
E I N L E I T U N G.

I. ABSCHNITT.

ALLGEMEINES VERHÄLTNISS DES FORSCHENDEN MENSCHEN.

§. I.

Alles Forschen beginnt mit dem Bewusstseyn, denn nur sich selbst bewusste Wesen sind der Forschung fähig. Sich selbst steht der Mensch in dieser Hinsicht gegenüber, in sich unterscheidend: freies Seyn, und leidendes, beschränktes Daseyn; beide nur relative Gegensätze sind in seiner Persönlichkeit vereint, und mithin zu betrachten, als Grundverhältnisse Eines Wesens.

BEMERKUNGEN. 1) Wir nennen dieses Wesen, zu dessen Anschauung wir nicht unmittelbar gelangen, sondern durch die in uns liegende Fähigkeit: zu denken und zu wollen: unsere Vernunft oder den menschlichen Geist, welchen wir allen Wesen, die ein gleiches Verhältniß besitzen, zugestehen und also neben dem eigenen Geiste andere menschliche Gei-

ster anerkennen müssen. Diese in der Persönlichkeit sichtbar werdende Nothwendigkeit, welcher unser Geist unterworfen ist, wenn er zur Selbstanschauung gelangen will, führt zu der Idee des unbedingten, einigen ewig selbstthätigen Seyns, wo vollkommen klares, allumfassendes Wissen, ewige Wahrheit mit Ausschluss jeder durch Individualität herbeigeführten Täuschung, statt des persönlichen Bewusstseyns gegeben ist. Die Fähigkeit aber, uns zu der Idee jenes rein geistigen, unbedingten oder göttlichen Seyns zu erheben, bezeugt unmittelbar unsre eigene göttliche Abkunft, und sichert uns die Möglichkeit der Erhebung über das irdische Daseyn und dessen Verhältnisse, oder die Realität des Glaubens an eine ewige Fortdauer. Eine Folge dieses göttlichen Urquells menschlicher Natur ist die Ahnung jener höheren Abhängigkeit, die über den Menschen als Schicksal waltet; der Glaube an eine göttliche Regierung der Welt und dessen Offenbarung im religiösen Gefühle.

2) Diesem Verhältnisse des Menschen als Vernunftwesen (zu Gott) untergeordnet ist das der Vergleichung, zu sich selbst und zur Welt, oder als Verstandesmensch. Das, was dem menschlichen Wesen entspricht, und überhaupt, was unter Gesetzen einer bestimmten Beziehung, unter Fesseln niederer Nothwendigkeit lebt, d. i. die gesammte Erscheinungswelt, liegt im Gebiete des menschlichen Verstandes, und kann — wenigstens der Möglichkeit nach — von ihm begriffen werden.

3) Das Verhältniß des sich bewußten von Ichheit zeugenden Menschen, ist daher ein gedoppeltes: nämlich dasjenige zu dem denkbar höchsten Standpunkte seines Innern, zum einigen geistigen Wesen, zum

Allgem. Verhältniß des forschenden Menschen. 3

Geiste aller Geister: zur Gottheit; und das zu Allem was sich ihm als Gegenstand, als Aeusseres, als Erscheinungswelt, als Natur darbietet. Zwischen beiden tritt er mit seiner Persönlichkeit als Vermittler auf, das erstere ahnend, in reiner Begeisterung schauend, das letztere empfangend, beurtheilend, begreifend und durch sich selbst unterhaltend.

4) Wir können uns dieses Verhältniß der Welt zu Gott, und somit der endlichen Seite des Menschen zum Unendlichen ansehaulicher machen, wenn wir das rein geistige göttliche Seyn (im Gegensatze des den Gesetzen der Endlichkeit, der inneren Nothwendigkeit folgenden Daseyns) als unbedingt schaffende Thätigkeit, als ewige Idee, und derselben gegenüber die Stufe möglichster Beschränkung selbstständiger Thätigkeit (für uns z. B. zunächst die anorganische Natur) festsetzen; so wie alles zwischen beiden Verhältnissen des Seyns wirklich Vorhandene, als den in unendlicher Mannigfaltigkeit sich darstellenden Ausdruck jener Idee. Jede niedere Stufe deutet dann auf eine höhere hin; in der anorganischen Natur, die Ahnung eines freieren Lebens, das ist einer selbstständigeren (individualisirteren) Daseynssphäre, die im Allgemeinen in der organischen Natur gegeben, und in Beziehung auf unsre Erde zunächst mit Pflanzenwelt zu bezeichnen wäre; wo eine ähnliche Hinweisung auf die Thierwelt, und hier auf den höchsten Moment des thierischen Lebens, die Abstufungen des Selbstgefühls durchlaufend, auf persönliches Bewußtseyn statt findet, die im Menschen verwirklicht, der ruhigen Betrachtung oder vielmehr der religiösen Andacht, der Begeisterung (des Forschers, des Künstlers

(1^a)

oder des Priesters) bedarf, um die Schauung des Höchsten einzuleiten. — Die Menschennatur ist daher für alle Erdgebilde die letzte Vergleichungsstufe; je mehr sie sich derselben nähern, um so mehr leben die Erdindividuen sich selbst, mit ihrem Wesen zugleich auf ein höheres gemeinsames Leben, auf das des Universums, als eines Ganzen hindeutend; umgekehrt, je weiter von der Menschennatur entfernt, um so mehr ist die höhere Selbstständigkeit unterdrückt, und die vollendetere Hingebung, an die Aussenwelt begründet.

§. 2.

Die Naturforschung findet mithin ihre ursprüngliche Quelle ebenfalls im Bewusstseyn, und wir selbst machen uns zum Gegenstande jener Forschung, wenn wir Alles, was uns ein Aeusseres, Abhängiges ist (also auch der Mensch im Akte der Selbstbetrachtung) oder das, was wir kürzer Natur nennen, einer höchsten Vergleichung unterwerfen. Die Verstandesbeweise für die Richtigkeit der Gleichung; d. i. die aus den Thätigkeitsverhältnissen der Gegenstände gezogenen Schlüsse, können für sich auf keine unbedingte Gültigkeit Anspruch machen, erlangen jedoch einen hohen Grad allgemeiner Gewissheit wenn ihnen die innere Stimme der Wahrheit: die Vernunft entgegen kommt, und so den Arbeiten des Forschers den Stempel des Wissens verleiht.

BEMERK. 1) Die Naturforschung verlangt nicht, daß ihre Wahrheiten nur Gut des Einzelnen sind, sondern Aller. Ihre Methode, das Wahre in den Erscheinungen zu ergründen, muß daher nicht auf die einzelnen subjectiven Verhältnisse der Menschen, sondern auf den höchsten Standpunct ihrer Daseynsphäre, auf die Gesetze des Verstandes und deren letzte Ableitung, somit auf den in allen am Geiste gesunden Menschen entwickelten göttlichen Zeugen der Wahrheit, auf ihre Vernunft, gestützt, geprüft und gegründet werden. Es ist richtig, daß in der Weise, wie wir die Dinge betrachten: wir nur unsere Ansicht haben; der Mensch soll aber als denkendes Wesen nicht bloß eine seiner Subjectivität entsprechende Ansicht von der Welt entwerfen, sondern stets dahin streben, seine und alle Ansichten einzelner Menschen, von dem zu befreien, was an ihnen einzeln ist, oder was von der mehr oder minder beschränkten Persönlichkeit des Entwerfers zeugt. Nicht für die einzelnen Menschen, sondern im Namen der Menschheit, mit der nur möglichen Kraft, Ausdauer und Besonnenheit, muß der Weg zur Wahrheit gesucht und verfolgt werden.

2) Sofern unsere Kenntnisse aus der Vernunft (a priori) abgeleitet sind, oder eine solche Ableitung sich unmittelbar nachweisen läßt, werden sie in ihrer Trennung als Theile des menschlichen Wissens betrachtet, und zu einem Ganzen vereint Wissenschaft genannt; deren Mannigfaltigkeit durch diejenige des Geistes bestimmt wird. So können wir z. B. in Rücksicht der Naturkenntnisse, aus allgemeinen und bloß construirten Begriffen der Materie, gewisse Sätze ableiten, welche uns über einzelne Anziehungsverhältnisse der verschiedenen Materien Aufschluß gewäh-

ren; die meisten Kenntnisse erlangen wir indess nur durch Wechselwirkung unserer Sinne und unseres Verstandes, d. i. auf dem Wege der Erfahrung (a posteriori) wo der Gegenstand nicht von uns producirt ist, und die Natur desselben, als etwas von uns ungeschaffenes (und im Moment der Erforschung) von uns unabhängiges angesehen wird. Die Aufgabe ist hier, die gesammten Erfahrungen in richtige Beziehung mit unserer Vernunft zu setzen, oder die Gesetze, welche die Erfahrung darbietet, die der Verstand aus ihnen durch Vergleichung ableitet, durch die Vernunftgesetze zu berichtigen, und ihnen so wissenschaftlichen Werth zu geben, oder vereint als empirisches Wissen von dem Gegenstande, als Erfahrungswissenschaft aufzustellen; die man indess richtiger durch Kunde (z. B. Arzneykunde) bezeichnet. Hieher gehören denn auch die Kenntnisse von der Natur, so weit sie gegenwärtig gediehen sind; streng genommen, kann man nur von einer Naturkunde sprechen, ohnerachtet die ältere Geschichte und unsere Zeit mehrere achtungswerthe Männer zählt, die entweder das Erfahrene zur Wissenschaft erhoben, oder aus der höchsten Idee des Seyns, den mannigfaltigen Ausdruck dieser Idee in den Erscheinungen gesetzmässig zu bestimmen, und somit die Möglichkeit der Natur in ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit darzuthun sich bemüheten. Es ist dieses das Geschäft der Philosophie, oder der Wissenschaft des an sich Wahren, die eigentlich in ihren Gesamtbeziehungen Naturphilosophie ist, gewöhnlich aber diesen Namen erhält, wenn sie mit Ausschluss der Ideen der Moral und des Rechts die Möglichkeit und Nothwendigkeit aller Beziehungen des innern Menschen zur Natur, wie sie

Allgem. Verhältniß des forschenden Menschen. 7

erscheint und wie sie gedacht werden muß, entwickelt. Diese philosophische Bearbeitung der Naturkenntnisse überhaupt, macht indess keineswegs das Geschäft des Sammelns und Vergleichens, oder den in der physischen und geistigen Natur des Menschen und seines Verhältnisses zur Erde begründeten und vorgezeichneten Weg, bisheriger Naturforschung entbehrlich, sondern die Naturphilosophie würde vielmehr, ohne jene Bemühungsweise in's Auge zu fassen, eine bedeutungslose Skizze geliefert haben. Die wahre und volle Bedeutung, das wahrhafte Einverständniß mit der Natur, so weit es dem denkenden Erdbewohner möglich ist, kann ihm aber nur durch Vereinigung beider Wege werden; eine Methode des Naturstudiums, zu der sich unsere Zeit unter mancherlei Formen, auf mancherlei Weise kräftig rüstet; die aber erst zur Darstellung gelangen kann, wenn der Philosoph nicht mehr sein System, sondern die Natur selbst zu erweisen sich beieifert, und der Beobachter und Experimentator zu der Ueberzeugung gelangt, daß man von der Idee (von dem absoluten Begriffe) seiner selbst und somit der Natur ausgehen müsse, um für den Wechsel der Erscheinung den richtigen Gesichtspunkt zu gewinnen, und die gegenseitige Bedeutung der Dinge in der Wahrheit aufzufassen.

