



**Kleine Naturlehre,**

ein

**Leitfaden zum Unterrichte in der Physik**

in

**Bürger- und Stadtschulen.**

---

Herausgegeben

von

**Wilhelm Otto Helmert,**  
Lehrer an der ersten Bürgerschule in Dresden.

Mit 4 Steindrucktafeln.

---

**Dresden und Leipzig,**  
in der Arnoldischen Buchhandlung.  
**1845.**

J. Sommerhalder  
Sahnarzt

428  
Victor Hochreutiner

0050/25-

## V o r w o r t.

---

Die Lektionspläne aller unserer jetzigen Bürger- und Stadtschulen zeigen dem Leser, wie sehr man darauf bedacht ist, dem Knaben, als künftigem Künstler und Handwerker, wie dem Mädchen, als einer künftigen bürgerlichen, aber denkenden Hausfrau, schon in ihrer Jugend nächst einer gründlichen, Geist und Herz erfassenden religiösen Bildung auch einen Schatz von Kenntnissen einzupflanzen, der sie in den Stand setzt, die in der Natur wirkenden Kräfte und die daraus hervorgehenden Erscheinungen nicht nur staunend zu betrachten, sondern sie auch sich bei den so sehr verschiedenen beruflichen und häuslichen Verrichtungen unterthan und nutzbar zu machen. So lobenswerth und edel die Absicht an und für sich ist, so schwierig ist es auf der anderen Seite, aus dem unerschöpflichen Gebiete

dieses Unterrichtszweiges gerade das herauszufuchen, was dem kindlichen Geiste zu wissen noththut, dieß aber auch in einer Weise darzustellen, die demselben als eine ansprechende, Interesse an der Sache erweckende erscheint. Gewiß mit großem Danke sind in diesem Bezuge daher die Bemühungen so mancher verdienstvoller Männer, wie eines Poppe, Kries, Brettnner, Hellmuth, Fischer u. v. m. anzuerkennen, dem nach Kenntniß strebenden Laien Aufschluß über die wichtigsten Naturerscheinungen zu geben. Allein alle ihre Werke sind, dieß läßt sich nicht läugnen, noch viel zu umfassend, als daß sie in unseren Elementarschulen, als welche doch immer alle Bürgerschulen anzusehen sind, als ein Leitfaden den Schülern in die Hände gegeben werden könnten, an welchen nun der Lehrer seinen Unterricht anknüpft. Sie können ferner um so weniger zu diesem Zwecke verwendet werden, als in diesen Anstalten ja größtentheils wöchentlich nur zwei, höchstens drei Stunden dem Unterrichte in der Naturlehre gewidmet werden können, abgesehen noch davon, daß auch der zu hohe Preis jener Bücher ihrer Verbreitung entgegensteht. Die betreffenden Lehrer waren daher wohl genöthigt, entweder die Menge des Stoffes so zu verein-

fachen, daß sie den Anforderungen unserer aufgeklärten Zeit nicht mehr entsprechend war, oder doch wenigstens, sollte anders ihr Wirken nicht ganz erfolglos bleiben, einen Theil der ohnedieß so geringen Zeit darauf zu verwenden, ihren Schülern kurze Notizen in die Feder zu dictiren, die ihrem Gedächtnisse zu Hilfe kommen sollten.

Dieß Alles berücksichtigend, machte der Verfasser dieser Schrift den Versuch, unter Benützung der schon vorher angezogenen Werke das Wichtigste auszuwählen, in kurzen Paragraphen dem Schüler vor das Auge zu führen und seinem Gedächtnisse auf diese Weise behaltbar zu machen. Das Ganze soll also dem Bedürfnisse eines Leitfadens bei dem Unterrichte in der Naturlehre abhelfen, dem Lehrer das Zeit raubende Dictiren ersparen und ihm Gelegenheit geben, seine Erläuterungen desto gründlicher und ausführlicher dem im Buche oft nur angedeuteten Gegenstande anzupassen. In dem so eben Gesagten ist zugleich der irrigen Meinung begegnet, als solle oder könne das Büchlehen dem Lehrer die eigene naturhistorische Kenntniß begründen und erweitern. Keinesweges! Diese, als schon vorhanden vorausgesetzt, sollte hierdurch nur Gelegenheit

erhalten, dem Schüler gegenüber nach einem einfachen-populaireren Gange sich zu entwickeln.

Zum Schlusse daher nur die Bitte an alle geehrten Leser und Recensenten, von dem angedeuteten Gesichtspunkte aus das Werkchen zu beurtheilen und mit der redlichen Absicht des Verfassers die etwaigen Mängel zu entschuldigen.

Mit Achtung

W. O. S.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1 — 2
Erstes Kapitel.	
§. 1 — 6. Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper . . . . .	3 — 5
Zweites Kapitel.	
§. 7 — 14. Allgemeine Kräfte, die in und an den Körpern selbst wirksam sind, und deren Erscheinungen . . . . .	6 — 11
Drittes Kapitel.	
§. 15 — 23. Die verschiedenen Arten der Bewegung . . . . .	12 — 17
Viertes Kapitel.	
§. 24 — 44. Die Schwere und der Fall, die Centralbewegung, die Pendel- und Wurfbewegung . . . . .	17 — 25
Fünftes Kapitel.	
§. 45 — 51. Der Hebel . . . . .	26 — 29
Sechstes Kapitel.	
§. 52 — 72. Vom Schalle . . . . .	29 — 40
Siebentes Kapitel.	
§. 73 — 89. Gleichgewichte und Bewegung tropfbarer flüssiger Körper . . . . .	40 — 49

	Seite
Achstes Kapitel.	
§. 90 — 109. Die atmosphärische Luft . . .	49 — 61
Neuntes Kapitel.	
§. 110 — 140. Die Wärme und die Kälte . . .	62 — 81
Zehntes Kapitel.	
§. 141 — 194. Das Licht mit allen daraus hervorgehenden Erscheinungen . . .	81 — 112
Elftes Kapitel.	
§. 195 — 213. Die Elektrizität . . . . .	112 — 124
Zwölftes Kapitel.	
§. 214 — 219. Der Galvanismus . . . . .	124 — 129
Dreizehntes Kapitel.	
§. 220 — 230. Der Magnetismus . . . . .	129 — 134
Vierzehntes Kapitel.	
§. 231 — 241. Anhang. Etwas aus der physischen Chemie . . . . .	134 — 140

## Naturlehre.

### Einleitung.

Unter Natur haben wir uns den Inbegriff aller geschaffenen Dinge zu denken (Universum, Welt).

Jeder in der Natur vorkommende Gegenstand ist daher ein Naturkörper.

Die Kenntniß von allen vorhandenen Naturkörpern bietet die Naturwissenschaft. Da dieselbe so weit umfassend ist, so war es nöthig, sie nach ihren verschiedenen Untersuchungen in mehrere Zweigwissenschaften abzutheilen.

