



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Handbuch der Physik zur Selbstbelehrung für jedermann

Spiller, Philipp

Berlin, 1865

Zweiter Abschnitt. Von den Zuständen der Körper.

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

die Gesundheit unumgänglich nothwendig ist. Man schätzt ihre Anzahl auf einem Quadratfusse zu 1000, so daß ein erwachsener Mensch von 15 Quadratfuß Oberfläche deren gegen 2 Millionen haben würde. Wenn nicht etwa durch Erkältung oder andere Umstände die Poren mehr oder weniger geschlossen sind und so die Hautthätigkeit oder der Verkehr des Körpers mit der Außenwelt theilweise unterbrochen ist; so verdunstet man, namentlich bei trockener Luft, durch sie binnen 24 Stunden durchschnittlich 15840 Gran. Es ist also kein Wunder, daß man bei trockener und warmer Luft, wo unsere Verdunstung so lebhaft ist, durstig wird. Man saugt aber unter Umständen auch Feuchtigkeit aus der Luft ein, wie bei feuchten Nebeln, besonders aber während des Badens. Daher kommen die heilsamen Wirkungen der Mineralbäder, die Erfolge der Salben und anderer Einreibungen.

Es ist im praktischen Leben häufig theils aus Rücksichten für die Gesundheit, theils zur Ersparniß erwünscht, Gegenstände recht locker zu bekommen, z. B. Gebäcke oder in der Kocherei etwa Klöße. Zu diesem Zwecke versieht man den zu backenden oder zu kochenden Gegenstand entweder mit einem luftentwickelnden Stoffe, mag es nun durch Gährung, wie bei den Hefen, oder durch Auflösung, wie bei dem Natrium geschehen oder man vermengt ihn mit einem anderen, an dessen Theilen viele Luft anhaftet, wie bei dem zu Schaum geschlagenen Weiszei. Auf solche Weise macht man diese Körper porös.

Zweiter Abschnitt.

Von den Zuständen der Körper.

Ruhe und Bewegung.

Es gibt für jeden Körper als Ganzes sowie für seine Molekel und Atome nur zwei Zustände, nämlich Ruhe und Bewegung. Die Ruhe ist das Festhalten des Ortes im Raume, Bewegung das Aufgeben desselben.

Die Körper sind Gruppen von Molekeln, die Molekel Gruppen von Atomen. Wenn ein Regentropfen fällt, so bewegt sich ein ganzer Körper; wenn wir sehen, daß in einem sehr engen, offenen und reinen Glasröhrchen, welches in reines Wasser gestellt worden ist, oder in einem Stück Zucker, dessen Spitze man ins Wasser getaucht hat, das Wasser darin höher steigt, als es außerhalb steht, so ist dies eine Molekularerscheinung; wenn endlich ein auf Wasser gelegtes Stückchen Kaliummetall sich so heftig mit dem Sauerstoffe des Wassers verbindet, wobei der Wasserstoff des Wassers entweicht, daß eine Flamme entsteht, oder wenn man zu konzentrierter Schwefelsäure etwas Wasser gießt, wobei

Wärme entsteht, oder wenn aus Schwefel und Quecksilber der Zinnober gebildet wird, so sind diese Erscheinungen Atombewegungen.

Wir pflegen zu sagen, daß die Sonne, abgesehen von der in $25\frac{1}{2}$ Tagen stattfindenden Drehung um ihre Ase, keine Bewegung habe, und daß nur die zu ihr gehörigen Haupt- und Nebenplaneten, so wie die Kometen sich um sie bewegen. Es ist aber falsch, weil das ganze Sonnensystem nach einem Zentralgestirn, nämlich den Plejaden, sich bewegt, und so haben auch alle übrigen früher für unbewegt gehaltenen Fixsterne eine Bewegung im Weltraume.