3) Jedes philosophische System geht von einem unbedingt Wahren, von einem höchsten Princip aus, und jeder Stifter derselben versucht es, die gesammten Wahrheiten von Gott, Natur und Intelligenzwelt, aus einem unbedingt wahren Erkenntnißgrunde abzuleiten. PLATO (ohne aus seiner Idee ein in sich geschlossenes System darzustellen) setzte eine Erste Idee, Idee der Ideen, als Urquelle des Denkens und Seyns, der

Idealität und Realität. Beide sind ihm, ihrem Wesen zu Folge, eins, nicht absolut, sondern nur relativ entgegengesetzt. Seine Philosophie, auf Identität des Seyns und Denkens sich gründend, ist Identitätsphilosophie. Zu ähnlichen Einsichten gelangten auch SPINOZA und LEIBNITZ, bildeten aber ihre Systeme einseitig, indem der erstere das Urseyn (die absolute Natur) letzterer das Urdenken (die absolute Intelligenz, Monas) als jenen letzten Erkenntniss- und Wissensgrund aufstellten. SPINOZA war Realist, LEIBNITZ Idealist. DES CARTES setzte Geister und Naturwelt als einander absolut entgegengesetzt, und die Gottheit als Vermittlerin gegenseitiger Wechselwirkung und Harmonie; er war Dualist. KANT setzte als letztes Prinzip des Wissens, die Einung der Anschauungsformen und des Denkens im reinen Selbstbewußtseyn oder im Ich. Die menschliche Vernunft ist endlich und sinnlich, sie ist beschränkt; vermöge dieser Beschränkung giebt es für uns unüberwindliche Unwissenheit, keine absolute Erkenntniss, wir können nur wissen, was im Gebiete der Erscheinungswelt liegt, jenseits derselben ist das menschliche Wissen absolut beschränkt, dem ewigen nähern wir uns nur durch Glauben. Um dem Kantischen Systeme die mangelnde Einheit zu verleihen, wandelte REINHOLD den Grundsatz, alles Wissen aus einem ersten Princip abzuleiten, in die Aufgabe aller Philosophie: das Wesen der Dinge aus dem Wesen der Gottheit zu erkennen; wogegen FRIES den Einwurf machte, daß der Mensch das Wesen der Gottheit weder fassen noch begreifen könne, vielweniger noch das Wesen der Dinge aus ihm, wobei wir auf §. 1. und oben hinweisen. REINHOLDS Denken als Denken, BARDILY'S

Allgem. Verhältnifs des forschenden Menschen 9

prius, FICHTE's Steigerung des reinen Bewußtseyns bis zum absoluten Selbsthandeln, in seinem reinen Ich (als Princip des Denkens und Seyns, der Idealität und Realität, welches die Aufgabe hat, sich vom Nicht-Ich nur abhängig zu machen, um es zu erkennen, und dadurch zur ungetrübten Anschauung seiner selbst zu gelangen; die Welt ist dem Ich ein subjectives Object, eben so verschieden, als wie es dem Ich gelungen ist, seine obige Aufgabe zu lösen, die Nothwendigkeit der Lösung steht als einmal gegeben da, zu ihr reicht kein Begreifen und Wissen, sondern — Glaube) und das Absolute des SCHELLING, sind als eben so viele eigenthümliche Bestrebungen anzusehen, jene Aufgabe zu lösen: das Wesen der Dinge aus der ewigen Einheit zu erkennen. SCHELLING einsehend das Mangelhafte in der Art, wie seine Vorgänger sich jenes Princip theils eigen zu machen, theils durchzuführen versuchten, stellt — aus den ältern Weisheitsschulen eines PLATO. SPINOZA und LEIBNITZ zurückkehrend — nach dem Beispiele des erstgenannten ein Princip auf, welches sich durch Einheit, Unbedingtheit und Allgemeinheit charakterisirt, und sich ausspricht als Identität der absoluten Idealität und der absoluten Realität, und dadurch sowohl auf formelle — logische — als auf reelle und objective Gültigkeit Anspruch macht. Geister- und Körperwelt existiren durch einen ewigen Schöpfungsakt des Absoluten. — Die Mannigfaltigkeit der Individuen geht in's Unendliche. — Alles Seyende gehört entweder in die Welt freier Geister oder der absoluten Abhängigkeit des Causalnexus. Nichts geht unter.) Zugleich begegnet er dadurch dem für die Geschichte des Criticismus wichtigen Einwurf JA-

COBR'S, gegen die früheren, aus der scholastischen Philosophie entsprungenen und WOLFISCHEN bloß logischen Methoden, „daß um zu beweisen, erst etwas Bestimmtes gegeben seyn müsse, aus dem bewiesen werde, ehe man Beweise zu führen beginne;“ ein Einwurf, der in seinen Folgen von KANT aufgefaßt, diesen zu seiner Kritik der Vernunft führte; ob sich aber SCHELLING des ESCHENMEYERSCHEN Vorwurfs: die Gottheit mit der menschlichen Vernunft verwechselt zu haben, vollkommen wird entledigen können, steht dahin. Merkwürdig ist es übrigens, daß FICHTE'S transcendentaler Idealismus, und der transcendente Realismus der Scholastiker (ihre sogenannte *Prioritas naturae*) aus demselben Satze und auf dieselbe Weise nur nach entgegengesetzter Richtung entstanden sind. Man vergleiche: PLATONS Werke übers. (nach der STEPHANISCHEN Ausgabe) von F. SCHLEIERMACHER. Berlin 1804. 8. — ARISTOTELES STAGIRITA. Opera omnia, c. Commentar. AVERROIS. Tom. XI. Venetiis 1560. 8. eadem graec. et latin. AUREL. ALLOHR. 1607. 8. — Commentar. Collegii Conimbricensis e Soc. Jesu in universam Dialecticam Aristotelis St., Colon. Agrippinae MDCXI. PLUTARCHUS, Chaeronensis, de *Vlacitis et decretis Philosophor.* ed. G. C. GEBHARDI. GRYPH. 1692. 12. — T. LUCRETII CARI de *rebus natura*; libri sex ad optimor. exemplar. fidem emendati edidit H. C. A. EICHSTÄDT. Lips. 1801. 8. — B. DE SPINOZA. Opera quae super sunt omnia etc. edit. H. E. G. PAULUS. Vol. I. Jenae 1802. 8. — FR. BACO DE VERULAMO. Opera omnia. Lips. 1694. fol. — LEIBNITZII Opera omn. edid. RASPE 1775. — F. KANTS metaphysische Anfangsgründe d. Naturwissenschaft. Riga 1787. 1788. 8. Ff. k. f. u. Leipzig. 1794.

Allgem. Verhältniß des forschenden Menschen 11

— Dessen Kritik der reinen Vernunft. — J. G. FICHTE Grundr. d. gesamt. Wissenschaftslehre etc. Jena 1795 — Tübingen 1802. 8. — F. W. J. SCHELLINGS sämtliche Schriften. — J. J. WAGNER, von der Natur der Dinge. Leipz. 1803. — K. C. F. KRAUSE: Anleit. zur Naturphilosophie, Jena 1804. 8. — J. FRIES, System der Philosophie als evidente Wissenschaft. Leipz. 1804. 8. — Dessen Neue Kritik der Vernunft. III. B. Heidelberg 1807. 8. — PLOTINOS, von der Natur, von der Betrachtung und von dem Einem, mit einer Einl. u. m. Anm. von F. CREUZER. B. I. in den Studien, von C. DAUB und F. CREUZER. Heidelberg 1805. 8. S. 23. u. 103. Lehrb. d. Naturwissenschaft. I—III. H. von D. J. WEBER. Landshut 1805. 8. Ueber Naturphilosophie von H. F. LINK. Leipz. u. Rostock 1806. — F. BOUTERWECK: Anleit. z. Philos. d. Natur. Göttingen 1803. 8. — Ueber die Bildung der Weltseele im TIMÄOS des PLATON. von BÖCKH; in den a. Studien III. B. S. 1—98. — H. STEFFENS: Grundz. d. philos. Naturwissenschaft. Berlin 1806. 8. — SCHELLINGS Jahrbücher der Medicin als Wissenschaft. I. II. B. Tübingen 1805. 1806. 8. — C. A. ESCHENMAYER: Einleit. in Natur und Geschichte. Erlangen 1806. 8. — G. E. A. MEHMEL über das Verhältniß der Philosophie zur Religion. Erlangen 1805. 8.

4) Das Wort Natur wird in verschiedenen Bedeutungen (bestimmt durch die jedesmalige Stelle seines Gebrauchs) genommen. Gewöhnlich setzt man es gleichbedeutend mit Körperwelt, oder überhaupt mit Welt, und in diesem Falle, involvirt die Untersuchung der Natur, diejenige des Geistes, welche als philosophische Anthropologie der Untersuchung des

Inbegriffs der Kräfte der Dinge vorangehen muß. In den Ausdrücken: die Natur bringt hervor, bewirkt dieses oder jenes, wird es zu Bezeichnung der ewig schaffenden, alle Dinge aus sich selbst erzeugenden Urkraft der Welt, der ersten Grundursache der Erscheinungen in der Welt, und somit der Dinge selbst, angewendet; dieses war die *Natura naturans* der Scholastiker, von der sie obige Bezeichnungen durch *Natura naturata* unterschieden. Beide Begriffe sind in dem allgemeinen Ausdrucke: Welt oder Universum vereint. — KANT drückt sich darüber in seiner Kritik d. V. S. 446 folgendermaßen aus: „Natur, adjective (formaliter) genommen, bedeutet den Zusammenhang der Bestimmungen eines Dinges nach einem inneren Princip der Causalität. Dagegen versteht man unter Natur, substantive (materialiter), den Inbegriff der Erscheinungen, so fern diese, vermög eines innern Principis der Causalität, durchgängig zusammenhängen. Im ersteren Verstande spricht man von der Natur der flüssigen Materie, des Feuers u. s. w. und bedient sich dieses Wortes nur adjective; dagegen, wenn man von den Dingen der Natur redet; so hat man ein bestehendes Ganze in Gedanken.“ — Eben so vielfach ist die Bedeutung der Wörter widernatürlich (*contra naturam*), unnatürlich (*praeter naturam*) und wunderbar im Gegensatze von natürlich, so wie auch diejenige der Ausdrücke: künstlich und Kunst; letzterer im Gegensatze von Natur bezeichnet im Allgemeinen die durch den Menschen bewirkte (nicht von selbst, oder nicht im gewöhnlichen Gange der Erscheinungen erfolgende) Veränderung der Dinge zu gewissen Zwecken. — Ausser den zuvor angeführten Schriften vergl. man noch ROB. BOYLE tr.

de ipsa natura, sive libera in receptam naturae notionem disquisitio, Genev. 1688. 4. u. in d. lat. Uebers. seiner Operum. ebendas.

§. 3.

Sofern wir das mit der umgebenden Natur gemein haben, daß sie — wie wir selbst — unserem Ich als Gegenstand erscheint, werden wir darauf hingewiesen, eine gewisse Analogie des Wesens der Natur mit unserem persönlichen Verhältnisse anzuerkennen; die darin besteht, daß wir die Naturthätigkeit, so wie die unseres Wesens, als Ausdruck des allem Körperlichen inwohnenden Geistigen betrachten; oder Daseyn und Thätigkeit, Körper und Geist, als Grundverhältnisse Eines Seyenden, ersteres durch letzteres bedingt, ansehen. Natur ist mithin unsern anschauenden Geiste die reale Bezeichnung der ewigen unendlichen Ideen der Gottheit, und alle Naturforschung besteht in dem Bestreben des menschlichen Geistes, das ihm Gleiche in allem Aeusseren zu schauen, das Maafs (die Energie, das Moment) und die Art der endlichen Beschränkung des Naturgeistes zu ergründen, und dieses ursprüngliche, in der Regel bewußtlos sich darstellende Verlangen, wird zunächst vermittelt durch die Sinne.