Die Naturgeschichte nimmt Rücksicht auf die äußere Beschaffenheit der Körper und theilt sie darnach ein.

Die Mathematik sucht die Größe derselben zu bestimmen.

Die Astronomie beschäftigt sich mit der Ausmessung der Himmelskörper.

Die Chemie zerlegt die Körper in ihre Bestandtheile.

Die physische Geographie untersucht unsere Erde im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf ihre einzelnen Theile.

Die Naturlehre (Physik), mit welcher wir uns in der Folge beschäftigen, ist derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher uns vorzugsweise die in der Natur vorhandenen Kräfte, die durch sie hervorgebrachten Erscheinungen und die Gesetze kennen lehrt, nach welchen letztere erfolgen.

Naturkraft aber ist Alles das, was in der Natur irgend eine Veränderung oder Wirkung hervorzubringen vermag.

Diese Veränderungen selbst nennt man Naturerscheinungen (Phänomene). Naturgesetz ist die Regel, nach welcher sie erfolgen.

Um diese Gesetze, diese Kräfte u. kennen zu lernen, benutzt der Mensch nicht nur jene Erscheinungen, sondern er macht auch selbst Versuche oder Experimente.

Der Nutzen der Naturlehre ist überaus groß!

- 1) Sie vertreibt den Aberglauben.
- 2) Sie weckt und schärft den Geist.
- 3) Sie gewährt Aufklärung und Bildung.
- 4) Sie lehrt gar manche Kraft, manchen Körper, selbst Schädliches, zu unserem Vortheile zu gebrauchen.
- 5) Sie giebt so Veranlassung zu manchen Erfindungen und Entdeckungen.
- 6) Sie lehrt uns besser als Alles die Größe Gottes erkennen in aller ihrer Vollkommenheit.

## Erstes Kapitel.

### Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.

#### §. 1.

Die unendliche Verschiedenheit der Naturkörper gestattet doch noch manche Aehnlichkeiten; sofern sie allen Körpern gemein sind, heißen sie allgemeine, sind sie es nur einigen, besondere Eigenschaften der Körper. Zu ersteren gehören Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Porosität, Theilbarkeit, Trägheit und Bewegbarkeit u.

#### §. 2. Ausdehnung.

Jeder Körper hat Ausdehnung, d. h. er nimmt nach allen Richtungen hin (Länge, Breite und Höhe) einen Raum ein. Jeder solche Körper besteht aus seinem Stoffe oder seiner Materie, d. i. einer unendlichen Menge kleiner Theile, welche über und neben einander liegen und so die Gestalt oder Figur des Körpers bestimmen. Diese ist sehr verschieden, oft nur mit bewaffnetem Auge bemerkbar und deshalb auch weit schwerer zu messen (nach Zollen und Linien.)

Anmerk. Metall, Holz, Mehl, Semmelmehl, Sandkorn, Haare, Infusionszucker. — Ein Haar =  $\frac{1}{20}$  Linie =  $\frac{1}{2000}$  Zoll, ein Seidenwurmfaden =  $\frac{1}{1700}$  —  $\frac{1}{2000}$  Zoll, ein Goldblättchen =  $\frac{1}{60000}$  Linie.

#### §. 3. Undurchdringlichkeit.

Den Raum, welchen schon ein Körper einnimmt, kann nicht noch ein anderer einnehmen; diese Eigenschaft, seine Materie nicht von anderen Körpern durchdringen zu lassen, sondern höchstens nur ihrer Gewalt nachzugeben, wird un-

durchdringlichkeit oder Impenetrabilität genannt. Sie zeigt sich sehr auffallend bei festen Körpern, dem Wasser und anderen tropfbaren Flüssigkeiten.

Anmerk. Stein, Badewanne, Flasche mit eingefittetem Trichter, Wasserglas mit der Mündung auf eine Wasserfläche, Licht im Glas-cylinder unter Wasser. Auf die Eigenschaft der Luftdurchdringlichkeit gründet sich die Erfindung der Taucherglocke; auf ihr beruht das Pfeifen, das Knallen der Gewehre, das Bersten des Eises.

#### §. 4. Porosität.

Alle Körper haben Poren, d. h. sie haben zwischen den Theilen ihrer Materie immer noch größere oder kleinere Zwischenräume, welche entweder mit Luft oder einem andern Körper ausgefüllt sein können. Je kleiner sie sind, desto dichter, je größer, desto lockerer ist die Materie des Körpers. Oft sind sie so klein, daß man selbst mit guten Gläsern sie nicht zu bemerken im Stande ist.

Anmerk. Die Poren des Metalls sind unsichtbar, aber da, wenn Feuer, Magnetkraft, Licht strömt in dasselbe ein. Quecksilber bringt durch Leder, Holz u. Wasser hält Luft in seinen Poren: die Haut des Menschen; das Quellen der Thüren, Fenster u.; das Wachsen des Papiers im Wasser; das Aufspannen desselben über dem Reiskorn; das Krümmen des Holzes; erhabene Schrift auf Holz; das Sprengen der Felsen mit Holz und Wasser.

#### §. 5. Theilbarkeit.

Jeder Körper ist theilbar, d. h. er läßt sich in eine unbestimmte Menge einzelner Theile zerlegen. Wie weit dieß gehe, oder wo die Gränze der Theilbarkeit sei, darüber läßt sich nur so viel bestimmen, als daß man sich dieselbe bis in's Unendliche fortgesetzt denken kann.

Anmerk. Säuren lösen die Metalle so fein auf, daß sie durchsichtbar werden.  $\frac{1}{4}$  Gran =  $\frac{1}{17}$  Quent Karmin färbt 60 Pf. Wasser roth. 1 Gran Gold kann eine Fläche von 50 Quadrat-Zoll bedecken. Der Engländer Wollaston zieht das Platin in einem  $\frac{1}{10000}$  Zoll dicken Draht, den man kaum mehr fühlen und sehen kann.

Ein 21 Zoll langer,  $\frac{1}{4}$  Linie dicker, mit 2 Unzen Gold vergoldeter Cylinder giebt einen Lahnfaden von 112 deutschen Meilen. Der Geruch der Räucherkerzen; Flüssigkeiten auf Kohlen; Moschus riecht Jahre lang; homöopathische Theilung; Sundezeruch; Infusionshiere. Salz, Mehl. 1 Spinnfaden = 6770 Fäden 1 Pf. Baumwolle = 40 deutsche Meilen. Frauenhofer zog auf 1 Zoll Glasplatte genau 10000, fast genau 32000 Parallellinien.