Daraus ergibt sich also, daß wir in der Natur gar keine absolute Ruhe haben, und es wäre in der That auch Ruhe ihr Untergang oder Tod.

Wenn auch ein ganzes Haus auf seiner Stelle bleibt und nicht, wie es in Amerika schon häufig gemacht worden ist, auf einen anderen Ort geschafft wird, so ist es doch nicht in absoluter Ruhe, sondern es theilt die Bewegungen der Erde und es erfährt überdies noch von jedem vorüberfahrenden Wagen oder durch Arbeiten in seinem Innern mehr oder minder große Erschütterungen.

Wir können also nur von relativer Ruhe sprechen, welche dann vorhanden ist, wenn nämlich ein Körper und seine Theile den Ort in Beziehung auf die Orte anderer, ihn umgebender Körper nicht verändern. Wenn ein Fahrzeug stromabwärts in jeder Sekunde 2 Fuß fährt und ein Mensch in ihm in jeder Sekunde 2 Fuß stromaufwärts geht; so wird es einem Beobachter an dem einen Ufer scheinen, als ob der Mensch ruhe, denn er wird seine Lage, oder den relativen Ort gegen einen Gegenstand am jenseitigen Ufer nicht verändert sehen. Wäre aber der Beobachter im Fahrzeuge, oder bezöge er wenigstens den Ort jenes Menschen auf die Gegenstände des Fahrzeuges, so würde er an der Bewegung desselben gar nicht zweifeln, weil er erkennt, daß er seinen relativen Ort im Fahrzeuge verändert.

Da sich die Ruhe und Bewegung entweder auf einen Körper als Ganzes oder auf seine Theile, oder auf beides beziehen kann, so sind eigentlich vier Fälle denkbar. Z. B. 1) ein Dampfschiff kann ungeheizt ruhen; 2) es kann geheizt in Bewegung sein; 3) es kann ungeheizt fortgetrieben werden; 4) es kann geheizt und, im Innern in Bewegung, festgehalten werden.

Wir erkennen überhaupt nur dann Bewegung, wenn eine relative Ortsveränderung stattfindet, die sich auch an den Bildern in unserm Auge widerspiegelt; aber darüber werden wir sehr häufig getäuscht, welcher von zwei Gegenständen sich bewegt, und welcher in Ruhe ist.

Sitzen wir in einem ruhenden Eisenbahnwagen und sehen auf einen dicht vorüberfahrenden Zug, ohne einen andern Gegenstand anzublicken; so glauben wir selbst in entgegengesetzter Richtung zu fahren und halten dafür, daß der fahrende Zug still steht. Können wir aber noch auf

Gegenstände neben oder hinter dem fahrenden Zuge sehen, so verschwindet die Täuschung.

Ähnlich verhält es sich, wenn wir von einer Brücke herab auf einen schnell dahin fließenden Strom sehen, zumal wenn sich auf seiner Oberfläche kleinere Gegenstände befinden. Zudem wir unser Auge immerfort auf neue von oben herab schwimmende Gegenstände wenden, glauben wir selbst ihnen entgegen zu kommen.

Man hat diese Täuschung auch künstlerisch verwerthet. Wenn man nämlich das Gemälde einer Küste von ziemlicher Ausdehnung langsam und regelmäßig ohne Anstoß vor einem Beschauer auf einer nachgemachten ruhenden Gondel vorüberzieht und dem Auge jeden anderen Anhaltspunkt entzieht; so glaubt man in der That eine recht angenehme Küstenreise zu machen. Das ist ein Panorama.

Die entgegengesetzte Täuschung, nämlich daß wir zu ruhen glauben, während wir wirklich in Bewegung sind, kommt vor, wenn wir auf einem glatten Wasserspiegel stromabwärts fahren und dabei die Gegenstände des einen Ufers auf Gegenstände eines entfernteren Hintergrundes beziehen. Es treten die näheren Punkte des Ufers schneller aus unserem Gesichtskreise nach hinten als die entfernteren, und deshalb scheinen die ersteren allein sich rückwärts zu bewegen, während wir zu ruhen glauben.