BEMERK. 1) Wir erkennen unsere Sinne als geistige Medien von Raum und Zeit; ein Verhältniß, welches schon daraus erhellet, daß jeder Sinnesgebrauch mit Vorstellungen verknüpft ist, die bei jedem einzelnen gesunden Sinne einen eigenthümlichen Character an sich tragen, worin alle Menschen übereinstimmen, denen die Möglichkeit des richtigen Gebrauchs der Sinne zu Theil wurde. Z. B. alle unterscheiden mittelst des Auges: Licht und Finsterniß; mittelst der Gefühlorgane: Wärme und Kälte etc., ohnerachtet bei jedem einzelnen Individuum mehr oder minder bedeutende Modificationen der mit dem Gebrauch unmittelbar verknüpften Vorstellungen eintreten. Offenbar folgt hieraus, daß durch unsere Sinnesorgane selbst erst die Prädicate der Dinge, so wie sie uns erscheinen, erzeugt werden, mithin in der Helle, Farbe, Wärme, Kälte etc. nicht die unmittelbare Entfaltung des Wesens der Aussendinge gegeben sey. Eine unmittelbare Erkenntniß dessen, was in den Erscheinungen Wahres ist, würde mithin nur hervorgehen, wenn unser Geist unbeschränkt die Welt zu schauen vermögte, ohne irgend ein geistiges Medium von Zeit und Raum zu bedürfen. Es fragt sich aber, ob auf dem Standpunkte organischer Entwicklung, den wir als Menschen behaupten, nicht schon eine Annäherung zu einer solchen geistigen Schauung des Daseyenden möglich ist, und ob hierin nicht gerade das Verhältniß der Sinne zu unserem erkennenden Ich bestehe? Wir bejahen diese Frage, indem wir an das oben bemerkte Verhältniß unseres Ich zur Welt folgendermaßen erinnern: als höchste Vergleichungsstufe für die Aussenwelt, stellt der Mensch sich selbst auf. Was er sucht, forscht, ist das was seinem We-

sen entspricht; indem er die Natur erforscht, deutet er die Symbole seiner selbst, geistig geht er zur Natur, ihre Geistigkeit erspähend. Jedem seiner Sinne liegt nothwendig dasselbe Verhältniß zum Grunde, alle sind Organe, wodurch der Geist zum Geiste spricht, mit deren Hülfe der menschliche Geist das Entfalten der geistigen Seite der Objecte, die plastische Darstellung der Seele in der Form gewahrt. Die Möglichkeit einer solchen Wahrnehmung muß aber zunächst in den Objecten selbst dadurch vorbereitet seyn, daß sie unter bestimmten Bedingungen (deren allgemeinste die Berührung ist) den Zustand körperlicher Beschränktheit relativ aufzugeben, und an den entgegengesetzten des geistigen freieren Daseyns überzugehen vermögen. In dem Mase, wie die geistige Entwicklung des Körperlichen vollendet ist, kann sie auch nur von uns mittelst der Sinne unmittelbar erkannt werden, und am vollkommensten geschieht dieses da, wo der Sinnzustand mit dem seiner Aussenwelt in Rücksicht des geistigen Werthes gleich steht. Hier erkennt der Sinn klar das ihm Gleiche, keine Unterscheidbarkeit in der Aussenwelt trübt den Act; ein nur bei dem vollkommensten Sinne, bei dem Auge, möglicher Eall. Das erhellte durchsichtige luftartig Flüssige steht für das Auge auf einer solchen Stufe; bei allen übrigen Zuständen, bei dem Fest- und Tropfbar-durchsichtigen, bei dem Weissen, bei den Farben, ist jener Werth mehr oder weniger neigt, und in demselben Mase unterscheidet das Auge in ihnen, erkennt es mittelbar. Auf gleiche Weise, wie das Auge, den Zustand seiner geistigen Entwicklung, das Licht, in der Umgebung sucht, und es mittelbar in jenen untergeordneten Zuständen der Farbe

etc. mit Zuziehung der Verstandeskräfte, in beschränkter Form, negirt durch ein bestimmtes Mas von Körperlichkeit findet, so strebt das Gefühlorgan, den bestimmten Zustand seiner selbst, d. i. das bestimmte Mas der in Actu gesetzten Expansion, in der Umgebung zu erkennen. Sich selbst als Vergleichungsstufe hinstellend, findet es in der Wärme denselben Zustand (entweder entsprechend, oder übersteigend oder nicht erreichend) dargestellt, in der Kälte hingegen sich selbst gehemmt, durch in Actu gesetzte Contraction, und im Widerstande des Körperlichen (durch Tastung) das was sowohl Wärme, als Kälte stets voraussetzen, den Träger beider: die jedem Gefühlsubjecte eigenthümliche Masse (Masse — und somit auch Wärme und Kälte — steht also dem Lichte gegenüber). — Auf ähnliche Weise ist im Geschmacks- und Geruchsorgane — deren Gegenstandsbedingung das Flüssige ist — die Fähigkeit entwickelt, nicht sowohl den quantitativen Unterschied der thätigen Expansion oder Contraction, als vielmehr den mannigfaltigen Ausdruck derjenigen Eigenthümlichkeit (Besonderheit) der Masse aufzufassen, den sie durch jedes Mas beendeter Expansion oder Contraction erhalten hat. Der dem Geschmack und Geruche sich darstellende qualitative Gegensatz muß mithin als fixirter Zustand, und zwar als aus dem allgemeineren (dem Flüssigen) entwickelter, oder als durch dasselbe begründeter angesehen werden, entspricht aber auch zugleich demjenigen der Wärme und Kälte, in so fern dieses Zustände von gleicher Entgegensetzung, aber nicht des Gewordenen sondern des Werdenden sind. Es giebt aber kein bloß Gewordenes, keine absolute Gegenwart in der Natur; sondern alles Gewordene trägt

den Character des Werdens, alles Gegenwärtige seine Zukunft in sich. Unmittelbar wird dieses Verhältniß des Werdens zum Gewordenseyn im Gehöre, durch die Phänomene des Schalls aufgefaßt. Deutlich unterscheiden wir hier im Nacheinander der Schallschwingung das Werden in den verschiedenen Verhältnissen zu sich selbst, und zugleich auf ähnliche Weise das Gewordene, und setzen mehr oder minder unbewußt beide unmittelbar in Verhältniß, indem wir sie einer höheren Gleichung fügen. Das, was diese Gleichung möglich macht, ist die in uns ausgeprägte, und mehr oder weniger dunkel vorschwebende Idee des Ganzen, des Schönen, wo das höchste von ihm Auszusprechende darin besteht, zu sagen, daß es ist. — Ausser dem Gehör ist diese höhere Gleichung in keinem der Sinne so deutlich entwickelt, als im Gesichtsinne. Die speciellere Würdigung der hieher gehören den Erscheinungen wird späterhin vorkommen.

2) Fassen wir auf obige Weise das Wesen und den Zweck unserer Sinne auf, so folgt auch von selbst, daß aller sinnlichen Wahrnehmung Wahrheit zum Grunde liege, und daß der Verstand sich selbst täuscht, wenn er dem Satz unbedingt huldigt: nichts sinnlich Wahrnehmbare ist wahr; denn alles ist bloß bedingt gesetzt. Buffon's u. a. Einwurf, daß, um über die Aussenwelt zur Gewißheit zu gelangen, wir uns mit unserem subjectiven Bewußtseyn in die Wesensphäre jeglichen Dinges müßten versetzen können, hat nur für den einigen Scheingrund, der seinen eigenen Standpunct, sein Verhältniß zu Gott und zur Natur nicht zu würdigen weiß. Subjectiv wahr ist die Natur für jedes ihrer Glieder; aber es giebt eine Wahrheit, die über

subjective Gewifsheit erhaben ist, und der Masstab für diese ist, die Vergleichung des stufenweise, von Gliede zu Glied, entwickelten Erkenntnißvermögens (des menschlichen mit eingeschlossen) mit dem, wenigstens von uns ahnungsfähigen göttlichen Erkennen. — Wenn das Insect den Dingen, vermöge der eigenthümlichen Beschaffenheit seiner Sinne und des Grades seines Vorstellungsvermögens, andere Prädicate beilegt, als der Mensch, so folgt nicht, daß die unseren oder beide unrichtig sind, sondern nur, daß jene Prädicate in der begrenzten Auffassung von Seiten des Insects für dasselbe wahr sind, so wie die unseren für uns, auch nicht, daß überhaupt allen Prädicaten der Dinge Realität mangle; sondern nur, daß die Prädicate etwas Gesondertes an den Dingen, und gleichen Wahrheitswerth, als wie die Objecte überhaupt, somit als wie wir selbst haben. Für uns sind die Qualitäten, welche der Insectensinn giebt, nicht unwahr, sondern nur nicht in dem Mase das Wesen der Dinge auffassend, wie diejenigen, welche unser Sinn setzt, mithin nur unvollständig. — Uebrigens ist die letzte Bedingung des Gebrauchs der Sinne: Selbstgefühl nach und nach in — Wissen von sich selbst übergehend. — Vergl. KASTNER: Ueber das Leben der Dinge, und über die Gestaltung des Universums; im II. B. der Studien herausgeb. von DAUB u. CREUZER.

3) Mittelbar können wir also zur Kenntniß der Natur gelangen, die, wenn sie auch nie den Grad von Klarheit erreicht, der bei dem Erkennen des eigenen Geistes gegeben ist, doch eine Gewifsheit zuläßt, die das Verlangen des forschenden Geistes einerseits befriedigt, andererseits durch stets erneuete Enthüllung dasselbe fortwährend stärkt. Beurtheilt man

Allgem. Verhältniß des forschenden Menschen. 19

den Werth einer Wissenschaft nach der Mannigfaltigkeit von Beschäftigungen, die der Geist dadurch erhält, so erhält die Naturwissenschaft eine der ersten Stellen. Das Bedürfniß, die Natur zu studiren ist das unschuldigste; der Genuß, den seine Befriedigung gewährt, der reinste, und die Freude über neue Entdeckungen die lauterste, wenn der Forscher der Natur wahrhaft ergeben, nicht durch Eitelkeit, Sucht zu glänzen, und ähnliche niedere Verhältnisse des entartenden menschlichen Geistes, sondern durch kindliche Hingebung und männlichen Wissensdrang zu ihrem Tempel geleitet wird.