#### §. 6. Trägheit und Bewegbarkeit.

Das Bestreben eines jeden Körpers, fortwährend in dem Zustande der Ruhe oder der Bewegung zu bleiben, nennt man seine Trägheit oder richtiger sein Beharrungsvermögen. So lange der Körper seinen Ort nicht verändert, sagt man „er ruht“; sobald aber eine Kraft so auf ihn wirkt, daß er aus dem Zustande der Ruhe gebracht wird und seinen Ort verläßt, so spricht man „er bewegt sich“, und da dieß mit jedem Körper der Fall sein kann, so ist auch jeder Körper bewegbar, und er würde sich, ist er einmal in Bewegung, vermöge des Beharrungsvermögens ewig fortbewegen, wenn ihn nicht nach und nach zwei andere Dinge, die Reibung und der Widerstand der Luft, wieder in den Zustand der Ruhe zurückbrächten.

Anmerk. 1. Ein Stein — Papier — Wasserrad — die Kugel auf dem glatten Brette, auf der Drehscheibe — die Münze auf dem Papp-ring und einer Glasche — das schwere Fuhrwerk — das Gefühl nach schneller Bewegung im Wagen.

Aus der Ruhe in schnelle Bewegung: der Pistolenschuß durch's Fenster — mit Talglicht durch ein fingerdickes Bret — der Stoch auf gefüllten Gläsern zerbricht — der Amboss auf der Brust eines Menschen.

Anmerk. 2. Widersteht der Körper, welchen man plötzlich bewegen will, mit einer stärkeren Kraft, als die bewegende ist, so wirkt er auf diese mit Festigkeit zurück und bleibt im Zustande der Ruhe. Der Schlag mit der Ruthe, Degenlinge, der Hand auf die Wasserfläche — der Stein, selbst Kanonenkugeln prallen nach entgegengesetzter Richtung ab — eine mit Pulver gefüllte Glasche im Wasserfaß.



## Zweites Kapitel.

Allgemeine Kräfte, die in und an den Körpern selbst  
wirksam sind, und deren Erscheinungen.

### §. 7. Cohäsionskräfte — Cohäsion.

Bei manchen Körpern hängen die Theile, aus denen sie bestehen, so fest an einander, daß man bald eine größere, bald kleinere Gewalt nöthig hat, sie zu trennen; bei andern Körpern ist diese Gewalt nur eine unmerkliche, weil der leiseste Druck ihre Theile schon verschieben kann. Die ersteren Körper heißen daher feste, die letzteren flüssige.

Die flüssigen haben noch die Eigenschaft, daß sie als solche die Gestalt jedes Gefäßes annehmen, in das man sie bringt. Feste Körper lassen sich durch Wärme bisweilen in flüssige (Metalle), und manche flüssige durch Kälte in feste verwandeln (Wasser, Quecksilber). Diese Kraft, mit welcher die Theile eines Körpers an einander hängen, ist die Cohäsionskraft, sowie die dadurch erfolgte Erscheinung selbst die Cohäsion.

Anmerk. 1. Holz, Metall, Papier, Wasser, Del, Quecksilber, Tabak. Die Cohäsion ist sehr verschieden. Der Körper ist der stärkste und festeste, welcher zur Trennung seiner Theile die meiste Kraft erfordert. Darüber angestellte Versuche mit Körpern von gleicher Größe und Dichte geben folgendes Resultat:

deutsches Eisen	ist 3 Mal stärker als	feines Gold;
schwedisches Kupfer	„ 42 „	„ „ Blei;
Buchenholz	„ 1 „	„ „ Tannenholz;
gestochenes Seil	„ 1 „	„ „ gedrehtes Seil;
schlauchförm. gewekt. Seil	„ 1 „	„ „ gestochenes Seil;
ein seidener Faden	„ 3 „	„ „ ein Leinwand;
ein Faden d. Menschenhaar.	„ 1 „	„ „ ein Pferdehaar.
gepreßtes Seil	„ 1 „	schwächer als ein ungethrertes.

Anmerk. 2. Die Kenntniß von der Stärke der Körper ist von besonderem Nutzen beim Bauen von Häusern, Maschinen ic., wo es darauf ankommt, einen Körper eine bedeutende Last, einen starken Druck auszuhalten zu lassen.

### §. 8. Fortsetzung.

Die Cohäsion der Körper läßt sich bisweilen noch erhöhen, indem man letztere entweder walzt (Wolle), hämmert oder walzt (Eisen, Silber, Blei ic.) oder mit andern Körpern verbindet (Metallcompositionen). Nicht allemal besitzt der dichteste Körper auch die meiste Cohäsion oder Festigkeit (s. vor. Weisp.). Sind die Theile eines festen Körpers einmal getrennt, so lassen sie sich nicht immer wieder vereinigen, weil sie dann doch noch zu weit von einander entfernt bleiben, als daß die Cohäsionskräfte wirken könnten. In diesem Falle bedient man sich oft gewisser Zwischenmittel.

Anmerk. Zerbrochenes Holz, Metall — geschliffene Metall- oder Glasplatten — Leim, Kleister, Kalk, Staniol, das Vergolden, Versilbern, Verzinnen ic., das Löthen. —

### §. 9. Adhäsionskräfte — Adhäsion.

Alle Körper zeigen eine gewisse Verwandtschaft zu einander. Daraus läßt es sich erklären, daß sich getrennte, gleichartige und ungleichartige Körper wechselseitig anziehen. Man nennt diese Erscheinung ihre Adhäsion und die dabei wirkende Kraft die Adhäsionskraft. In einem vorzüglich hohen Grade findet sich dieselbe wirksam zwischen festen und flüssigen Körpern. Die Adhäsion der ersteren überwindet dabei gewöhnlich die Cohäsion der letzteren; doch kann auch das Umgekehrte der Fall sein, und dann werden feste Körper in flüssigen nicht naß. Die Adhäsion der Körper wird allemal stärker, in je mehr Punkten sie sich berühren.

Anmerk. Adhäsionsplatten — Schwimmende Körperchen ziehen sich an — der Staub an Decke und Wänden — das Zeichnen, Schreiben mit Tinte — das Vergolden, Verzinnen, Lötten u. — das Maß werden der Körper — das Abfließen der Flüssigkeiten am Glase beim Ausgießen — Tropfen Wasser auf Oel- oder Wachs-papier ziehen sich an — Quecksilbertropfen. —

Das Adhären des Wassers an andere Körper läßt sich verhindern durch Fettigkeiten und Seifenwehl (Bärlabfamen). —

Quecksilber adhärirt nicht an Glas, Papier, Holz, Leinwand, Horn, Porzellan, Eisen, sonst alle Metalle. — Wasserdichte Zeug. —

### §. 10. Attractivkräfte — Attraction.

Eine besonders merkwürdige Erscheinung, welche in der Cohäsion und Adhäsion der Körper ihren Grund hat, ist die Attraction. Sie findet nur zwischen festen und flüssigen Körpern statt und besteht ihrem Wesen nach in Folgendem.