Die großartigste Täuschung, deren Nachweis als solche die härtesten Kämpfe gegen theologische Vorurtheile gekostet hat, findet statt, indem wir uns ohne den leisesten Anstoß auf unserm großen Erdschiffe um die Sonne bewegen und durch die Sinnestäuschung veranlaßt werden zu glauben, daß die Sonne stillsteht und die Erde, sowie die ganze scheinbare Himmelskugel, um sie sich bewegt.

Abgesehen von Täuschungen, welchen wir bei der Beurtheilung der Bewegungs- und Ruhezustände der Körper ausgesetzt sind, wird das Erkennen der wirklichen Thatsachen noch durch die Unvollkommenheiten unserer Organe erschwert. Wir wissen es z. B. mit Bestimmtheit, daß sich der Stundenzeiger unserer im Gange befindlichen Uhr bewegt, aber wir sehen die Bewegung nicht sofort, sondern erkennen sie erst nach einer längeren Zwischenzeit oder: wir wissen mit Bestimmtheit, daß die Kugel aus einem abgeschossenen Gewehre sich vorwärts bewegt, aber es ist uns unmöglich, sie fliegen zu sehen. Wir können bei einem Saiteninstrumente sehr wohl noch erkennen, daß sich eine Saite bei Angabe eines tiefen Tones bewegt; wird sie aber bei derselben Spannung sehr verkürzt und genöthigt, einen sehr hohen Ton zu erzeugen, wie etwa auf der E-Saite der Violine, so können wir ihre Bewegungen nicht mehr erkennen.

Wir können also, wie schon angedeutet worden ist, weder allzu langsame, noch allzu rasche Bewegungen noch erkennen.

Diese Bemerkung mahnt uns zur größten Vorsicht bei der Aufsuchung der Gründe für eine Erscheinung und bei der Beurtheilung des

thatfächlichen Vorganges derselben. Wir sehen z. B., daß ein Magnet eine gewisse Stelle eines anderen Magneten anzieht, eine andere Stelle desselben abstößt. Worin besteht der Grund für die Verschiedenheit dieser Vorgänge? — Wir wissen, daß beim Telegraphiren in dem Drahte etwas vorgehen muß; aber, welches ist dieser Vorgang? In solchen Fällen können uns nur Schlüsse aus ähnlichen Vorgängen und eine genaue Vergleichung scheinbar verschiedenartiger Erscheinungen auf die Spur helfen.

Bewegungsarten.

Läßt man einen frei gehaltenen Stein los, so bewegt er sich in einer geraden Linie nach der Erdoberfläche, und der ganze Körper, so wie jeder seiner Theile, hat eine fortschreitende Bewegung: jeder Theil verläßt seinen ursprünglichen Ort und es tritt keiner einen Rückweg an. Eine eben solche Bewegung hat ein Eisenbahnzug, welchen eine Lokomotive hinter sich schleppt. In diesem Falle kann die Bahn in einer geraden oder auch in einer krummen Linie gehen; also giebt es eine geradlinig und eine krummlinig fortschreitende Bewegung.

Bei der krummlinig fortschreitenden Bewegung kann der Körper, ohne rückgängig zu werden, auf den Anfangspunkt der Bahn kommen und dann ist sie eine cirkulirende, wie es bei einem Punkte eines Rades der Fall ist, welches sich um eine durch seine Mitte gehende feste Axe dreht. Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne ist auch cirkulirend; man nennt sie wohl auch die Revolution der Erde um die Sonne.

Das Pendel einer Uhr bewegt sich so, daß jeder seiner Punkte einen Kreisbogen in abwechselndem Hin- und Rückgange zurücklegt und dies ist eine schwingende Bewegung. Diese Bewegung kann auch in gerader Richtung gedacht werden. Jede tönende Saite schwingt mit ihren Theilen und als Ganzes. Eine Schwingung besteht aus dem Hin- und dem Rückgange.