4.) Ist aber die Naturforschung gleich einem Suchen dessen, was dem Wesen des Suchenden entspricht, strebt der Geist den Ausdruck seiner selbst in der Umgebung zu erspähen, so muß vor allem in der Natur die Möglichkeit gegeben seyn, dem Geistesblicke des Menschen die eigene Geistigkeit zu entfalten; eine Möglichkeit, deren Verwirklichung wir im Allgemeinen mit Leben bezeichnen, welches wir demnach allen Sinnesgegenständen zugestehen. Um das Leben der gesammten Sinnesgegenstände zu beurtheilen, dient das eigene menschliche Leben zur Vergleichungsstufe; wir unterscheiden auf diese Weise das selbstständigere, individuellere organische Leben von dem bestandloseren, universellern, anorganischen Leben, ohne jedoch eine strenge Grenzscheide nachweisen zu können. Zu ersterem zählen wir das der Thiere und Pflanzen, zu letzterem die Thätigkeitsverhältnisse und qualitativen Beziehungen der Luft, des Wassers, der Metalle und einiger Zwischenglieder; fassen wir aber die letztere Lebensweise in ihrer allgemeinen Beziehung zur Erde auf,

so finden wir auch hier die Elemente des organischen Lebens wieder, indem wir der Erde, so wie überhaupt den Weltkörpern, den Werth eines organischen Ganzen zugestehen müssen. Vermögen wir, die Erde mit ihren enthaltenden Thätigkeiten so zu unschauen, als wie wir dieses z. B. bei einem einzelnen Organismus im Stande sind, so würden wir nicht erst die Frage aufwerfen, ob wir den grossen Gliedern der Erde einen ähnlichen Werth in Beziehung auf ein grösseres organisches Ganze zugestehen müssen, den wir jedem denkbaren Theile kleiner Organismen einräumen, ohne nur irgend zu zweifeln. Zugleich ergeben sich aus solchen und ähnlichen allgemeinen Betrachtungen der Sinnesgegenstände einige Folgerungen, zu denen wir späterhin auf verschiedenen Wegen geführt werden, die für die Kenntniss des Verhältnisses des forschenden Menschen von Wichtigkeit sind; nämlich, das in allen Weltgliedern die Möglichkeit gegeben ist, gegenseitig einzuwirken, dieser Einwirkung zufolge entsprechende Lebensveränderungen zu erleiden und hervorzurufen, und mithin den natürlichen Standpunct, den organischen oder anorganischen Character (nach Masgabe und Beschaffenheit der von aussen kommenden Aufforderung und der innerlich begründeten Fähigkeit zu folgen) zu wandeln. Die Processe einer solchen Umwandlung der bestimmten Substanz, sind entweder universell oder auf bestimmte Individuen bezogen; wir bezeichnen sie am passendsten durch den allgemeinen Ausdruck: Assimilation, wo wir wieder Assimilationsprocesse des Universus und des Individuums unterscheiden.

5) Gewöhnlich wird unter Leben nur das mit willkürlicher Bewegung verknüpfte, der Organismen,

verstanden, eine Bezeichnung, auf die aber auch alle Anorganismen Anspruch machen können. Vergl. oben Alle Willkürlichkeit der Organismen ist nie eine absolute, steht, von höhern Gesichtspuncten aus betrachtet, unter Gesetzen, und ist von der anorganischen Thätigkeit nur durch geistigere Dignität in stufenweisen Steigerungen verschieden. Jede Lebensäußerung, jede Naturthätigkeit bezeichnet sich durch ein Bestreben des Einzelnen, seinen relativen Gegensatz zu suchen, und sich in der Einheit beider zu einem Ganzen zu organisiren. Art und Folge dieses Strebens sind unendlich mannichfach, für die Erde aber in bestimmten Abstufungen gehalten, die den Erdindividuen als Lebensgesetze vorschweben. Vergl. Dr. G. H. SCHUBERT: Ahnungen einer allgemeinen Geschichte des Lebens. Leipzig I. u. II. Th. 1806. 1808. 8. — Dr. K. E. SCHELLING: Ueber das Leben und seine Erscheinung. Landshut 1806. 8. — Versuch über die organische Natur etc. Wien 1806. 8. — Dr. F. BAADER: Beiträge zur Elementar-Physiologie. Hamburg 1797. 8. u. derselbe: über das pythagoräische Quadrat in der Natur, oder die vier Weltgegenden. 1798. 8.

§. 4.

Indem der Naturforscher auf diese Weise zur Natur geht, um ihre Geheimnisse zu ergründen, wird er bald inne werden, daß sie überall gleiche Zwecke durch gleiche Mittel erreicht, und dieselben Producte durch dieselben Prozesse hervorbringt; wo-

raus für ihn, der den zureichenden Grund aller Erscheinungen aufsucht, und dieses Aufsuchen als Hauptzweck seines Forschens betrachtet, die stets zu beachtende Regel hervorhebt: bei den aus den Körperphänomenen abgeleiteten Folgerungen, die Natur überall auf gleiche Weise wirken zu lassen.

§. 5.

Die Fähigkeit des Menschen, über schon gegebene Gegenstände zu denken, oder zu reflectiren, begründet die Möglichkeit, bei Untersuchung der Natur jener Regel stets eingedenk zu seyn. Von der aufmerksamen Betrachtung der sinnlich bemerkbaren Erscheinungen in der Natur, d. i., von der Wahrnehmung geht der Naturforscher zur Beobachtung (*Observatio*) über, indem er das Beständige und Aehnliche der Erscheinungen, durch vielseitig wiederholte Wahrnehmungen, aushebt; und er gelangt auf diesem Wege zu Erfahrungen (*Experientiae*), indem er die Beobachtungen selbst wieder mit einander vergleicht. Je vollständiger hierbei die einzelnen Erscheinungen aufgefaßt werden, um so mehr wird die gemachte Erfahrung auf Wahrheit Anspruch machen können; umgekehrt: je einseitiger die zum Grunde liegenden Erschei-

nungen bemerkt waren, um so falscher wird die Erfahrung ausfallen. Die Erfahrungen künstlich zu vermehren und zu erweitern, erfordert Talent, Besonnenheit, Ruhe, Ausdauer und Uebung, und ist in der Regel durch solche Erscheinungen möglich, die der Mensch durch eigenmächtige Veränderungen der Natur zu Gunsten seiner Beobachtungen veranlaßt, und die man Versuche oder Experimente (Experimenta) zu nennen pflegt.

BEMERK. 1) Vergl. BAC. DE VERULAMIO de interpretatione naturae; a. a. O. S. 264. — T. BERGMANN in s. Opusc. phys.-chemic. V. I. in Introduct. — J. G. ZIMMERMANN von der Erfahrung in der Arzneykunst I. II. Zürich 1764. 8. — F. SENNEBIER Part d'observer. à Genève 1775. F. LII. übers. von F. GME-LIN. Leipz. 1776. 8. — CARRARD art d'observer. à Amsterdam 1777. 8. — Ueber die speculative Tendenz der Erfahrenen. Vom Prof. J. AD. SCHMIDT in Wien, in SCHELLINGS Jahrb. d. Med. I. B. I. H. 91. etc. — Die Kunst, phys. Vers. anzustellen, von dem Herrn Abt NOLLET. A. d. F. Leipz. I. II. III.

2) Zur Beihülfe unserer Sinne, und zur Anstellung der Versuche überhaupt, bedient man sich der Werkzeuge (Instrumenta) die man zusammen unter dem Namen des physischen Apparats (Supellex physica) begreift; der sich durch Einfachheit und Genauigkeit dem Versuchsansteller empfehlen muß.

3) Alles Aeussere, was der menschliche Geist durch die Sinne empfindet, unter bestimmten Formen anschaut, nennen wir Erscheinung, Phänomen

(Phaenomenon), und jede Empfindung der Art ist mit mehr oder weniger deutlichen Vorstellungen verknüpft (Vergl. §. 3.). Diesen den höchsten Grad der Deutlichkeit zu verschaffen, ist der Wunsch jedes Naturforschers, in sofern er die Naturerscheinungen zum Gegenstande seiner Untersuchungen macht, und er erreicht seine Absicht, wenn er, durch Vergleichung geleitet, die analogen Erscheinungen möglichst allseitig auffasst, und nicht sowohl mit Hülfe des Witzes, als vielmehr des Scharfsinns, ihre gegenseitige Bedeutung zu durchschauen strebt.

4) Erfahrungen für sich aufgefaßt, ohne daraus Schlüsse auf die Natur des wahrgenommenen Gegenstandes abzuleiten, sind ohne Nutzen für die Wissenschaft. Der Naturforscher verbindet vielmehr die einzelnen Folgerungen, um bei einem Schlusse anzugehen, der alle Umstände der Erscheinung in's gehörige Licht setzt, und auch bei möglichster Abänderung derselben mit keinem in Widerspruch steht. So wird es ihm möglich, aus der letzten Folgerung Regeln für die einzelnen Theile einer Erscheinung abzuleiten, und die Verbindung dieser Theile nachweisend die gesammte Erscheinung zu erklären. Selten reichen aber diese Erklärungen der Naturphänomene zu den letzten vorhandenen Gründen, und, um auch hier das Bedürfnis 'unseres Geistes zu befriedigen, nimmt man häufig nicht durch Erfahrung oder durch richtige Vernunftschlüsse erwiesene Ursachen als Erklärungsgründe auf. Eine solche Erklärungsart ist dann im Gegensatze der ersteren categorischen eine hypothetische, und nur dann kann eine Hypothese auf Brauchbarkeit Anspruch machen, wenn sie wenigstens einige wichtige Beobachtungen und Versuche

für sich hat, und ungezwungen zur Erläuterung mehrerer analoger Erscheinungen paßt. Sehr häufig führen die Hypothesen, indem sie der vorsichtige unpartheiische Beobachter einer Prüfung unterwirft, zu wichtigen Entdeckungen, und überhaupt ist ihr Gebrauch, bei kluger Auswahl, wenn gründlichere Erklärungen mangeln, mehr nützlich als schädlich. Vgl. G. C. LICHTENBERGS Vorrede zur sechsten Auflage von ERXLEBENS Anfangsgründen der Naturlehre. Göttingen 1794. 8.

§. 6.

Die bloße Beobachtung der Naturerscheinungen führt in ihren Zusammenstellungen zur Naturbeschreibung (Physiographia) oder eigentlich sogenannten Naturgeschichte. Die Zusammenstellung wird bewirkt, indem man die Begriffe einzelner Gegenstände unter höhere gemeinsamere bringt, und endlich zu einem umfassenden Begriffe leitet. So bildet man, durch Abstraction des mehreren Gegenständen Gemeinsamen die Begriffe der Arten (Species), durch Abstraction des mehreren Arten Gemeinschaftlichen die der Gattungen (Genera); und auf ähnliche Weise, die der Ordnungen (Ordines) deren Unterabtheilungen die Familien bilden, der Classen (Classes) und der Reiche (Regna). Die Gesetze der Reflexion schreiben hief den Gang vor; die Absonderung einzelner Merkmale, und die Vereinigung der mit diesen Merk-

malen versehenen Gegenstände zu Gattungen, und durch wiederholte Absonderung zu Ordnungen, Classen etc. liefern endlich ein Register der vorzüglichsten Beschaffenheiten dieser Gegenstände, welches nm so vollständiger ist, je mehr die Merkmale das Ganze darstellen, und so in Erinnerung bringen, daß sich von einem auf mehrere schliessen läßt. Hat eine solche Zusammenstellung einen hohen Grad von Vollständigkeit erreicht, so wird sie dadurch zum Systeme der einzelnen Gegenstände erhoben, welches um so weniger einseitig ist, je weiter man die Reduction richtig bezeichnender Merkmale geführt hat (je grösser die Zahl der einzelnen Merkmale ist, die sich dem Begriffe eines Merkmals unterordnen), und je mehr es sich der Idee des Ganzen nähert.

§. 7.

Verschieden von dieser Anordnung der Gegenstände und ihrer Begriffe, zur Erleichterung der Uebersicht, ist das Geschäft der eigentlichen Naturlehre (Physiologia), die in allgemeine und besondere zerfällt, und die Auffindung und Bestimmung der Naturgesetze (*leges naturae*), vergl. §. 2. Bem. 2., so wie die Nachweisung des zureichenden Grundes und des nothwendigen Zusammenhangs jeder Erscheinung,

oder die Erklärung der Naturerscheinungen (vergl. §. 5. Bem. 4.) zum Gegenstande hat.