Alle Flüssigkeiten, welche feste Körper naß machen, ziehen sich, sobald diese zum Theil in sie getaucht werden, an ihnen in die Höhe, so daß die Flüssigkeit an dem eingetauchten Körper eine bemerkliche Erhöhung bildet. Die Flüssigkeiten hingegen, welche feste Körper nicht naß machen, ziehen sich an ihnen herab und bilden auf diese Weise eine Vertiefung um den theilweise in sie getauchten Körper. Jene Flüssigkeiten zeigen daher in Gefäßen eine vertiefte (concaue), diese eine erhabene (conuexe) Oberfläche. Sind die Gefäße sehr weit, so zeigt sich diese Erscheinung nur an den Rändern.

Anmerk. 1. Das Glasstäbchen im Wasser, im Quecksilber — Wasser in gläsernen Gefäßen; Quecksilber in gläsernen Gefäßen — Wasser in inwendig mit Seifenwehl bestrichenen Körpern; Quecksilber in zinnernen Gefäßen.

Anmerk. 2. Ist nämlich die Adhäsion zwischen der Materie des Körpers oder Gefäßes und der Flüssigkeit stärker als die Cohäsion der Flüssigkeitstheile, so findet eine Erhöhung der Flüssigkeit am Rande des Gefäßes, bewirkt durch die über ihr sich befindende anziehende Ma-

teris statt, und da es eine Erhöhung von allen Seiten geben muß, wird die Oberfläche der Flüssigkeit concau. Im Gegentheil ist die Erscheinung umgekehrt.

### §. 11. Fortsetzung.

Zu den nicht uninteressanten Erscheinungen der Attraction gehören auch die Capillarpheänomene (Haarröhrchen-Erscheinungen). Haarröhrchen nennt man nämlich sehr enge, an beiden Enden offene Röhrchen. Taucht man ein solches zum Theil in eine Flüssigkeit, so bemerkt man letztere innerhalb des Röhrchens entweder höher oder niedriger als außerhalb stehen, und in jenem Falle mit concauer, in diesem mit conuexer Oberfläche. Die erstere Erscheinung ist die Capillar-Attraction (Haarröhrchen-Anziehung), die letztere die Capillar-Depression; jene findet bei Flüssigkeiten statt, welche die Materie des Röhrchens nagen; diese, wenn dieß nicht der Fall ist. Die Erhöhungen und Erniedrigungen sind desto bedeutender, je enger die Röhrchen sind.

Anmerk. 1. Die Capillarattraction zeigt sehr deutlich, daß die Ursache der Capillarpheänomene die Adhäsion der Flüssigkeit an die innere Fläche der festen Röhrchenwände und die Adhäsion der Flüssigkeitstheile an einander ist. Zuerst erhebt sich die Flüssigkeit um den inneren Rand der Röhrchen rings herum, weil die Materie derselben die Flüssigkeit stärker anzieht, als diese durch eigene Cohäsion zusammenhängt. Da jedoch das Röhrchen sehr enge ist, die Höhlung zwischen den Seiten noch enger und diese demnach einander sehr nahe sind: so tritt die Adhäsion der einander so nahen Flüssigkeitstheile unter sich und ein Zusammenfließen ein. Hieraus wirkt von Neuem die stärkere Adhäsion der Wände gegen die Flüssigkeit, dann wieder die Adhäsion der Flüssigkeitstheile unter sich, und so wechseln Steigerhebungen und Zusammenfließen mit einander so lange ab, als die Flüssigkeit überhaupt vorhanden ist.

Anmerk. 2. Durch diese Erscheinungen läßt sich erklären das Aufschwellen der Stricke, der Darmsaiten, des Holzes, wenn sie feucht werden; — das Eindringen der Flüssigkeit in Schwamm, Löschpapier — das Aufsteigen des Wassers, der Milch u. in Zucker — das Aufsteigen des Talges, des Waxes, Oeles in Licht- und Lampenböcken und in

engen Glasröhrchen, welche statt der Dochte dienen können — das Aufsteigen der Pflanzensäfte — das Uebertragen des Wassers aus einem Gefäß in's andere mittelst eines rohen Flachsgroßes — das Sprengen der Schädelknochen mit quellenden Erbsen. —

### §. 12. Schnellkraft, Springkraft, Elasticität.

Die Theile mancher Körper lassen sich, wenn eine fremde Kraft auf sie wirkt, auf eine gewisse Strecke aus ihrer gegenseitigen Lage bringen, ohne daß deshalb eine völlige Trennung derselben erfolge, d. h. die Körper lassen sich drücken, biegen, ziehen. Sobald jedoch die Wirkung dieser Kraft aufhört, kehren sie gewöhnlich auch in ihre vorige Lage zurück, und in diesem Falle sagt man: die Körper haben Schnellkraft, Springkraft, Elasticität. Bleiben die Körper aber in derjenigen Lage, welche sie erhalten, so lange die fremde Kraft auf sie drückt, auch dann noch, wenn die Wirkung der Kraft aufhört, so spricht man von der Zähigkeit oder Ductilität der Körper.

Anmerk. Der Schwamm — die Degenlinge — die Uhrfeder — das Brod. —  
Feuchter Thon — Lehm — Wachs.

### §. 13. Fortsetzung.

Alle Körper, selbst die zähen, besitzen einen gewissen Grad von Elasticität, der allerdings bei manchen ein sehr großer, bei anderen ein sehr geringer, oft kaum bemerkbarer ist. Ganz unelastische Körper giebt es daher nicht. Doch ist die Elasticität der festen Körper wesentlich von der der flüssigen unterschieden. Erstere haben die doppelte Eigenschaft, daß sie sich wieder ausdehnen, wenn man sie zusammendrückt, und umgekehrt wieder zusammenziehen, wenn man sie ausdehnt. Die flüssigen Körper, insbesondere Wasser, kehren zwar, wenn sie zusammengedrückt werden, nach dem Aufhören der wirkenden Kraft in den

vorigen Raum zurück; allein ob sie dies thun, wenn sie ausgedehnt worden sind, wissen wir nicht, weil uns außer der Wärme kein anderes Mittel bekannt ist, tropfbare Körper auszudehnen.

Anmerk. Gehärteter Stahl — Stahlfedern im Sopha — Schallstäbe — Uhrfedern — Degenlingen — geschlagenes Messing — Federharz oder Gummi elasticum — Ballspiel — Gummischuhe — Eisenlein — Billardspiel — Fischlein und Rohr in Regenschirmen — die Katapulten und Ballisten der Alten — Glas besitzt neben der Elasticität auch die höchste Sprödigkeit: Glasfäden, Glasfäden — Glaswürmer — Solozener Fläschchen.

Stilkörper — — — Dämpfe — Dampfmaschinen.

### §. 14. Fortsetzung.

Bei den luftförmigen Körpern läßt sich ebenfalls nur eine einseitige Elasticität annehmen. Sie lassen sich in einen engeren Raum bringen und dehnen sich von selbst wieder aus. Allein sie können, dem ihnen eigenthümlichen Bestreben, einen immer größeren Raum einzunehmen, zuwider, nie einen kleineren von selbst einnehmen. Diese Eigenschaft der Luftarten nennt man ihre Ausdehnbarkeit oder Expansion.