Wenn ein Körper sich so bewegt, daß alle seine Theile von einer gewissen, sich nicht bewegenden Linie dieselbe bestimmte Entfernung in einer Ebene behalten und somit Kreislinien beschreiben, so ist die Bewegung eine rotirende oder eine Axendrehung, eigentlich Drehung um eine Axe, indem jene fest gedachte Linie die Axe (Drehungsaxe) heißt.

Das Stück Thon, welches der Töpfer auf seiner Scheibe drehend zu einem Gefäße formt, hat eine Axendrehung; ebenso der Körper, welcher vom Drechsler zu einem Cylinder, Regel u. s. w. umgeformt wird; die Flügel der Windmühle, der Schleifstein des Schleifers u. s. w.

Alle Bewegungen, welche in der Natur und im praktischen Leben vorkommen, sind mehr oder weniger zusammengesetzte. Unsere Erde dreht sich täglich um ihre Axe, aber zugleich jährlich um die Sonne, mit ihr

fort in den Weltraum und hat mit ihrer Aze dabei noch eine kleine schwingende Bewegung, welche man Nutation nennt. — Während ein Wagen eine fortschreitende Bewegung hat, besitzen die Räder noch eine rotirende, so daß mit Ausnahme des Mittelpunktes jeder Punkt eines solchen Rades mit Beziehung auf die Bewegungen der Erde eine sechs-fache Bewegung hat, abgesehen von den Schwankungen auf unebenem Boden. Bei einem gezogenen Wagen ist die drehende Bewegung eine Folge der fortschreitenden, bei einer Lokomotive ist es umgekehrt; in vielen anderen Fällen sind die drehende und fortschreitende Bewegung ganz unabhängig von einander, z. B. bei einer abgeschossenen Kugel, welche durch die Züge des Laufes in Drehung versetzt worden ist, oder bei einer Billardkugel, welche durch einen Seitenstoß beim Vorwärtsgehen sich um eine lothrechte Aze dreht.

In Buffalo sah ich, wie durch eine kleine Dampfmaschine aus einem vierkantigen Holzstücke in wenigen Minuten ein vollkommener Schuhmacherleisten gedreht wurde. Das Holz hatte hierbei eine drehende, eine fortschreitende und in angemessenen Zeitpunkten eine Seitenbewegung, um sich dem drehenden Eisen darzubieten und wieder zu entziehen.

Umwandlung der Bewegungsarten.

Bei einem Spinnrade wird durch wiederholt in gleichen Zeiten auf das Treibrett erfolgende Drucke dieses (als einarmiger Hebel anzusehende) Brett in eine schwingende Bewegung versetzt; eine daran befindliche Stange verwandelt dieselbe in eine drehende Bewegung des großen Rades; eine um den Umfang des letzteren und den Umfang einer kleineren Kreisscheibe gelegte und mäßig angelegte Schnur trägt die Bewegung des großen Rades auf diese Scheibe über, wodurch die Schnelligkeit der Umdrehung derselben vermehrt wird u. s. w. Ganz ähnlich ist die Umwandlung der Bewegungsarten bei den kleinen Schleifmaschinen.

An dem Pumpenbrunnen wird die schwingende Bewegung des Schwengels in eine gradlinig auf- und absteigende des Kolbens verwandelt.

Der Kolben oder Stempel in dem Dampfzylinder einer Lokomotive hat eine gradlinig schwingende Bewegung, die gegliederte Kolbenstange verwandelt sie durch die Art der Befestigung am großen Triebrade in eine Axendrehung dieses Rades, und die ganze Lokomotive giebt dem Bahnzuge eine fortschreitende Bewegung.