BEMERK. 1) Das erstere Geschäft (§. 6.), auf wirkliche Naturindividuen angewendet, liefert die Naturbeschreibung oder sog. Naturgeschichte des Menschen, der Thiere, der Pflanzen und der Mineralien; das letztere die Naturlehre oder Physik, welche auf organische Körper angewendet gewöhnlich Physiologie genannt wird; beide die Naturbeschreibung und die Naturlehre sind Theile der Naturkunde (Physica) (vergl. §. 2. Bem. 2.).

2) Eine eigentliche Geschichte der Natur existirt nur in einzelnen Bruchstücken; hieher gehören die geologischen und geognostischen Untersuchungen, und einzelne Theile der Pflanzen- und Thierphysiologie; wiewohl es sich voraussehen läßt, daß wenn es gelingt, die Geschichte ganz zum leitenden Principe der Naturuntersuchung zu machen, diese sowohl an allgemeinem Interesse zunehmen, als auch an innerem Gehalte und ächt wissenschaftlichem Werthe gewinnen muß.

3) Die mit Hülfe des Verstandes aus den Begriffen gebildeten Urtheile nennt man Sätze; von denen diejenigen verschieden sind, deren Wahrheit unmittelbar einleuchtet, und die alles Denken des Verstandes begründend, als Grundsätze (Axiomata) von der Vernunft selbst abstammen. Die Nothwendigkeit der in ihnen enthaltenen Bestimmungen kann bis zur Gewißheit erwiesen, d. h. dem Werthe des persönlichen Bewußtseyns gleich gestellt werden; während bei Sätzen und Lehrsätzen (Theoremata) deren mehrere nur aus der Erfahrung nachgewiesen werden, und

deren Gültigkeit durch Schlüsse (ratiocinia) bewiesen wird, nie jene unmittelbare Gewißheit, sondern nur Wahrscheinlichkeit möglich ist.

§. 8.

Auf diesem Wege gelangt der Mensch nach und nach zur Einsicht der Natur; er sammelt die aufgefundenen Wahrheiten, und bildet daraus, von der seinem Wesen mehr oder minder bewußt inwohnenden Idee des Ganzen geleitet, ein wissenschaftlich zusammenhängendes Gebäude: eine Theorie der Natur und ihrer einzelnen Erscheinungen, welche seinem suchenden Geiste, bei fernerer Forschung zum Leitstern dient.

BEMERK. 1) Die menschliche Einsicht oder Anschauung ist entweder empirisch (Sinnesanschauung) intellectuel (z. B. reine Zeit, reiner Raum in der Mathematik) oder rationell (die Idee des göttlichen Seyns).

2) Die empirische Naturwissenschaft, in sofern sie als Erfahrungswissenschaft von der Idee des vorhandenen Ganzen geleitet, sich nur im Gebiete der Beobachtung und des Experiments hält, faßt nur auf, was da ist und wirkt, was als reine Thatsache erscheint. Sie deutet daher das Besondere aus dem Allgemeineren, weist auf den nächsten Grund der Erscheinungen hin, und macht diese dadurch zwar klarer, aber erklärt sie streng genommen nicht; wozu durchaus die Nachweisung des letzten Grundes, die Zurückführung auf das Wesen der Natur, und dessen

Erkenntnifs in jeder eigenthümlichen Erscheinung erfordert wird (vergl. §. 2. B. 2. am Schlusse). Alle auf blosse Thatsachen sich stützenden sog. Erklärungen der Natur sind daher zu allen Zeiten mehr oder weniger mißglückt; und zwar, indem die Erklärenden entweder als Ursache der Erscheinungen, das was erklärt werden sollte zum Erklärungsgrunde wählten, oder indem sie eine ihnen bloß eigenthümliche (subjective) Ansicht, eine blosse Hypothese als letzten Erkenntnifsgrund der Natur voraussetzten, und somit aus dem, was durch sich selbst bedingt ist, das Unbedingte, das wahre Wesen der Natur zu erkennen vermeinten (vergl. §. 2. B. 1. u. §. 5 B. 4.).

3) Der Mensch schreitet in seinen Forschungen mit der Zeit fort, umfaßt nach und nach das Einzelne; aber die unendliche Mannigfaltigkeit dieses Einzelnen läßt ein vollkommenes Umfassen, eine Totaleinsicht, nicht zu. Daher ist jede Theorie nur für eine Zeit brauchbar, und jede neuere Entdeckung, auch selbst, wenn sie nur zu bestätigen scheint, was die Theorie aussagt, dient zur Verbesserung derselben. Eine niederschlagende Bemerkung, aus der Geschichte der Wissenschaft entnommen, aber nur für den Ungeweihten; für den ächten Forscher eine um so grössere Aufmunterung, das grosse Ziel mit Muth und Ausdauer zu verfolgen.

II. ABSCHNITT.

ALLGEMEINE ANGABE DES GEGENSTANDES DER PHYSIK,
IHRER GESCHICHTE UND LITERATUR.

Die Menge und Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen, und das unendliche Heer von Combinationen des ihnen zum Grunde liegenden Daseyenden, machte es schon seit den ersten Zeiten wissenschaftlicher Naturforschung nöthig, auf gewisse Abtheilungen und Vereinfachungen des Wissens von der Natur bedacht zu seyn, indem auch der vollkommenste menschliche Verstand des Einzelnen nicht hinreicht, weder die ganze Natur in allen ihren Entwicklungen und Thätigkeitsformen und nach allen Richtungen zu umfassen, noch viel weniger, auch bei der günstigsten Lage und der längsten Lebensdauer, das Wissen von ihr allumfassend zu erweitern. Daher machte man es zum Princip, in Rücksicht

der Vereinfachung, das Wissen in allgemeineres und specielleres zu trennen, indem man letzte Gleichungen des herauszuhebenden Aehnlichen anstellte, und durch Bemerkung des Unähnlichen das specielle Wissen angab; und aus demselben Grunde setzte man die §. 6 — 8 bereits erwähnten Abtheilungen der Naturkunde oder allgemeinen Naturwissenschaft (Physiologia, Philosophia naturalis) fest, welche zur noch bequemeren und vortheilhafteren Bearbeitung abermals in Unterabtheilungen gebracht wurden.

BEMERK. 1) Das Wissen von der Natur, von Allem, was objectiv ist, trennt die Schule zunächst in Körper und Geisterlehre; und den Versuch, die Möglichkeit der Natur aus Principien a priori zu erweisen, die Metaphysik, überläßt sie der Philosophie (vgl. §. 2. B. 2.). Die Geisterlehre (Psychologia), als Theil der Naturwissenschaft, zerfällt in empyrische und transcendente Psychologie, und enthält das Wissen von dem denkenden, selbstthätig Daseyenden.

2) Gegenstand der Psychologie ist die menschliche Seele, als Träger der bewußten Persönlichkeit, und als einzig vollkommen geistiges Erfahrungsobject unser selbst. Aber auch dieser Theil des menschlichen Forschens und Wissens bedarf der anderen Theile des Naturwissens, namentlich der Physiologie (vergl. §. 3. B. 4.), um für den denkenden Forscher gehörige Bedeutung zu erhalten.

§. 10.

Auf diese Weise theilte man auch die eigentliche Naturlehre (vergl. §. 7.) in Physik und

Chemie, ohne jedoch beider Grenzen genau bestimmen zu können. Begreift man unter Physik, im engsten Sinne, nur das Wissen derjenigen Veränderungen und Erfolge, die aus dem Aufeinanderwirken der Dinge hervorgehen, und überläßt der Chemie (Mischungskunde) die Untersuchung der Veränderungen und Erfolge bei wirklicher Ineinanderwirkung; so wird man gezwungen, Erscheinungen in ihrem Fortgange zu unterbrechen, die durch die Untersuchung dieses Fortganges erst aufgeklärt werden; oder wird umgekehrt genöthigt, bei zu untersuchenden Phänomenen, den eigentlichen Anfang zu übergehen, und in der Mitte oder gegen das Ende der Thätigkeitsäusserungen zu beginnen; mithin in beiden Fällen unverständlich. Besser gewählt scheint diejenige Begriffsbestimmung der eigentlichen Physik und Chemie zu seyn, welche das allgemeinste Naturphänomen: die Anziehung des Körperlichen, aushebt, und nun der Physik die Betrachtung der Anziehungen in meßbaren Fernen, der Chemie die Untersuchung der Anziehungen in unmeßbaren Fernen zuweist. Freilich sind auch diese Bestimmungen nur relativ, und nur in so fern als wissenschaftlicher Theilungsgrund beider Doctrinen zu gestatten, als wie der Vortrag eine Trennung der Naturlehre in einzelne Theile heischt. Für den, der auf dem Wege der Selbst-

forschung die Wissenschaft zu pflegen strebt, existiret diese Trennung nur in so weit, als wie sein eigenes Talent ihn für die Förderung des einen oder andern Theils geschickter macht; die Resultate seiner Untersuchung wird er, als ächter Naturforscher stets denjenigen der übrigen Theile anzuknüpfen sich bemühen.

BEMERK. 1) Als Anziehungen in meßbaren Fernen werden wir in der Folge z. B. die Erscheinungen des Magnetismus, der Electricität und der Schwere kennen lernen; zugleich aber auch nachweisen, daß vorzüglich die electrischen ohne Kenntniß der chemischen Anziehungen unverständlich werden; so wie bei chemischen Anziehungen durchaus die Würdigung aller in bestimmten Fernen darstellbaren vorausgehen muß. Gleich unverständlich sind die Untersuchungen der Adhäsion (Anhaftung oder Anziehung der Flächen) der Cohäsion (Zusammenhaltung) Crystallisation u. s. f., wenn sie nicht von der Kenntniß des Magnetismus und der chemischen Mischungskräfte begleitet werden.

2) Sowohl die Physik als wie die Chemie (und Physiologie) ist stets mit mehr oder weniger Naturbeschreibung durchwebt, weil es unmöglich ist, den Erfolg einer Thätigkeitsäußerung und diese selbst darzustellen und für andere anschaulich zu machen, wenn nicht die in Thätigkeit begriffenen Glieder vor, während und nach der Thätigkeitsäußerung genau beschrieben werden. Dieses innige und stete Ineinandergreifen aller Theile der Naturkunde dient zum wirksamsten Mittel: einseitigen Ansichten und Folgerun-

gen, die aus zu streng gehaltener Trennung der Theile entspringen, einen Damm entgegen zu setzen.

§. 11.

Die Lebensbedürfnisse der Menschen haben schon frühe zu Kenntnissen von der Natur geleitet, aber wie mannigfach und zahlreich auch die Phaenomene waren, zu deren Kenntniß man auf diesem unwissenschaftlichen Wege gelangte, so würden sie doch für uns fast bedeutungslos gewesen seyn, wenn sich nicht schon in ferner Vorzeit Männer der ächten Naturforschung gewidmet hätten, welche die Mühe des Sammelns der zerstreuten einzelnen Beobachtungen nicht scheuend, mit hellem Geistesblicke ihrem innern Wissensdrange Genüge zu leisten strebten, und des erhabenen Berufes, nach Wahrheit zu forschen sich bewußt, so jene höhere Kenntniß der Natur entkeimen liessen, die aus dem Oriente abstammend, späterhin, vorzüglich in den lezten Jahrhunderten von tüchtigen Forschern des Abendlandes gepflegt, jetzt Knospen treibt, deren Fülle einer Zukunft entgegen sieht, wo zum Gemeingut aller Nationen erhoben, herrlich und schön erblühen wird, was Jahrtausende zu entwickeln strebten.