Anmerk. Die mit Luft gefüllte Schweinsblase — das senkrecht in's Wasser getauchte Glas — ein in verschlossenem Cylinder gut schließender Kolben geht wieder in die Höhe — Luftkissen, Luftbetten — Windbüchsen — Windstessel bei Feuerspritzen.

## Drittes Kapitel.

### Die verschiedenen Arten der Bewegung.

#### §. 15. Wahre und scheinbare Bewegung.

Jeder Körper nimmt einen Raum ein, und diesen nennt man seinen Ort; und zwar seinen absoluten oder wahren, insofern er jedem Körper nothwendig zukommen muß. So lange der Körper an diesem Orte bleibt, befindet er sich auch in absoluter oder wahrer Ruhe; sobald er denselben aber verläßt, kommt er in absolute Bewegung. Bezieht man jedoch die Ruhe oder Bewegung eines Körpers nicht auf den Ort, an dem er sich im Weltraum überhaupt befindet, sondern bloß auf die ihn umgebenden Gegenstände, so erhält man seine relative oder scheinbare Ruhe oder Bewegung, und nach dieser bestimmen wir seine Lage.

Anmerk. 1. Unser Urtheil über Ruhe und Bewegung der Körper ist immer ein trügliches, weil wir nicht im Stande sind, die Theile des Raumes in der Wirklichkeit in allen Fällen von einander zu unterscheiden. Wir haben es ja nicht mit dem Raume, sondern mit den Körpern im Raume zu thun, und unterscheiden einen Raum von dem andern eben erst durch die Körper, die wir in ihm oder um ihn erblicken. Die Körper im Raume können sich verändern und der Raum doch derselbe bleiben; oder sie können unverändert, ihre Lage gegen einander dieselbe bleiben und der Raum doch verschieden sein.

Anmerk. 2. Kein Körper auf der ganzen Erde befindet sich in absoluter Ruhe, denn die Erde selbst bewegt sich in jedem Augenblicke auf doppelte Weise. Die Ruhe der Körper auf Erden ist stets nur eine scheinbare. Nur die Sonne und alle andere Fixsterne haben nach der gewöhnlichen Annahme eine absolute Ruhe. Eben so wenig können wir die absolute Bewegung eines Körpers richtig beurtheilen, da er doch allemal auch in Beziehung auf andere Körper seine Lage verändert.

#### §. 16. Gemeinschaftliche und besondere Bewegung. (Fig. 1.)

Alle Erdkörper haben insofern eine gemeinschaftliche Bewegung, als sie stets die Bewegungen der Erde mitmachen. Man nenne die Bewegung eine gemeinschaftliche, wenn sie mehreren Körpern zugleich widerfährt. Hat aber ein Körper außer dieser Bewegung noch eine andere, so nennt man sie seine besondere.

Anmerk. 1. Menschen im fahrenden Wagen oder Schiff — ein auf dem sich bewegenden Schiffe gehender oder am Seile kletternder Mensch.

Anmerk. 2. Der Eindruck, den ein ruhender oder sich bewegender Körper auf unsere Sinne macht, bleibt derselbe, z. B. der Anblick der Sterne (s. d. Fig.)

#### §. 17. Ursprüngliche und mitgetheilte Bewegung.

In Rücksicht auf den Ursprung einer Bewegung theilt man dieselbe in eine ursprüngliche, wenn sie ihren Grund in der bewegten Sache selbst hat, und in eine mitgetheilte, wenn sie durch einen anderen bewegten Körper erzeugt wurde, durch Stoßen, Ziehen, Drücken ic.

Anmerk. Der gehende Mensch, der fliegende Vogel, das laufende Pferd ic. — der Wagen, das Mühlrad, der geworfene Stein ic.

#### §. 18. Progressive und rotatorische Bewegung.

Das, was eine Bewegung hervorzubringen oder dieselbe zu hemmen im Stande ist, nennt man eine Kraft. Diese Kraft giebt zugleich die Richtung an, nach welcher der Körper sich bewegen soll, und hiernach theilt man die Bewegung auch ein in eine progressive und eine rotatorische. Die erstere oder fortschreitende ist die, bei welcher alle Theile eines Körpers nach gleichen und parallelen Richtungen und mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegen; die letztere oder umdrehende ist diejenige, bei welcher eine gerade Linie im Körper unbeweglich bleibt,

alle anderen Theile desselben aber sich um die Linie oder Achse drehen.

Anmerk. Der Hüter, der fliegende Vogel, das schwimmende Schiff u. — die Erde, das Wagenrad, die Welle u.

### §. 19. Geschwindigkeit bewegter Körper und Größe der Kraft.

Zu jeder Bewegung, in welche ein Körper gebracht wird, ist eine gewisse Zeit erforderlich. Die Richtung aber, nach welcher er sich hinbewegt, nennt man seine Bahn oder seinen Weg. Vergleicht man nun die Zeit, welche der bewegte Körper braucht, mit dem Weg, den er in derselben zurücklegt, so erfährt man die Geschwindigkeit des bewegten Körpers. Hierbei ist zu bemerken, daß man als Maß der Zeit die Sekunde als Einheit angenommen hat. Von zwei Körpern bewegt sich also der am schnellsten, welcher einen bestimmten Weg in der kürzesten Zeit oder in einer bestimmten Zeit den größten Weg zurücklegt. Die Verschiedenheiten der Geschwindigkeiten beweisen die angegebenen Beispiele.

Anmerk.

Die Geschwindigkeit der meisten Flüsse	= 3 — 6 Fuß in 1 Sekunde.
des Windes	= 10 — 15 Fuß in 1 Sek.
des Sturmes	= 40 — 60 Fuß in 1 Sek.
des Orkans	= 100 — 140 Fuß in 1 Sek.
des Schalles	= 1038 — 1041 Fuß in 1 Sek.
eines stark geworfenen Steines	= 50 Fuß in 1 Sek.
einer Musketenkugel	= 1200 Fuß in 1 Sek.
einer Kanonenkugel	= 1800 Fuß in 1 Sek.
einer Fliege gewöhnlich	= 5 Fuß in 1 Sek.
einer Fliege in Gefahr	= 30 Fuß in 1 Sek.
eines Adlers	= 96 Fuß in 1 Sek. oder
	= 15 deutsche Meilen in 1 Stunde.
einer Schwalbe	= 75 Fuß in 1 Sek.
einer Taube	= 138 Fuß in 1 Sekunde oder
	= 50 Meilen in 2½ Stunde.