Ist das Gehgewicht einer Wanduhr aufgezogen, so hat es beim Fallen eine geradlinig fortschreitende Bewegung, die Schnur oder Kette daran bringt in dem Räderwerke eine drehende und durch den Haken eine schwingende des Pendels hervor. In den Taschenuhren ist neben

den drehenden Bewegungen der Räder noch eine schwingende der sogenannten Unruhe.

Die fortschreitende Bewegung des Wassers oder Windes bringt durch Räderwerke und andere Maschinentheile theils drehende, theils in verschiedener Weise schwingende Bewegungen hervor: man mahlt Getreide, zerschneidet Holz, durch gerade und durch Kreisfägen, zerstampft feste Gegenstände, man spinnet, man webt, es entsteht Wärme, durch welche man Wasser zum Kochen bringen könnte; der daraus entwickelte Dampf ließe sich zur Erzeugung von Elektrizität benutzen, durch diese erhielte man elektrische Funken mit Schall oder man könnte dadurch Magnete erzeugen oder das Wasser und andere zusammengesetzte Körper zerlegen. So bringt die im fließenden Wasser liegende Kraft Erscheinungen hervor, welche keine Spur von Ähnlichkeit zu haben scheinen, die wir alle aber als verschiedene Bewegungsercheinungen werden kennen lernen. Denn Bewegung eines Stoffes kann an einem anderen Stoffe wieder nur Bewegung erzeugen, nie einen neuen Stoff.

Bei Maschinen wird in diesen und in unzähligen andern Fällen entweder durch das unmittelbare Ineinandergreifen der Theile, oder durch eine Leitung mittelst einer Schnur, eines Taues, Riemens, einer Kette auf eine Entfernung, die eine Bewegungsart in die andere verwandelt. Wir können die Gründe für diese Umwandlung und für diese Wirkung auf die Entfernung aus der Form der Maschinentheile leicht erkennen und sie durch Herstellung angemessener Maschinen nach den mannigfaltigsten Bedürfnissen auch hervorbringen.

Aber wir dürfen nun nicht meinen, daß es blos solche mit großartigen Körpern vorgenommene Umänderungen der Bewegungsarten gibt, sondern können jetzt schon vermuthen, daß dieselben Verwandlungen auch bis zu den kleinsten Massentheilchen sich erstrecken werden, deren Natur, Gestalt und Bewegung im Einzelnen unserer Wahrnehmung sich entzieht.

Wird z. B. Schießpulver in einem Gewehre angezündet, so verbinden sich die Atome des Salpeters, des Schwefels und der Kohle zu einem luftigen Körper unter einer Bewegungsercheinung; dadurch wird das Geschöß fortgeschleudert und dieses bringt in dem getroffenen Körper wieder eine Bewegung hervor.

Beim Telegraphiren findet eine Atombewegung in der elektrischen Kette auf der ersten Station statt, diese geht über in eine Molekularbewegung des Kupferdrahtes und letztere wird in eine Massenbewegung eines Eisenkörpers auf der zweiten Station verwandelt.

Wenn man wohl einen Stahlstab, nicht aber einen Eisenstab in einen bleibenden Magneten, wenn man Magnetismus in Elektrizität und umgekehrt, wenn man durch Wärme beides erzeugen kann, wenn überhaupt von den fünf Erscheinungen des Schalles, des Lichtes, der Wärme, der Elektrizität und des Magnetismus jede nicht nur sich selbst, sondern auch jede andere hervorzubringen im Stande ist; so liegt die Ver-

muthung sehr nahe, daß dies blos Umwandlungen der Bewegungsarten sind, welche durch die Gestalt der Atome und Molekel bei den verschiedenartigen Körpern bedingt sind.

Aber auch die Wirkung in die Entfernung verliert den Nimbus des Räthselhaften, wenn man bedenkt, daß es außer den irdischen Stoffen noch einen universalen, den Aether, gibt, welcher die Uebertragung oder Transmission bewirken kann. Wenn elektrische Fische im Wasser andere Thiere in der Entfernung todtzuschlagen, so bewirkt das Wasser die leicht erkennbare Uebertragung.