BEMERK. 1) So wie bei Erfahrungswissenschaften an keine Anordnung zu denken ist, die derjenigen in der Mathematik gleich käme, und nur das Streben

nach dem in der Mathematik vorgehaltenen Ideale, das Höchste ist, was der Systematiker hier vermag; eben so wenig ist auch eine rasonnirende (pragmatische) Geschichte, weder der Chemie noch der Physik, noch überhaupt der Natnrwissenschaft als Erfahrungswissenschaft möglich. Während in der Mathematik die Erfindungen, der Geschichte gemäfs, aus einander entwickelt werden können, und sich um zwei Hauptmomente, um die (ältere) Geschichte der geraden, und um die (neuere) der krummen Linie bewegen; während dessen erblickt man, die Geschichte der Naturkunde verfolgend, sehr häufig zufällige, zu ihrer Zeit sonst beziehungslose und deshalb oft viele Jahre hindurch übersehene Entdeckungen, neben einigen wenigen, auf wissenschaftlichem Wege gewonnenen. Aus den heterogensten Quellen, in den vielartigsten Richtungen, werden die Entdeckungen der früheren Zeit dem achtzehnten Jahrhunderte dargeboten, und erst hier beginnt durch allgemeinen Einverständniß ein wissenschaftlicherer Pfad sich zu öffnen.

2) Nichts destoweniger finden wir indels Spuren einer sehr alten Naturweisheit, welche jene Meinung in Schutz zu nehmen scheinen: dafs zur Zeit, als der Mensch aufhörte, ganz mit der Natur im Einklange ihr vollkommen hingegeben, und sich ihrer als Organ eines höhern Ganzen bewußt zu leben, zur Zeit beginnender Reflexion, gleichsam als Erinnerung noch Naturkenntnisse (späterhin in den Mysterien, besonders der Aegyptier aufbewahrt) vorhanden waren, die eine Zeit hindurch vergraben von der späteren Nachwelt, mehr oder weniger durch Bedürfnis und Zufall unterstützt, wieder hervorgesucht wurden. — So

wie die Musik die älteste unter den Künsten ist, so wird man auch genöthigt, die Astronomie (Sternkunde) als die älteste Wissenschaft anzuerkennen. Denn wenn auch (in einem sehr alten indischen Gedichte) Spuren botanischer Kenntnisse vorkommen, wenn die Kenntniss einzelner Steine und Metalle sich in's graue Alterthum verliert, und wenn auch schon sehr frühe merkwürdige Ansichten über das Feuer, den Aether, das Licht u. s. w. (in Bhogovotgita) vorhanden sind; ja, wenn selbst einer der erst in neuesten Zeiten wissenschaftlich bearbeiteten Theile der Naturkunde, die Geognosie in einigen nordischen Sagen (unter andern eine die sich in der Isländischen Edda findet) ein hohes Alter verräth; so bietet doch die Astronomie die deutlichsten Belege ihres frühesten Entstehens dar; um so mehr, da jene Belege in einer Vollkommenheit angetroffen werden, welche auf eine Anfangszeit schliessen läßt, die sich in den fernsten Momenten der Geschichte des Menschengeschlechts verliert. Dahin gehören einige Data aus der Geschichte vorzüglich asiatischer Völker; z. B. die Geschichte von China nennt einen König HOANGTI (der im fünften Jahrtausende vor unserer Zeit gelebt haben soll) und seinen Minister YUCHI als berühmte Astronomen, von denen der letztere den Polarstern bestimmt, und die Sphäre erfunden haben soll. Eben so wird der seiner astronomischen Kenntnisse wegen vom Volke auf den Thron erhobene, einige Jahrhunderte später gelebte König CHUENI als Urheber der ersten den Chinesen bekannten astronomischen Tafeln genannt. Dahin verdienen ferner (nach BAILLY) die indische Beobachtung der Schiefe der Ecliptik und der dazu gehörigen Tageslängen: die alte Annahme der Monds-

gebirge, die Kenntniß der Milchstraße als Sternengregat, die Kenntniß der Umlaufzeit der Weltkörper, ihre Perioden, ihre wahre Gestalt, und die ältesten astronomischen Beobachtungen des BEROSIUS (fast 5000 Jahre vor unserer Zeit) gezählt zu werden. Der jüdische Geschichtschreiber JOSEPHUS behauptet von den Patriarchen den Besitz ähnlicher hoher Kenntnisse der Natur, besonders in der Astronomie, wovon bei den späteren Juden keine Spur angetroffen wird. Die tibetanischen Astronomen kannten die vier Jupiterstrabanten aus alter Ueberlieferung, und staunten, als sie späterhin durch Europäer in den Stand gesetzt wurden, jene Trabanten mit dem Telescope wirklich zu sehen. Es wäre leicht, die Zahl ähnlicher Belege zu vermehren; mögen diese einstweilen nur zur Bestätigung obiger Meinung dienen; alle deuten wohl auf jene tiefe Vergangenheit, wo Naturforschung und besonders Astronomie, zur Hauptangelegenheit der Herrscher erhoben, nicht, wie jetzt, Einzelne beschäftigte, sondern vielmehr der Sorgfalt des ganzen Volkes Preis gegeben war. Das Antike verschwand aber überhaupt nach und nach, und machte dem Modernen Platz. Das alte Verhältniß zwischen Herrscher und Sclave wurde in der Strenge seines Gegensatzes gemindert; die Macht des eigenen Willens in allen Gliedern der Menschheit mehr und mehr entwickelt, und der Willkür jedes Einzelnen überlassen, was sonst gemeinschaftliches Streben war. Das frühere Wissen von der Natur geht nach und nach durch Erdichtungen und Irrthümer Einzelner verloren, um auf einem, dem früheren ganz entgegengesetzten Wege, in der neueren Zeit des Handels und der Gewerbe, wieder zu Tage gefördert zu werden. Sonst lebte

Kunst und Naturweisheit im innigsten Bunde, jetzt sind beide getrennt, und die Naturforscher verkehrte Künstler: das Einzelne im fernsten Detaille verfolgend, um späterhin zum Ganzen zu gelangen. Die neueste Zeit endlich versucht es, auf der ihr eigenthümlichen Weise, die Wiedergeburt der alten Vergangenheit in dieser Hinsicht wieder zu erwecken; und die Mächtigen und Grossen der Erde verschmähen es nicht, ihren Willen und ihre Kraft dieser schönen Zukunft zum Opfer zu bringen.

3) Die Geschichte der eigentlichen Physik zerfällt ohngefähr in folgende Hauptmomente: THALES von Milet, eingeweiht in die Mysterien der Aegyptier, brachte nach Griechenland jene tieferen Kenntnisse der Natur, von denen unter andern seine philosophische Ansicht der Gesamtverhältnisse aller Naturscheinungen zeugt; der zu Folge er die körperliche Einheit der Dinge durch das Wasser repräsentirt, und alle Verschiedenheit in der Natur als aus einem Einfachen entwickelt darstellt. Indessen waren Griechenlands Forscher jener Zeit nicht geeignet, jene Ueberlieferungen in ihrer Reinheit zu erhalten; ihre eigenen subjectiven Vorstellungen jenen Forschungsergebnissen einbildend, wurden diese getrübt und bald unkenntlich. Schon die Schüler und Nachfolger des THALES (der ohngefähr im J. d. W. 540 lebte) unter andern ARAXIMENES, dichteten die Natur nach ihrer Weise. Die Erde hielt A. für eine platte Scheibe, und das Gewölbe des Himmels für eine undurchdringliche Feste. Während bei andern Völkern die Kenntniss der Umlaufszeit der Weltkörper, die der Perioden etc. als längst bekannt erschienen, müheten sich die Griechen Jahrhunderte hindurch vergeblich ab,

nur die eigentliche Dauer des Jahres auszufinden, ohnerachtet man so wenig bei diesen Griechen, als bei jenen Völkern (Indier, Aegyptier, Perser, Chaldäer u. s. w.) Mangel und wachsendes Bedürfnis als einzige erste Lehrerinnen, als nothwendigen Grund zunehmender Kenntniss (wie man dieses gewöhnlich vermeint) anzunehmen berechtigt ist. Aus ähnlichen Weisheitsschulen, wie die, woraus THALES schöpfte, zurückkehrend, versuchte es PYTHAGORAS (5475) nochmals, die höchsten Beziehungen und die gegenseitige Bedeutung des Raumerfüllenden auszusprechen; aber übertriebene Erklärungssucht und eingebildete Speculation, verunstalten auch hier in den Händen seiner Schüler das von dem Meister errichtete Lehrgebäude. Ihm folgt DEMOKRIT (3500), PLATON (3638), dessen erhabene Philosophie auf die wissenschaftliche Kenntniss der Natur zunächst geringen Einfluß hat; ARISTOTELES (3664) der die Grundverhältnisse der Körper (nach früheren, vielleicht schon vorhellenischen Ueherlieferungen) gleich wie EMPEDOCLES und XENOPHANES, in seinen sogenannten vier Elementen, anzudeuten sich bemühet; CLEOSTRATUS, dem die Einführung des neunzehnjährigen Mondcyclus zugeschrieben wird, EPIKUR (3900) und die Stiftung der Schule zu Alexandrien, wo Astronomie, vorzüglich aber Mathematik bedeutend vervollkommnet werden. Beweise stellen die hinterlassenen Werke eines EUKLIDES (300 J. vor C. G.), HIPPARCHUS (160 v. C. G.), PTOLOMÄUS im 2. J. nach C. G.). Vorzügliche Verdienste erwirbt sich um die Mathematik und mathematische Physik ARCHIMEDES (250 J. v. C. G.). So wie die Römer überhaupt die von den Griechen erhaltenen Wissenschaften wenig oder gar nicht tiefer

begründen und nur sehr mässig erweitern, so werden auch die Naturwissenschaften, und namentlich die Physik, nur unbedeutend vervollkommenet. Die vorzüglichsten hierher gehörenden Forscher sind: TITUS LUCRETIVS CARUS (im J. d. W. 3931.), LUCIUS ANNAEUS SENECA (im J. 65 nach C. G.) und CAJUS PLINIUS SECUNDUS (im J. 79 nach C. G.), Mit dem Verfall des römischen Reichs geht auch nach und nach die wissenschaftliche Naturforschung unter, und die kabbalistische und gnostische Philosophie, so wie zum Theil die der Neuplatoniker befördern den Sturz derselben. Nur bei den Arabern erhalten sich noch mathematische und astronomische Kenntnisse, die mit chemischen Untersuchungen vereint, vom 9. Jahrhunderte nach C. G. an, einer erneueten Bearbeitung entgegen sehen. Schon früher entkeimte hin und wieder bei wachsendem Bedürfnisse der Wunsch, das Gold zu erzeugen; gepflegt von dem Bestreben, dem menschlichen Körper eine grössere Dauer (durch Kenntniss der Bestandtheile des Goldes) stete Jugend und Schönheit zu verschaffen, reifen die jenem Wunsche gemäss entstandenen Versuche, durch irrige Speculation nach und nach zu einer Art von Wissenschaft, die im vierten Jahrhunderte von den Neuplatonikern, unter der Benennung: Alchemie aufgeführt wird. Man glaubt an Verwandlung der Metalle, vermeint die unedleren durch Zeitigung in edlere zu verändern, vernachlässigt fast ganz die übrigen Zweige der Naturkunde, und läst endlich eine Bearbeitung derselben hervorgehen, die (keine Aufopferung scheuend, um das Gedachte so versteckt scheinende Ziel zu erlangen) dem Ganzen einen verworrenen mystisch-dunkeln Character ertheilt. Den Arabern wird die

