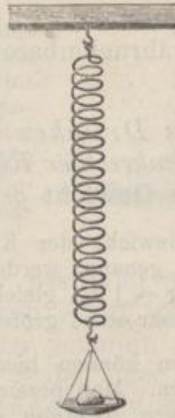
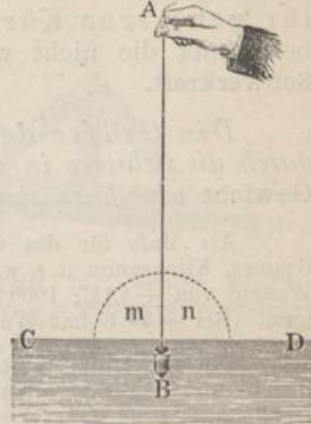


Fig. 7.



Da die oben angeführten Erscheinungen überall auf der Erde vorkommen, und selbst aus bedeutenden Höhen Körper zur Erde niederfallen (in die Höhe geschossene Kugeln, aus Vulkanen geschleuderte, glühende Massen u. s. w.), so nimmt man an, daß die Erde alle zu ihr gehörigen Körper aus jeder Entfernung anzieht, und bezeichnet die nicht wahrnehmbare Ursache dieser Erscheinungen als **Schwerkraft**.

Die Größe des Druckes oder Zuges, welchen ein Körper durch die Schwere in senkrechter Richtung ausübt, wird sein absolutes Gewicht oder kurz sein Gewicht genannt.

Als Maß für das Gewicht der Körper dienen Gewichtseinheiten, welche Gramm, Kilogramm u. s. w. genannt werden. 1 g ist das Gewicht von 1 ccm reinen Wassers von +4° C; 1000 g = 1 kg, gleich dem Gewicht von 1 Liter solchen Wassers. (Bei +4° C hat Wasser seine größte Dichtigkeit.)

Die Gewichtseinheiten können hiernach zugleich als einfachstes Maß für Druck- und Zugkräfte dienen. Man bezeichnet daher auch als *Krafteinheit eine Kraft, welche in ihrer eigenen Richtung einen ebenso großen Druck oder Zug zu bewirken vermag, wie 1 kg in senkrechter Richtung ausübt.*

Bem. Die beiden Ausdrücke **Schwere** und **Gewicht** dürfen nicht miteinander verwechselt werden, da Schwere die Ursache, Gewicht dagegen die Wirkung bezeichnet. Ein Körper von bedeutendem Gewichte würde demnach gegen den Sprachgebrauch als gewichtig und nicht als schwer zu bezeichnen sein.

Eine allgemeine und sehr nützliche Anwendung findet die Schwere bei unseren Wanduhren, bei denen die Gewichtstücke durch den Zug, welchen sie ausüben, das Räderwerk in Bewegung halten.

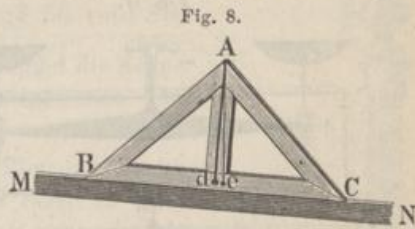
Die **Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Trägheit** und **Schwere** sind, da sie allen Körpern ohne Ausnahme zukommen, **allgemeine Eigenschaften** der Körper.