Wir haben hier bereits vorläufig einen Blick in die geheimsten Werkstätten der Natur gethan, welche wir in Zukunft zu erweitern, die schwierige, aber sehr interessante und dankbare Aufgabe haben.

Richtung der Bewegung.

Wenn man auf einem horizontalen Billard oder überhaupt auf einer größeren horizontalen Ebene an einem Faden eine Kugel herum-schleudert und sie während der Bewegung in irgend einem Punkte ihrer Bahn losläßt; so wird sie von da nicht noch weiter fort in diesem Kreise gehen, sondern sich in der von diesem Punkte aus zum Kreise gezogenen Tangente geradlinig weiter bewegen. Schleuderte man sie in einem lothrechten Kreise in der Luft und ließe sie in einem der Endpunkte des horizontalen Durchmessers los, so würde sie lothrecht auf- oder abwärts gehen.

Jeder bewegte Körper hat das Bestreben stets in einer geradlinigen Bahn zu gehen und vollführt dies auch, wenn er nicht anders zu gehen gezwungen wird. Unter der Richtung der Bewegung verstehen wir die gerade Linie, in welcher der Körper wirklich geht, oder in welcher er gehen will, und welches bei einer krummen Bahn, die durch diesen Punkt, worin er sich gerade befindet, zu der krummen Linie gehörige Tangente oder Berührungslinie ist.

Die ganze von einem bewegten Körper durchlaufene Bahn, welche man sich, wenn sie krummlinig wäre, als gerade Linie ausgespannt denkt, nennt man den Weg des Körpers. War der Weg eine krumme Linie, so ist er größer als die Entfernung der Endpunkte der Bahn.

Zeit und Zeitmaß.

Die Zeit an sich ist, wie der Raum, unendlich: sie hat keinen Anfang und kein Ende. Wie wir uns vom Raume begränzte Theile denken können, so ist es auch bei der Zeit. Die Geschichte der Menschheit umfaßt einen außerordentlich kleinen Theil der Zeit, welcher durch die Aufeinanderfolge der Ereignisse sowohl im großen Ganzen, als auch bei einzelnen Völkern in noch kleinere Abtheilungen zerfällt. Wir würden

aber für die Größe der zeitlichen Ausdehnungen durchaus keine bestimmte Vorstellung haben, wenn wir nicht auch für die Zeit unabänderlich bestimmte Maßeinheiten annehmen wollten.

Haben wir z. B. zwei durch einen engen Kanal verbundene Glasgefäße, von denen das obere mit einer ganz bestimmten Menge recht trockenen und reinen Sandes gefüllt wird, so geht dieser Sand durch den Kanal von bestimmter Weite in einer bestimmten Zeit hindurch und wenn man auch die Gefäße umkehrt, so bleibt die Zeit dieselbe. Änderte sich die Weite der Oeffnung und die Größe der Sandkörner, so würde sich auch die Zeit ändern, welche der Sand zum Durchlaufen bedarf.

Statt einer Sanduhr könnte man auch eine Wasseruhr einrichten, aber die dadurch gewonnenen Zeiten wären immer noch keine Normal-Zeiteinheiten, weil ihre Größe von mehr zufälligen Umständen, wie hier von der Menge und Beschaffenheit des Sandes und der Weite des Verbindungskanals, abhängig ist.