Neigung zu alchemistischen Versuchen von den späteren Griechen übertragen, und hier durch Theosophie, durch Vorliebe für das Wunderbare, Unbegreifliche, und durch lebhaftes Phantasie, nach allen Richtungen und auf die heterogenste Weise gepflegt. Im 10ten Jahrhunderte erreicht diese Periode ihren höchsten Standpunct, und nun fängt man an, die alchemistischen Beobachtungen bei Arzneibereitungen zu benutzen. — Ohnerachtet durch den Einfall der nordischen kriegerischen Völker in's römische Reich, im 5ten Jahrhunderte nach C. G., die ohnedies nicht gediegene Naturwissenschaft ausserordentlich leidet, und bis zum 14 und 15ten Jahrhunderte fast alle Forschung unter bleiernem Drucke seufzt: so gehen doch einzelne Erfindungen hervor, die sehr bald von Wichtigkeit werdend, mit dazu dienen, die Beobachtung und Experimentaluntersuchung zum leitenden Princip zu erheben. Hieher gehöret die Erfindung des Compasses, der Brillen, des Schießpulvers, und bequemer chemischen Apparate. So viel auch dieser neue sich vorbereitende Gang des Forschers durch die spitzfindigen scheinbar philosophischen Untersuchungen der Scholastiker (Schulweisen) gehemmt wird, so müssen diese endlich, nachdem sie den menschlichen Verstand von dem Spielen des Witzes mit ernstesten Gegenständen zur scharfsinnigen Verfolgung derselben geleitet haben, selbst dazu dienen, die glücklichere Periode der Physik vorzubereiten. Auch selbst die alchemistischen Versuche trugen hiezu bei, sowohl durch die Menge neuer Erscheinungen, welche sie dem Beobachter darboten, als auch durch die Folgerungen zu denen sie, in Verbindung mit andern Phänomenen, einzelne Forscher leiteten. Hieher ge-

hören die Ansichten der älteren Chemiker und der Alchemisten über Licht, Feuer, Wärme, Anziehung u. s. w.; ferner die Annahme besonderer Elemente, die als Bilder ganzer Reihen von Thätigkeitsformen und gegenseitigen Körperverhältnissen angesehen werden können, und worin sich öfters mehr Sinn und umfassender Tiefblick findet, als in manchen neueren Spielen des Witzes mit Grundkräften der Materie, oder mit entgegengesetzten Principien, Polaritäten u. s. w., wiewohl auch jene Bilder für die jetzige Stufe der Physik und der Naturkunde überhaupt, den Stempel der Beschränktheit tragen. — Endlich, nachdem sich der menschliche Geist im Kreise leerer Spitzfindigkeiten lange genug herumgedreht, nachdem der nordische Barbar in unwissender Verehrung und Nachäffung des ARISTOTELES, vergeblich gestrebt: Griechenlands hohe Poesien und den kühnen Flug seiner Philosopheme zu erreichen, und so aus Mangel an Feinheit des Sinnes in trockne Grübeleien versunken ist; endlich erringt der forschende Geist die neuere wissenschaftliche Methode der reinen Beobachtung und des streng verfolgten Experiments; eine Methode, deren Einfluß nicht bloß die Wissenschaft, sondern in bedeutenden Veränderungen den Handel, die Gewerbe und fast alle bisherigen bürgerlichen Verhältnisse der Menschen neu gestaltend trifft. Vollkommen verschieden von dem des Alterthums, fast entgegengesetzt, wird jetzt die Richtung, welche der Gang der Cultur nimmt. Die Erfindung des Schießpulvers setzt für immer die Grenzscheide alter und neuer Zeit, und aus den politischen Umwälzungen, welche jene Erfindung zur Folge hat, erwächst dem bürgerlichen Leben und der Schule nach und nach eine neue

Form.— NICOLAUS COPERNICUS (geb. 1472. starb 1543), durch das Studium der Alten vorbereitet, eröffnet die Bahn, und gleichzeitig, wie in Deutschland die neue Methode der Wissenschaft sich gültig zu machen strebt, erblüht in Italien unter RAPHAELS Lehrer und seinen Zeitgenossen die neue Kunst. COPERNICUS zeigt das Unhaltbare der ältern Weltordnung, und stellt das noch gegenwärtig als wahr anerkannte Sonnensystem an deren Statt, indem er die Axendrehung der Erde und der übrigen Weltkörper des Sonnensystems erweist. Gegen ihn sucht späterhin TYCHO DE BRAHE (geb. 1546. st. 1601.) die ältere PROLOMÄISCHE Weltordnung in Schutz zu nehmen, wiewohl ohne Erfolg. Die Experimentaluntersuchung mit Nachdruck empfehlend und das Unhaltbare der Schulweisheit (scholastischen Philosophie) zeigend, ermunterte FRANZ BACON VON VERULAM (geb. 1560. st. 1626) seine Zeitgenossen mit dem glücklichsten Erfolge. Man fängt an, der altgriechischen Philosophie wieder mehr Geschmack abzugewinnen, und gegen Ende des 16ten Jahrhunderts häufen sich nach und nach die lichtereren Strahlen wissenschaftlicher Forschung, und setzen so die kommende Zeit in den Stand, mit Geist und ächtem Eifer das wieder beginnende Werk fortzuführen. AUREOL. PHILIPP. PARACELSUS von Hohenheim (geb. 1493. st. 1541), ein genialer Kopf, ganz im Character seiner Zeit auftretend, giebt der Chemie (durch Einführung chemischer Arzneimittel) und somit auch der Physik ein vielseitigeres Interesse und einen folgereichen Schwung. Chemie und Physik werden jetzt allgemeiner cultivirt, und von mehreren Seiten stehen kraftvolle, tiefblickende Männer auf, voll Enthusiasmus für die Wissenschaft, und mit glühendem Eifer

für ihre wahre Begründung und Erweiterung erfüllt. Fast jeder verfolgt seinen Weg auf eine originelle Weise, und strebt, seine Ansicht und die Resultate seines Forschens gültig zu machen; es bedarf hiezu der Entscheidung eines ungezweifelten Richters, und es werfen sich, von BACON gepredigt, die Beobachtung und das Experiment zum leitenden Principe auf. Zwei Männer von hoher Genialität und von gediegenem Wahrheitseifer beseelt treten zunächst in die Schranken, und den Preis den sie erringen, hat bis auf unsere Zeiten die Nachwelt nur bestätigt. GALLILEO GALLILEI (geb. 1564. st. 1641.) in Italien, und der größte Naturforscher seiner Zeit, der glücklichste Seher JOH. KEPLER (geb. 1571. st. 1650.), ein Deutscher, zeigen auf eine überraschende Weise, zu welchen Resultaten die neue Methode führt. Ihnen folgend verdienen PETER GASSENDI (geb. 1592. st. 1655.), WILLEBRORD SNELLIUS (geb. 1591. st. 1626.), RENAT. DES CARTES (geb. 1596. st. 1650.), EVANGELISTA TORRICELLI (geb. 1618. st. 1647.), OTTO VON GUERIKE (geb. 1602. st. 1686.), ROB. BOYLE (geb. 1626. st. 1691.), JOH. CHR. STURM (geb. 1635. st. 1703.), J. MAYOV, J. HOLLAND, GLAUBER, KUNKEL VON LÖWENSTERN, LEMERY, JUNGKEN, BECHER, W. HOMBERG, GOTFR. WILH. LEIBNITZ (geb. 1646. st. 1716.) und ISAAC NEWTON (geb. 1642. st. 1727.) genannt zu werden. — Schon in früher Jugend versuchte es NEWTONS seltenes mathematisches Talent, das, was KEPLERS Genie zur weiteren Ausarbeitung der Nachwelt überliefert hatte, mit eisernem Fleiße und achtungswerther Gründlichkeit durchzuführen. Aber noch sind in KEPLERS Gebäude Seiten vorhanden, deren Bearbeitung der Zukunft Preis gegeben ist. — Für den chemischen Theil der Physik

macht nun besonders ERNST STAHL, durch den Versuch eines Systems der chemischen Erscheinungen Epoche. Bemerkenswerth sind in dieser Periode die Bemühungen eines GEOFFROY, REAUMUR, BAUME, SAGE, LEWIS, SCOPOLI, LANDRIANI, LOWITZ, WIEGLEB, MARGGRAF, J. F. MEYER, J. C. P. ERKLEBEN, WENZEL, BOERHAVE, MACQUER, LAZ. SPLAZANI, und vorzüglich JOS. PRIESTLEY, TORBERN BERGMANN, CARL WILH. SCHEELE und LICHTENBERG. — BERGMANN'S Bemühungen, die Erscheinungen der chemischen Anziehung auf bestimmte Gesetze zu reduciren; PRIESTLEY'S und SCHEELE'S zahlreiche Entdeckungen, und LICHTENBERG'S scharfsinnige Beurtheilungen gewähren der wissenschaftlichen Gestaltung der Physik entschiedene Vortheile. Die Untersuchung der Luftarten, worin sich PRIESTLEY hauptsächlich bleibende Verdienste erwirbt, eröffnet den Arbeiten der Chemisten ein ganz neues Feld, und dient (als pnevmatische Chemie) sehr bald dazu, für die gesammte Naturkunde eine neue Metamorphose herbeizuführen. L. LAVOISIER, das Verhältniß des brennenbefördernden und athembaren Theils der atmosphärische Luft gegen alle brennungsfähigen Substanzen bestimmend, zeigt die Nichtigkeit des Grundes, worauf STAHL sein System und seine Theorie der Verbrennung stützt, und versucht es in einer neuen Theorie, die auf genaue Versuche gebaut ist, der Chemie ein neues, (das sogenannte antiphlogistische) System zu geben. Genauigkeit in Rücksicht des Gewichts und in Bestimmung der Qualitäten, wird jetzt zum ersten Grundsatz aller Experimental-Untersuchung erhoben, und zieht bald die glücklichsten Folgen nach sich. Schon früher waren durch die Bemühungen eines WILLIAM