Übungsstoff. 1. Nenne feste K., welche bei gleicher Größe einen sehr ungleichen Druck oder Zug ausüben. — 2. Wie läßt sich letzteres mittelst eines dünnen Stahlstabes sichtbar nachweisen? — 3. Wie läßt sich mit Hilfe eines gewundenen Drahtes (Fig. 6) oder einer elastischen Schnur untersuchen, ob 2 K. gleiches Gewicht haben? — 4. Wie ferner, ob das Gew. eines K. a. das Doppelte, b. das Dreifache, c. das Vierfache von dem Gew. eines anderen K. beträgt? — 5. Bei derartigen Gewichtsbestimmungen kommt eine sehr wichtige besondere Eigenschaft der K. zur Anwendung, welche *Elasticität**) genannt wird. Worin besteht dieselbe nach dem Verhalten, welches Stahlstab, Draht und Schnur dabei zeigen? — 6. Wv. wiegt a. 1 ccm, b. 1 Liter, c. 1 cbm W.? — 7. Welche Richtung hat die Oberfläche einer Flgk. in einem schräg stehenden Gefäße? — 8. Warum kann ein frei hängendes Lot nicht mit der Oberfläche aller Gewässer nach jeder Richtung rechte Winkel bilden? — 9. Was wird eintreten, wenn man das Gewichtstück einer Wanduhr ein wenig aufhebt, u. w.? — 10. In einer langen Glasröhre soll eine Bleikugel so hinabfallen, a. daß sie die Röhre während des Fallens nicht berührt, b. daß man sie darin hinabrollen hört. Wie ist dies auszuführen? — 11. Wie erklärt es sich, daß in die Höhe geschossene Kugeln wieder zur Erde zurückkommen? — 12. Was sollte man nach § 3 von denselben eigentlich erwarten, u. w.? — 13. Warum können die Fallrichtungen zweier weit voneinander entfernten K. nicht parallel sein? — 14. Welche Richtung haben zwei viele Meilen voneinander entfernte Türme gegeneinander, u. w.?

*) Vgl. II. Lehrstufe, § 53.

§ 5. Lot und Wage. *) Zur Bestimmung der senkrechten Richtung wird im täglichen Leben das sogen. Lot angewandt. Es besteht aus einer Schnur, an deren unterem Ende eine Bleikugel oder ein walzenförmiges, nach unten zugespitztes Stück Messing befestigt ist (AB, Fig. 7).

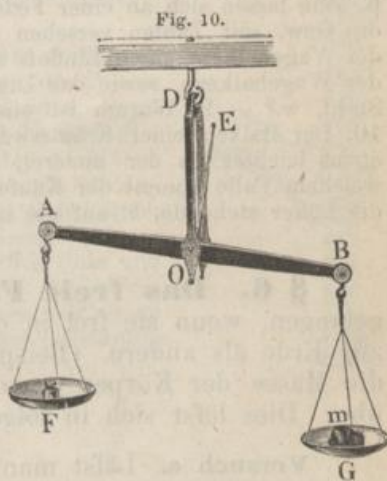
Um zu beurteilen, ob ein Gegenstand senkrecht steht, hält man das Lot daneben und vergleicht die Richtung des Gegenstandes mit der Richtung der Schnur. — In Verbindung mit einem hölzernen Gestelle von der Form eines gleichschenkligen Dreieckes läßt sich das Lot in vielen Fällen auch zur Bestimmung der wagerechten Richtung anwenden (Setzwage, Fig. 8).



Das Gewicht der Körper bestimmt man mit einer **Wage**, deren wesentlichster Teil entweder von einem schraubenförmig gewundenen Stahldrahte, auch Schraubenfeder genannt, oder von einem unbiegsamen, wie eine Wippe drehbaren Stabe oder Balken gebildet wird. Man unterscheidet hiernach Federwagen und Balkenwagen.

a. Die **Federwage**. Die Schraubenfeder derselben ist gewöhnlich in ein walzenförmiges Gehäuse eingeschlossen, das zur Angabe des Gewichtes

entweder selbst mit einer numerierten Teilung versehen ist (Fig. 9), oder vorn eine kreisförmige Scheibe trägt, auf deren Rande ein Zeiger das Gewicht anzeigt. Je nachdem die Wage zum Stehen oder Hängen eingerichtet ist, befindet sich die Wagschale oben auf einem Stabe oder sie ist unten an Ketten so befestigt, daß die Feder durch die Last zusammengedrückt wird.