Die Geschwindigkeit eines Lachses	= 24 Fuß in 1 Sekunde.
eines Rennhieres	= 26 Fuß in 1 Sek.
eines englischen Renners	= 42 Fuß in 1 Sek.
eines Windhundes	= 42 Fuß in 1 Sek.
eines Schlittschuhläufers bei guter Bahn	= 38 Fuß in 1 Sek.
eines Punctes der Erde in Deutschland	= 900 Fuß in 1 Sek.
eines Punctes der Erde am Aequator	= 1500 Fuß in 1 Sek.
der Erde bei der Bahn um die Sonne	= 97400 Fuß = etwa 4 Meilen in 1 Sek.
des Lichtes	= 42000 Meilen in 1 Sek.
einer Schnecke	= $\frac{1}{10}$ Linie = $\frac{1}{20}$ Zoll.
eines Ai (Haulthiere)	= $\frac{1}{10}$ Fuß = $\frac{1}{20}$ Zoll.

### §. 20. Fortsetzung.

Jeder bewegte Körper hat seine absolute Geschwindigkeit, wenn man dieselbe nur nach Raum und Zeit bestimmt. Vergleicht man aber die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers mit der eines anderen, so bestimmt man ihre relativen Geschwindigkeiten. Diese verhalten sich

- 1) bei gleichen Zeiten wie die durchlaufenen Räume;
- 2) bei gleichen Räumen umgekehrt wie die Zeiten;
- 3) bei ungleichen Zeiten und ungleichen Räumen, wie die Räume, dividirt durch die Zeiten.

### §. 21. Fortsetzung.

Die relativen Geschwindigkeiten zweier Körper lassen sich auch aus den Verhältnissen der bewegenden Kräfte und der Massen der Körper bestimmen. Sie verhalten sich dann

- 1) bei gleichen Massen, wie die Kräfte;
- 2) bei gleichen Kräften, umgekehrt wie die Massen;

3) bei ungleichen Massen und ungleichen Kräften, wie die Kräfte, dividirt durch die Massen.

Anmerk. Mehrere an Größe gleiche und verschiedene Kugeln von einerlei Materie.

#### §. 22. Einfache und zusammengesetzte Bewegung (Fig. 2. und 3.).

Die Bahn eines bewegten Körpers ist allemal entweder eine geradlinige oder krummlinige. Im erstern Falle war die Bewegung entweder eine einfache oder eine zusammengesetzte. Einfach nennt man die Bewegung, wenn eine oder mehrere Kräfte nur nach einer Richtung auf den Körper wirken, so daß dieser nun auch jener Richtung folgt. Wirken aber mehrere Kräfte aus verschiedenen Richtungen zugleich auf den Körper, so kann sich dieser weder nach der einen, noch nach der andern Richtung hin bewegen, sondern er wird einen Weg nehmen, welcher zwischen diesen beiden Kräften liegt, und diese Bewegung nennt man alsdann eine zusammengesetzte.

Anmerk. Drückt man das Verhältniß der Kräfte und ihre Richtungen durch ein Paar Linien aus, so läßt sich aus ihnen ein Parallelogramm construiren, das man das Parallelogramm der Kräfte nennt. Die Diagonale giebt dann allemal die Richtung des bewegten Körpers, sowie das Verhältniß seiner Kraft zu den bewegendem Kräften.

#### §. 23. Fortsetzung (Fig. 4.).

Das Parallelogramm der Kräfte wird allemal ein gleichseitiges sein, sobald die auf den Körper wirkenden Kräfte gleich groß sind. Es kann jedoch auch die eine stärker sein, als die andere, und in diesem Falle wird die Richtung des bewegten Körpers nicht in der Mitte der Kräfte liegen; es wird vielmehr der Körper eine Richtung nehmen, welche der Richtung der stärker wirkenden Kraft

näher liegt, und um so näher, je stärker die Kraft im Verhältniß zur anderen wirkte.

Anmerk. Die zusammengesetzte Bewegung kommt im gewöhnlichen Leben oft vor: der Schiffer beim Uebersetzen — der Stein, den man beim Laufen, Nesten u. fallen läßt — der vom Thurme fallende Stein — der Flug der Vögel — das Schwimmen der Fische — eine Willkürflugel.

Der Zurückprallwinkel ist allemal gleich dem Einfallswinkel.

## Viertes Kapitel.

### Die Schwere und der Fall, die Centralbewegung, die Pendel- und Wurfbewegung.

#### §. 24. Von der Schwere und dem Falle.

Jeder Körper, der nicht unmittelbar auf der Oberfläche der Erde ruht, hat das Bestreben, unmittelbar auf sie zu fallen, und äußert dasselbe, so lange er ruht, durch einen gewissen Druck auf diejenige Unterlage, welche seinen Fall noch verhindert. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der allen Körpern gemeinsamen Schwerkraft oder Schwere, welche nach dem Mittelpunkt der Erde zu immer stärker wirkt und in demselben ihren Ursprung hat.

Anmerk. Der Stein brücht in der Hand — das Buch auf den Tisch u.

#### §. 25. Fortsetzung.

Es hat nun aber jeder Körper einen Punkt, in welchem sich die Summe seines ganzen Gewichtes zu vereinigen scheint, und diesen Punkt nennt man seinen Schwerpunkt. So lange derselbe durch irgend eine Unterlage unterstützt ist, so lange ist auch der Körper unterstützt, d. h. im Gleichgewichte. Die Masse des Körpers ist dabei so

Schwert, Naturleher.

vertheilt, daß sie sich von diesem Punkte aus nach allen entgegengesetzten Richtungen hin das Gleichgewicht hält.

#### §. 26. Fortsetzung.

Je größer die Unterstüßungsfläche des Körpers ist, desto fester, je kleiner, desto unsicherer ruht der Körper, ja er fällt gar, sobald die ihm im Schwerpunkt gegebene Unterstüßung durch irgend eine äußere Veranlassung ihm genommen wird (Stoß, Luftbewegungen).

Anmerk. Fische, Stühle, Bänke — der Fechter, Seemann u. steht mit ausgespreizten Beinen.

#### §. 27. Fortsetzung.

So lange als eine durch den Schwerpunkt senkrecht gezogene Linie (Falllinie) noch die Grundfläche des ruhenden Körpers trifft, so lange ist auch der Schwerpunkt als unterstüßt anzusehen. Sobald diese Linie aber außerhalb der Grundfläche des Körpers fällt, so stürzt er zusammen. Je größer daher die Grundfläche ist, und je näher ihr der Schwerpunkt liegt, desto sicherer steht der Körper.

Anmerk. Der hochgeladene Wagen wirft leichter um, als ein niedriggeladener — Pyramiden und Kegel stehen fester, als Prisma und Cylindere, denn der Schwerpunkt ersterer =  $\frac{1}{4}$ , der letzterer =  $\frac{1}{2}$  der Höhe von der Grundfläche entfernt — Das Balanciren des Degens auf der Spitze ist leichter als auf dem Knopf — Auf Schiffen liegt der Ballast ganz unten — die schiefen Thürme zu Pisa und Bologna. —

#### §. 28. Fortsetzung.

Die Lage des Schwerpunktes eines Körpers hängt zum Theil auch ab von der Dichtigkeit desselben. Ist diese nicht gleich, so fällt der Schwerpunkt immer dem dichteren Theile näher oder in ihn hinein. Bei manchen Körpern liegt er auch ganz außer derselben.