Untrüglich in ganz bestimmten und sich gleichbleibenden Zeiten wiederkehrende Erscheinungen bieten uns die Himmelskörper dar. Deswegen benutzten schon die alten Völker die Zeiten zwischen dem regelmäßigen Wechsel in der Beleuchtung des Mondes als Maßeinheiten. Später aber ermittelte man durch Vergleichung der Lage des Ortsmeridianes gegen einen bestimmten Fixstern mit recht genau gleichmäßig gehenden Uhren, welche übrigens willkürliche Zeiteinheiten angeben konnten, daß die Zeit, in welcher die Erde sich einmal um ihre Aze dreht, eine absolut unveränderliche sei. Diese Zeit, den Tag (Sternentag), theilte man durch die Uhren in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden und dann nimmt man von letzteren noch Bruchtheile an.

In der Physik nimmt man die Sekunde als Zeiteinheit an. Da ein Körper nicht gleichzeitig an zwei verschiedenen Orten sein kann, so bedarf er zu seiner Bewegung stets einer Zeit, wie unbedeutend sie auch häufig selbst für sehr große Wege ist.

Geschwindigkeiten und Arten derselben.

Hätte ein Bote in 3 Tagen 15 Meilen zurückgelegt, so kämen auf jeden Tag, wenn er eine gleichmäßige Bewegung beibehalten hätte, 5 Meilen. Man pflegt zu sagen: der Bote hat eine Geschwindigkeit von 5 Meilen, indem man sich den Tag als Zeiteinheit, welche während der Zurücklegung dieses Weges verging, hinzudenkt.

Legte ein Dampfwagen in 6 Stunden einen Weg von 48 Meilen zurück, also in jeder Stunde 8 Meilen; so würde die Geschwindigkeit 8 Meilen sein, wobei aber die Zeiteinheit nicht mehr der Tag, sondern die Stunde ist.

Wollte man bei einem Rennpferde, welches im Stande ist, in jeder

Sekunde einen Weg von 60 Fuß Länge zurückzulegen, den Tag oder die Stunde als Zeiteinheit annehmen, so würde man eine zu große, also für die Auffassung ihres Werthes unbequeme Zahl bekommen; nämlich in diesem Falle für die Stunde schon 216000 und für den Tag gar 5184000 Fuß.

Da nun die in der Physik vorkommenden Bewegungen meist außerordentlich rasch vor sich gehen, so nimmt man die Sekunde als Zeiteinheit an und nennt den in ihr zurückgelegten Weg die Geschwindigkeit.

Wenn ein Körper auf seiner Bahn während aller noch so kleiner Zeiteinheiten gleiche Wege zurücklegt, so ist seine Geschwindigkeit eine gleichmäßige; wenn nicht, eine ungleichmäßige.

Wenn die Wege in jeder folgenden, auch noch so kleinen Zeiteinheit zunehmen, so ist die Geschwindigkeit beschleunigt; wenn sie aber abnehmen verzögert. Die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers ist beschleunigt, die eines aufwärts geworfenen verzögert. Diese Beschleunigung und Verzögerung kann eine gleichmäßige oder ungleichmäßige sein, jenachdem die Zu- oder Abnahme des Weges in jeder folgenden Zeiteinheit eine bestimmte ist, oder nicht.

Hat ein Körper eine ungleichmäßige Geschwindigkeit, so ist sie in verschiedenen Punkten seiner Bahn verschieden und man versteht dann unter der Geschwindigkeit des Körpers in einem bestimmten Punkte seiner Bahn, den Weg, welchen er in einer Sekunde zurücklegen würde, wenn er von diesem Punkte an mit der darin erlangten Geschwindigkeit gleichmäßig sich weiter fortbewegte.