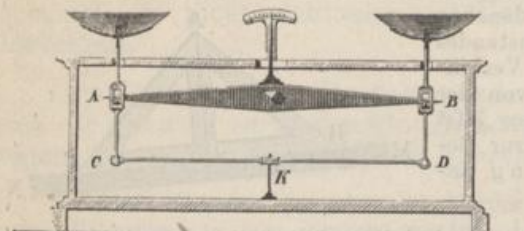


b. Die **gemeine Krämerwage** (Fig. 10). Sie ist von den Balkenwagen die gebräuchlichste. Der unbiegsame Balken derselben (Wagebalken, AB) ist in seiner Mitte in einer gabelförmigen Schere (DO) so aufgehängt, daß er sich um eine quer gerichtete Achse sehr leicht drehen läßt und nach jeder Bewegung in wagerechter Lage zur Ruhe kommt. Die Achse ist entweder rund oder unten zugespitzt (Fig. 11, folg. Seite). Senkrecht über derselben ist auf dem Wagebalken die stabförmige Zunge (EO) befestigt, welche anzeigt, ob der Balken genau wagerecht steht. An den Enden des Wagebalkens hängen zwei Schalen, von denen die eine für die Gewichtstücke, die andere für die Ware bestimmt ist. Bei wagerechter Stellung des Balkens geben die Gewichtstücke das Gewicht der Ware an.

*) Vgl. II. Lehrstufe, § 69.

Letzteres läßt sich dadurch nachweisen, daß man die Ware (m) bei wagerechter Stellung des Wagebalkens (Fig. 10) mit einem andern Körper (z. B. Bleischrot) vertauscht, welcher an der Stellung des Balkens nichts ändert, und darauf die Ware an Stelle des Gewichtstückes auf die andere Schale legt. Wie ist hierbei zu schließsen?

Fig. 11.



tragen. Bei horizontaler Lage der Balken ist Gleichgewicht vorhanden.

Zum bequemen Abwägen von Waren wird im Haushalt vielfach die **oberschälige Tafelwaage** (erfunden von Roberval) gebraucht (Fig. 11). Dieselbe besteht in der Hauptsache aus zwei um ihre Mittelpunkte drehbaren Balken (AB und CD), welche durch zwei senkrechte Stangen (AC und BD) zu einem beweglichen Parallelogramm verbunden sind und oben die Wagschalen

Übungstoff. 1. Wie läßt sich ermitteln, ob eine Mauer senkrecht steht? — 2. Welchen Zweck hat die Spitze unten am Lot? — 3. Desgl. die Linie, welche an der Setzwaage die Spitze des Dreiecks mit der Mitte verbindet? — 4. Wie läßt sich eine Setzwaage auf ihre Richtigkeit prüfen? — 5. Beim Gebrauche der Setzwaage wird gewöhnlich eine Latte (Richtscheit) zu Hülfe genommen; w.? — 6. Wie lassen sich an einer Federwaage die Punkte bestimmen, welche zur Angabe des Gew. mit Zahlen versehen sind? — 7. Inwiefern kann die Form der Achse des Wagebalkens einen Einfluss auf den Gang der Waage ausüben? — 8. Die Achse des Wagebalkens, sowie das Lager desselben bestehen gewöhnlich aus sehr hartem Stahl, w.? — 9. Warum ist eine Krämerwaage ohne Zunge weniger brauchbar? — 10. Der Balken einer Krämerwaage stehe unbelastet schräg (der eine Arm sei etwas leichter als der andere), nach der Belastung dagegen wagerecht. In welchem Falle kommt der Käufer, resp. Verkäufer zu kurz, wenn die Ware a. auf die höher stehende, b. auf die tiefer stehende Schale gelegt war?