Anmerk. Falsche Würfel, Porzellanmännchen — Eimer, Dinge, Triangel.

#### §. 29. Fortsetzung.

Sowie sich die Masse eines Körpers anders vertheilt, oder die Theile derselben ihre Lage gegen einander ändern, so ändert sich auch die Lage des Schwerpunktes.

Anmerk. Der Schwerpunkt unseres Körpers beim Stehen, Gehen, Sitzen, Auf- und Absteigen, beim Tragen von Lasten auf Rücken, Brust und Achsel; das Schenklernen, Tanzen, Seitentzen, Balanciren, Schlittschuhlaufen.

#### §. 30. Fortsetzung.

Jeder fallende Körper hat eine regelmäßig beschleunigte Bewegung. Denn wir müssen annehmen, daß die Schwere ununterbrochen auf einen Körper wirkt und ihm jeden Augenblick gleichsam einen neuen Stoß erteilt. Schon der erste Stoß muß nun eigentlich bewirken, daß der Körper vermöge seines Beharrungsvermögens mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgeht, deßhalb muß die Geschwindigkeit mit jedem neuen Stoße wachsen, und da die letzteren ununterbrochen auf einander folgen, so muß also die Geschwindigkeit fortwährend wachsen.

#### §. 31. Fortsetzung.

Wenn nun den fallenden Körper nichts auf seinem Wege durch den Raum hindert, so fällt er in unseren Gegenden der Erde durch einen Raum von  $15\frac{1}{2}$  Fuß in 1 Sekunde. Seine Geschwindigkeit nimmt jedoch mit jedem Augenblicke so zu, daß er in der 2. Sekunde durch einen Raum von  $3 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß, in der 3. durch  $5 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß, in der 4. durch  $7 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß, in der 5. durch  $9 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß, in der 6. durch  $11 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß u. fällt. Seine Geschwindigkeit ist daher in jeder nächsten Sekunde um  $2 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß größer, als in der vorhergegangenen. Die Reihe der ungeraden Zahlen drückt deßhalb

das Wachsen der Geschwindigkeit eines fallenden Körpers aus:

1., 2., 3., 4., 5. Sekunde.  
 $1 \times, 3 \times, 5 \times, 7 \times, 9 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß.

### §. 32. Fortsetzung.

Da der Körper in der ersten Sekunde durch  $1 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß, in der zweiten durch  $3 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß fällt, so erfährt man den Raum, den er in beiden Sekunden durchläuft, wenn man  $1 \times 15\frac{1}{2}$  und  $3 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß =  $4 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß addirt. Der Körper fällt also in 2 Sekunden  $4 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß; 4 aber ist das Quadrat von 2, und es verhält sich daher der Raum zur Zeit, wie das Quadrat der Anzahl von Sekunden, die er zum Fallen braucht; z. B. ein Körper fällt in 3 Sek. =  $3 \times 3 = 9 \times 15\frac{1}{2}$  Fuß.  
 = : : = 7 = =  $7 \times 7 = 49 \times 15\frac{1}{2}$  =  
 = : : = 20 = =  $20 \times 20 = 400 \times 15\frac{1}{2}$  =

Anmerk. Ein sehr berühmter Naturforscher, Galileo Galilei, ein Italiener, entdeckte dieses Gesetz im Jahre 1602, und ein Engländer, Aetwood, erfand eine Maschine (Fallmaschine), vermöge welcher man sich durch den Augenschein von der Richtigkeit dieses Gesetzes überzeugen kann.

Anmerk. Die Geschwindigkeit fallender Steine, Laminen, Regentropfen, Schloßen etc.

### §. 33. Fortsetzung.

Das Gesetz vom Falle leidet allerdings auf alle Körper Anwendung. Indem sie jedoch fallen, müssen sie die sie umgebende Luft erst verdrängen, und daher verlieren sie einen Theil der Gewalt, mit welcher sie fallen würden, wenn ihnen die Luft nicht als Hinderniß im Wege stände. Daraus läßt es sich nun auch erklären, daß die Körper nicht alle gleich schnell fallen; denn je dichter und darum schwerer ein Körper ist, desto leichter kann er die Luft ver-

drängen und also das Hinderniß beseitigen; je lockerer und und darum leichter hingegen der Körper ist, desto schwerer überwindet er das Hinderniß und desto langsamer wird er fallen. Im luftleeren Raume fallen alle Körper mit gleicher Geschwindigkeit, denn sie werden alle mit gleicher Geschwindigkeit zur Erde herabgezogen.

Anmerk. Schneeflocken, Wassertropfen, Federn, Papier, Stein, Metallstücken etc. in der Luft und im luftleeren Raume.

### §. 34. Die Centralbewegung.

Wenn sich ein Körper in einer krummen Linie bewegt, so ändert sich seine Richtung in jedem Augenblicke, folglich müssen auch in jedem Augenblicke neue Kräfte auf ihn wirken, und zwar ununterbrochen. Die Centralbewegung ist eine solche krummlinige Bewegung, die durch zwei Kräfte entsteht, von welchen die eine den Körper, wo er auch sei, nach einem bestimmten Punkte hintreibt, die andere ihn aber gleichzeitig von diesem Punkte zu entfernen sucht. Der Körper kann natürlich keiner von beiden folgen, und es entsteht nun eine krummlinige Bahn, deren hohle Seite jenem Punkte, dem Centrum oder Mittelpunkte der Bewegung, zugewendet ist. Jene beiden Kräfte nennt man die Centripetalkraft und die Centrifugalkraft oder Schwungkraft. Erstere ist dann diejenige, welche den Körper stets nach dem Mittelpunkte der Bewegung, letztere aber die, welche ihn von demselben fortreibt.

### §. 35. Fortsetzung. (Fig. 5.)

Aus dem Parallelogramm der Kräfte läßt es sich leicht nachweisen, daß die Bahn eines durch Centralkräfte bewegten Körpers eine krumme Linie um den Mittelpunkt der Kräfte sein muß. Treibt z. B. die Centrifugalkraft den Körper im ersten Zeittheilchen durch ac, die Centri-



petalkraft aber nach *c* hin durch *ab*, so geht er längs *ad* und erreicht am Ende des ersten Zeittheilchens *d*. Aus demselben Grunde kommt er nach dem zweiten Zeittheilchen in *g* und nach dem dritten in *i* an *ic*.