Ist die Geschwindigkeit eines Körpers ungleichmäßig, wie z. B. die der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, da sie sich in der Sonnennähe, also in unserem Winter, schneller bewegt, als in der Sonnenferne; so kann man noch von einer mittleren Geschwindigkeit sprechen. Man erhält dieselbe, wenn man die Geschwindigkeiten des Körpers, die er in einer möglichst großen Anzahl von Punkten besitzt, addirt und durch die Summe dieser Zahl dividirt. Legte eine Lokomotive z. B. in der ersten Stunde 7, in der zweiten 8, in der dritten 9 Meilen zurück, so ist ihre mittlere Geschwindigkeit $\frac{7+8+9 \text{ M.}}{3} = 8 \text{ Meilen.}$

Einige Beispiele von Geschwindigkeiten sind:

Wenn ein Fußgänger in 5 Stunden 3 Meilen zurücklegt,	4 Fuß
Wenn ein Wagen zu 1 Meile 50 Minuten braucht,	8 "
Ein gut segelndes Schiff	14 "
Wenn ein Dampfwagen in 1 Stunde 6 Meilen zurücklegt	40 "
Ein Windhund	80 "
Ein Rennpferd (englisches Maß) bis	88 "
Eine Brieftaube	120 "
Ein mäßiger Wind 10 Fuß, ein Orkan	130 "
Ein Schall in der Luft (auch eine Büchsenkugel)	1024 "

Ein Punkt des Erdäquators bei der Aendrehung	1431,5	"
Eine 24pfündige Kanonenkugel	2300	Fuß
Die Erde in ihrer Bahn um die Sonne	4	Meilen,
Das Licht fast	42000	"
Die Elektrizität in einem Kupferdrahte bis	62000	"

Weiß man die Geschwindigkeit eines Körpers und die zu seiner Bewegung erforderliche gewesene Zeit, in Sekunden, so gibt das Produkt aus beiden den zurückgelegten Weg. Ist z. B. eine Brieftaube mit einer Geschwindigkeit von 120' eine Stunde geflogen, so ist der von ihr zurückgelegte Weg $60 \cdot 60 \cdot 120 = 432000$ Fuß oder 18 Meilen.

Heißt die in Sekunden ausgedrückte Zeit Z , die Geschwindigkeit G , so ist der zurückgelegte $W = Z \cdot G$.

Dritter Abschnitt.

Von den Kräften im Allgemeinen.

Begriff der Kraft.

Wenn ein Körper seine Gestalt oder seinen Zustand der Ruhe oder der Bewegung ändert, so muß stets eine Ursache dazu vorhanden sein, und diese Ursache nennen wir Kraft. Ein kugelförmiger Gummiball z. B. bekommt nicht von selbst eine Vertiefung, er setzt sich nicht von selbst in Bewegung, wenn er auf einer horizontalen Diele liegt, er bleibt nicht von selbst an einem gewünschten Punkte seiner Bahn stehen, wenn er sich bewegt, sondern es ist in allen diesen Fällen eine Kraft dazu nöthig, und so ist es in allen anderen Fällen.

Wenn ein kleines Volumen Schießpulver beim Verbrennen in ein großes Volumen Luft sich verwandelt; wenn ein Baum während seines Wachstums mit den Wurzeln Felsenstücke absprengt; wenn das Wasser, welches ein abgesperrtes Gefäß füllt, dasselbe bei seiner Verwandlung in Eis zersprengt; wenn die kleinen Termiten ihre 10 bis 12 Fuß hohen kegelförmigen Wohnungen bauen; wenn der Dampf, das Wasser, die Luft, das Gewicht eines Körpers Maschinen in Bewegung setzen; wenn wir nach unserem Willen die Gliedmaßen bewegen und auf diese Weise selbst Veränderungen von Zuständen erzeugen können: so sind dieses Alles Aeußerungen von Kräften, die an sich wohl unsichtbar, oder überhaupt etwas Abstraktes sind; aber nie ohne Zusammenhang mit einem Stoffe erscheinen können. Wir können also die Behauptung aufstellen, daß es ohne Stoff keine Kraft gibt.

In der Physik betrachten wir solche Kräfte nicht, welche die Natur der Körper verändern oder welche die Ursache der organischen Lebensthätigkeit sind, denn sie gehören in die Chemie und Physiologie; sondern nur die Kräfte, welche das Wesen der Stoffe nicht verändern.