§ 6. Das freie Fallen der Körper. *) Manche Körper gelangen, wenn sie frei in der Luft fallen, aus gleicher Höhe schneller zur Erde als andere. (Beispiel!) Es hat hiernach den Anschein, als ob die Masse der Körper einen Einfluss auf die Fallgeschwindigkeit ausübe. Dies läßt sich in folgender Weise prüfen:

Versuch a. Läßt man eine wagerecht gehaltene Münze mit einem darauf gelegten Stückchen Papier frei fallen, so kommen beide Körper gleichzeitig unten an; fallen die beiden Körper neben- oder nacheinander, so bleibt das Papier weit zurück. — Erklärung:

Jeder in der Luft fallende Körper muß offenbar die Luft vor sich her verdrängen. Dies kann die Münze leichter als das Papier, da sie im Verhältnis zu ihrer Oberfläche ein bedeutend größeres Gewicht hat. Liegt nun das Papier auf der Münze, so wird es durch die Luft am Fallen nicht verhindert, denn die Münze verdrängt die Luft vor dem Papier her. Der Widerstand der Luft ist demnach die Ursache, daß das Papier für sich allein nicht ebenso schnell fiel als die Münze. Die Richtigkeit dieser Folgerung wird dadurch bestätigt, daß z. B. in einer mit der Luftpumpe möglichst luftleer gemachten Glasröhre

*) Vgl. II. Lehrstufe, § 73.

(Fallröhre, Fig. 12) das kleinste Papierschnitzelchen kaum merklich langsamer fällt als z. B. eine Bleikugel. Dies führt zu dem Satze:

Im luftleeren Raume fallen alle Körper (an demselben Orte) gleichschnell (vergl. §§ 56 und 88).

Ähnliche Erscheinungen wie diejenigen, welche die Körper beim Fallen in der Luft zu erkennen geben, zeigen sich auch beim Fallen der Körper im Wasser.

Versuch b. Läßt man etwa ein Stück Blei und ein ungefähr ebenso großes Stück Kreide von gleicher Form in einem hohen, mit Wasser gefüllten Glasgefäße zugleich nebeneinander fallen, so bleibt die Kreide hinter dem Blei zurück. — Was würde hiernach in ebenso tiefem fließenden Wasser erfolgen?

Hierauf beruht die Fortbewegung von Gesteinsmassen durch die Flüsse, wobei die leichten, sandigen Teile am weitesten gelangen; die sogen. Goldwäsche und das Schlämmen der in Pochwerken zerkleinerten Erze, das den Zweck hat, die metallhaltigen Teile von den übrigen Mineralteilen zu trennen; ferner das Schlämmen des Ackerbodens, wodurch sich der Gehalt des Bodens an Kies, Sand, Thon u. dgl. ermitteln läßt.

Übungsstoff. 1. Welcher Einwand könnte gegen die Erklärung des obigen Versuches erhoben werden, wenn das Papier vorher angefeuchtet würde? — 2. Was würde eintreten, wenn das Papier an einer Seite über den Rand der Münze hervorragte, u. w.? — 3. Angenommen, man legte das Papier unter die Münze und ließe dann beide K. fallen; würde dann der Versuch das Angeführte beweisen? Grund! — 4. Warum fliegen Spitzkugeln bei gleicher Pulverwirkung weiter als runde Geschosse? — 5. Werden ein Stück Blei und ein ebenso großes Stück Holz und Kork in der Luft gleichschnell fallen? Grund! — 6. Durchströmt ein Fluß, welcher reich an Gesteinsteilchen ist, einen großen und tiefen See, so fließt er aus demselben fast vollständig geklärt ab; w.?

Fig. 12.



II. Abschnitt.

Gleichgewicht und Bewegung der Körper.

(M e c h a n i k.)

A. Von den festen Körpern.

Einfache Maschinen.*)

§ 7. Der Hebel. Wenn Körper von bedeutendem Gewichte, z. B. schwere Steine, Baumstämme u. dgl., ein wenig gehoben oder fort-

*) Vgl. II. Lehrstufe, § 68.