### §. 36. Fortsetzung. (Fig. 6.)

Die Bahnen der durch Centralkräfte bewegten Körper können sehr verschiedene krumme Linien sein: die Spirallinie, welche in immer engeren oder weiteren Grenzen um sich herumläuft, oder der Kreis und die Ellipse, welche in sich selbst zurückkehren. Die stärkere oder geringere Krümmung der Linie, die länglichere oder breitere Gestalt der Ellipse richtet sich nach dem Verhältniß der Kräfte zu einander.

Anmerk. Auf der Schwingungsbewegung beruhen mehr Er-scheinungen. Der geschwungene, am Ende eines Fadens befestigte Stein — die Schleuder — der Fohren mit dem Wasserglas — der Schleifstein im Wassertröge — der Roth am Wagenrad — der Regulator an der Dampfmaschine.

Anmerk. Kepler (1571 — 1630) bewies, daß die Planetenbahnen Ellipsen sind, aus den Beobachtungen des Tycho de Brahe (1546 — 1601); Newton (1642 — 1722) bestätigte diese Behauptung. Copernikus hielt die Bahnen der Himmelskörper noch für Kreise (1473 — 1543).

### §. 37. Die Pendel- und Warfbewegung.

Ein Pendel- oder Perpendikel erhält man, wenn man an das untere Ende eines Fadens oder einer Schnur eine Kugel bindet, das obere Ende aber zwischen den Fingern oder an einem Stifte, Nagel *ic*. befestigt. Alsdann läßt sich die Kugel bewegen, hängt aber lothrecht herab, sobald sie sich in Ruhe befindet.

### §. 38. Fortsetzung. (Fig. 7.)

Gesetzt *ab* sei eine Schnur, an welcher der Körper *b* hänge (s. d. Fig.), in *a* befestigt. Zieht man nun den Körper *b* nach *c* hin und läßt ihn dann los, so bewegt er sich zwar nach *b* zurück, allein er ruht dort nicht, sondern bewegt sich vermöge seines Beharrungsvermögens auf der entgegengesetzten Seite nach *d* hin eben so hoch hinauf, als er von *c* herunterkam. Von *d* bewegt er sich nun zwar wieder nach *b*, aber auch wieder nach *e* hinauf, von da wieder zurück nach *b* und *d* *ic*. Diese Bewegungen des Körpers nennt man seine Schwingung oder Vibration, und es würde dieselbe beständig fortgehen, wenn es nicht gewisse Hindernisse gäbe, welche den Körper nach und nach wieder in den Zustand der Ruhe zurückbrächten (Widerstand der Luft und Reibung in dem Aufhängepunkte *a*).

Anmerk. Der Weg, den der Körper von *c* nach *d* nimmt, ist das Bogenstück eines Kreises, welches man sich aus unendlich kleinen Diagonalen der Parallelogramme der Kräfte zusammengesetzt denkt. Die beiden hierbei wirklichen Kräfte sind die Schwerkraft *ca* und die Centralkraft *ca*.

### §. 39. Fortsetzung.

Der Mittelpunkt des Pendelschwunges fällt in die Mitte des Körpers, sobald man sich den Faden *ab* ohne Schwere denkt, und die ganze Länge des Pendels geht alsdann von diesem Punkte an bis zum Aufhängepunkte *a*. Hat aber auch der Faden Schwere, was nicht anders sein kann, da er aus einer körperlichen Materie besteht, so fällt der Mittelpunkt des Schwunges etwas über den Mittelpunkt des Körpers *b* hinaus, weil dann jedes Theilchen des Fadens selbst als ein Pendelgewichtchen wirkt. Bei Uhrenpendeln fällt der Mittelpunkt des Schwunges noch höher hinauf.

## §. 40. Fortsetzung.

Natürlich gehört zu jeder Schwingung des Pendels eine gewisse Zeit. Je länger das Pendel, desto größer die Zeit, je kürzer das Pendel, desto kürzer die Zeit, die es zu einer Schwingung gebraucht. Je länger das Pendel, desto weniger Schwingungen, je kürzer das Pendel, desto mehr Schwingungen in derselben Zeit.

## §. 41. Fortsetzung.

Es ist bekannt, daß ein Pendel halb so viele Schwingungen macht, als ein anderes, wenn es viermal länger ist, als dieses. Ist es viermal kürzer, so macht es doppelt so viele Schwingungen. Ueberhaupt macht ein Pendel 2, 3, 4, 5mal weniger Schwingungen in einer gewissen Zeit, wenn es 4, 9, 16, 25mal länger gemacht wird; und umgekehrt 2, 3, 4, 5mal mehr Schwingungen, wenn es 4, 9, 16, 25mal kürzer gemacht wird. Das Sekundenpendel d. i. dasjenige, welches in jeder Sekunde nur eine Schwingung macht, und dessen Länge bei uns 3 Fuß  $\frac{1}{2}$  Linie Pariser Maß beträgt, dient gewöhnlich als Norm.

## §. 42. Fortsetzung.

Die Hindernisse, welche die fortwährenden Schwingungen eines Pendels nach und nach aufhalten und zuletzt das Pendel selbst wieder in Ruhe bringen, sind besonders der Widerstand der Luft und die Reibung am Aufhängepunkte. Zwar lassen sie sich nie ganz beseitigen, aber doch um Vieles vermindern. In dieser Absicht giebt man dem schweren Körper des Pendels, der Kugel, eine linsenförmige Gestalt, damit sie desto besser die Luft durchschneide, und läßt außerdem das Pendel um einen seidenen Faden oder um eine dünne elastische Stahlfeder, womit

man es aufhängt, hin und her schwingen. Dadurch verhindert man auch die Reibung am Aufhängepunkte.

## §. 43. Fortsetzung.

Die Schwingungen ein und desselben Pendels sind nicht an allen Orten gleich. Nach dem Aequator zu werden sie immer langsamer, nach den Polen zu immer schneller, und man ist deßhalb genöthigt, den schweren Körper, die Linse, im ersten Falle am Pendel herauf, im anderen herunter zu schieben, wenn die Schwingungen in derselben Zeit dieselben bleiben sollen. Die Erscheinung findet ihren Grund in der an den Polen stärker als an dem Aequator wirkenden Schwerkraft unserer Erde.

## §. 44. Fortsetzung.

Ein in horizontaler Richtung geworfener oder geschossener Körper bleibt nur eine kurze Zeit in dieser Richtung; er kommt bald wieder zur Erde zurück und beschreibt bei seiner Bewegung eine krumme Linie. Die Bewegung eines solchen Körpers ist nämlich eine zusammengesetzte, sofern die Kraft des Wurfs oder Schusses und die Kraft der Schwere zugleich auf den Körper wirken, und zwar die erstere als eine gleichmäßige, die letztere als eine beschleunigte. Die Bahn der Bewegung muß daher eine krumme Linie bilden.

Anmerk. Galilei zeigte zuerst, daß die krumme Linie eine solche sei, welche in der Mathematik Parabel heißt.