GILBERT (gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts), AEPINUS, BOYLE, NEWTON, DU FAY, NOLLET, WATSON, WILSON, BENJ. FRANKLIN, WILKE, R. SYMMER, PRIESTLEY, BERGMANN, BRUGMANN, KLEIST, KRATZERSTEIN, KARSTEN, CUTHBERSON, ADAMS, CANTON, BOHNENBERGER, CAVALLO, VAN MARUM, SAUSSURE, CAVENDISH, MILLER, BECCARIA, W. HENLEY, ACHARD, INGENHOUSZ, A BENNET, COULOMB, RICHMANN, DE LUC, WINTERL, LICHTENBERG, VOLTA u. v. a. die magnetischen und electrischen Erscheinungen vielfach untersucht worden, und eben schien man bei dem Resultate ankommen zu wollen, dafs die chemischen Phänomene mit den genannten in bedeutendem Rapport stehen, als diese Vermuthung durch eine der glänzendsten Entdeckungen des achtzehnten Jahrhunderts, durch den Galvanismus, zur Bestätigung gelangte; der von A. GALVANI eröffnet, nach Erfindung der galv. Säule durch VOLTA, von allen Seiten Bearbeiter und Verehrer erhielt, und endlich durch VOLTAS, PFAFFS, ERMANNNS, RITTERS, v. HUMBOLDS und DAVY'S Versuche ganz bestimmt zu jenem Resultate sowohl, als wie zu den bedeutendsten Aufschlüssen in den Erscheinungen des allgemeinen Lebens der Erde und der Organismen führte. Den Bemühungen LAVOISIERS schlossen sich bald die der meisten übrigen Chemiker an, von denen wir hier nur GUITON MORVEAU, FOURCROY, VAUQUELIN, CHAPTAL, VAN MONS, PELLETIER, CHENEVIX, HENRY, HOWARD, BONDT, DEIMANN, v. HAUCH, A. N. SCHERER, BRUGNATELLI, CRAWFORD, R. KIRWAN, B. Gr. v. RUMFORD, BIOT, THENARD, GAY-LUSAC, und C. L. BERTHOLLET, der BERGMANNNS Ansicht der chem. Verwandtschaft scharfsinnig

berichtigte nennen, mit Ausschluss noch lebender deutschen Chemiker. Noch von einer andern Seite her wird die Verbindung der Physik und Chemie inniger geknüpft, indem BROT durch treffliche Beobachtungen an das schon von NEWTON und EULER geahnete Verhältniß der Brennbarkeit der Körper zur Brechungs-fähigkeit durch's Licht, und RITTER an die chemische Bedeutung der Farben im prismatischen Farbenbilde erinnert. Auch die Phänomene der Crystallisation, welche früher ROMÉ DE LISLE und HAÛY genauer zu bestimmen suchten, erhalten durch deutsche Physiker eine ähnliche Aufstellung, indem man ihr Verhältniß zu andern allgemeinen Phänomenen, z. B. zu den magnetischen nachzuweisen beginnt. Aehnliche Versuche, die sonst isolirt geschienenen Phänomene mit andern in Beziehung zu setzen, um dadurch beide gegenseitig mehr zu erläutern, werden jetzt zur Tagesordnung; freilich häufiger zu Gunsten einer Hypothese (blossen Analogien folgend), als aus rücksichtlosem Eifer für die Wahrheit. Als Beispiele berühren wir hier nur, die früher von MUSCHENBROEK und GUITON MORVEAU untersuchten Phänomene der Adhäsion und Cohäsion; ferner diejenigen der Fluidität überhaupt; der Wärme, wo BLACK, CRAWFORD, IRWIN, RUMFORD, MEYER u. a. m. sich bleibende Verdienste erwerben; des Lichtes, deren mathematischer Theil durch EULER, KLÜGEL und LANGSDORFF fast erschöpfend bearbeitet wurde; der Elasticität und der Schwere. — Der mathematische Theil der Physik überhaupt erfreuet sich seit NEWTON einer vorzüglichen Pflege, und ausser der Astronomie ziehen die Lehren von der Bewegung fester und flüssiger Körper, durch die Bemühungen eines EULER, JOH und

DAN. BERNOULLI, D'ALEMBERT, TOB. MEYER, KÄSTNER, HINDENBURG, SEGNER, ARBOGAST, KARSTEN, LAGRANGE, LAPLACE und einige noch lebende deutsche Mathematiker, daraus vorzüglichen Nutzen. Jeder einzelne Theil der Physik eilt unaufhaltsam seiner Erweiterung und tieferen Begründung entgegen, und oft wider den Willen seines Bearbeiters wird er den übrigen Theilen inniger verbündet, als wie es die kühnste Vermuthung anzugeben vermochte; und hierdurch vorzüglich wird jene Einseitigkeit gehemmt, welche, wie wir in der Folge zu zeigen Gelegenheit haben werden, durch einzelne Bearbeiter der Physik herbeigeführt, sich öfters des Ganzen zu bemächtigen schien, indem sie, die schärfste Isolation der einzelnen Phänomene zum Ziele habend, der Einheit des Ganzen, wiewohl ohne glänzenden Erfolg Hohn sprach. — Nach und nach wird es den jetzigen Naturforschern klarer, daß jedes Weltindividuum, jede Naturerscheinung in den übrigen ihre Bedeutung, ihren gegenseitigen Aufschluß findet; daß jede Bewegungsweise einer anderen in der Natur entspricht, die von dem Scharfsinne des Forschers aufgesucht werden muß, und daß, vorzüglich bei einzelnen Gliedern eines mehr oder minder relativ bestehenden Ganzen, jene Bedeutung sehr hervorstechend entwickelt ist. Man strebt, die zahlreichen anscheinend auch noch so heterogenen Phänomene zu umfassen, indem man sich bemüht, solche allgemein gültige Gesetze zu entdecken, die jeder Erscheinung im Raume und jedem Wechsel in der Zeit vorschweben. Unvermerkt strebt jeder ächte Naturforscher, die Lebensgesetze seiner selbst im Leben des Ganzen wieder zu finden, und so einer höhern Weihe entgegen eilend, zu erfüllen, was sein Name heischt.

4) Die Geschichte der Physik hat in neueren Zeiten an J. C. FISCHER einen gründlichen Bearbeiter gefunden; früher war ausser der Geschichte einzelner Theile z. B. PRIESTLEY's Geschichte der Electricität, BERGMANN'S, WIEGLEB'S und GMELIN'S Geschichte der Chemie, nur ein sehr unvollkommener Versuch dazu durch DE LOYS gemacht worden. Vergl. DE LOYS: *Abregé chronologique pour servir à l'histoire de Physique*, à Strasbourg 1786—89. T. I—IV. 8.—JOH. CARL FISCHER'S Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten. Auch unter dem Titel: *Geschichte der Künste und Wissenschaften seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts*. Von einer Gesellschaft gelehrter Männer ausgearbeitet. Achte Abtheilung. *Geschichte der Naturwissenschaften*. I. *Geschichte der Naturlehre* von J. C. FISCHER, Göttingen 1808 I—VIII B. 8.

§. 12.

Das Studium der Geschichte der Physik ist eines der vorzüglichsten Hülfsmittel, um mit den einzelnen Gegenständen innig vertraut zu werden, einseitige Schlüsse und Ansichten zu vermeiden, und gründliche Fortschritte zum Vortheile der Wissenschaft, auf neu zu eröffnenden Wegen zu machen. Darum muß es besonders allen empfohlen werden, denen nicht bloß das Wissen von dem gegenwärtigen Zustande der Physik genügt, sondern die vielmehr durch eigene Beobachtungen und Versuche das Gebiet derselben

zu erweitern streben; denn nur nach vorangegangener Beantwortung der Frage: was ist über den zu bearbeitenden Gegenstand bereits beobachtet, versucht, gefolgert und gedacht worden, kann man sich auf eine gründliche Weise anschicken, zur tieferen Untersuchung selbst Hand ans Werk zu legen.

§. 13.

Zu diesem Zwecke muß aber die Geschichte der Physik nicht bloß aus einem Handbuche derselben, sondern aus den Quellen selbst geschöpft werden, und daher ist gründliche Kenntniß der Literatur des in Frage stehenden Gegenstandes, so wie der Physik überhaupt, ein unumgänglich nothwendiges Hülfsmittel, um sichere und glückliche Fortschritte in dieser Wissenschaft zu machen. Die ältere Literatur der Physik ist mit derjenigen anderer Theile der Naturkunde mehr oder weniger verwebt, was ihr Studium erschwert; die neuere dagegen mehr gesondert, aber ausserordentlich zahlreich, und deshalb wird in Lehrbüchern am zweckmässigsten bei den einzelnen Gegenständen auf die wichtigsten Schriften verwiesen, nachdem zuvor die Bücherkenntniß des Ganzen durch Angabe der zweckmässigsten älteren und neueren Lehrbücher, Wörterbücher und Zeitschriften vermittelt worden.

A) Zur Bücherkenntnis:

1. JUL. BERNH. v. ROHR'S physicalische Bibliothek. Leipzig 1724. 8. Mit Zusätzen herausgegeben von ABR. GOTTH. KÄSTNER. Leipzig 1754. 8.
2. HERM. BOERHAVE methodus studii medici emaculata et accessionibus locupletata ab ALB. HALLER. Amstel. 1751. 4. maj. T. I. II.
3. JOH. CHRIST. POLYC. ERXLEBENS physical. Bibliothek. Göttingen 1774 — 77. 8. 1—4. B.
4. Allg. Repertorium der Literatur, für das Jahr 1785 — 90. Weimar 1793. 94. — Für das Jahr 1790—95. Ebendas. 1799. 10 Abtheil. phys. naturhist. Lit.
5. C. E. WEIGELS Einleitung zur allg. Scheidekunst. Leipz. 1788. St. I., 1790. St. II., 1793. St. III. Th. I., 1794. Th. II.
- 6) Bibliotheca fisica di Europa, di L. BRUGNATELLI Pavia. Th. I—XX. 8.
7. J. D. REUSS: allg. Real-Repertorium über die Abhandlungen, Acten, Comment. u. Memoiren der europäischen Academien und Gesellschaften. Göttingen 1805. T. IV., 1804. T. 5.

B) Systeme und Lehrbücher:

a) Axiomatische.

8. REN. DE CARTES: Principia philosophiae; in 2 B. seiner Operum.
9. ISAAC NEWTON: philosophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 1726. 4.
10. Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, auct. GUIL. JAC. S'GRAVESANDE. Leidae 1719. 4., 1744. T. I. II. 4.
11. CHRIST. WOLFFS nützliche Versuche zu genauer Erkenntn. der Natur u. Kunst. Halle 1721—23. I. II. III. 8.

12. PET. VAN MUSCHENBROEK: introductio ad philosophiam naturalem. Lugd. Bat. 1762. T. I.—III. 4. maj.
13. Eij u s d. elementa physices. Lu'gd. Bat. 1734. 8.
14. HERRM. FRID. TEICHMEYERI elementa philosophiae naturalis experimentalis. Jen. 1735. 4.
15. GEORG. ERH. HAMBERGERI elementa physices. Das. 1735. 8.
16. Leçons de physique experimentale, par M. l'Abbé NOLLET. à Paris 1745. u. f. gr. 12. Tom. I—VI. Aus dem Französ. Erf. 1749—64. Th. I—VI. 8.
17. JOH. ANDR. SEGNER'S Einleitung in die Naturlehre Göttingen 1746. 54. 70. 8.
18. JOH. GOTTL. KRÜGERS Naturlehre. Halle 1750. 8.
19. Praelectiones in physicam theoreticam, conscriptae a GEO. WOLFG. KRAFFT. Tubing. 1750. In Physicae partes mechanicas, 1751. In Phys. part. opticas et his cognatas, 1754. P. III. 8.
20. JOH. PETR. EBERHARDS erste Gründe der Naturlehre. Halle 1752 et 67., 5te Aufl. 1787. 8.
21. Leçons de Physique experimentale, par M. SIGAUD DE LA FOND. à Paris 1767. T. I. II. 12. Deutsch: Dresden 1774. Th. I. II. gr. 8.
22. Le même: elemens de physique theoretique et experimentale. Paris 1777. T. I—IV. 8.
23. JOH. POLYC. ERXLEBEN: Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen 1772. 77. Mit Zusätzen von G. C. LICHTENBERG, 1784. u. f., 6te Aufl. Göttingen 1794. 8.
24. WENZESL. JOH. GUSTAV KARSTEN Anfangsgründe der Naturlehre. Halle 1780. 2te Aufl. von F. A. C. GREN, Halle 1790. 8.
25. T. G. KRATZENSTEIN: Vorles. über die Experimentalphysik. 6te Aufl. Kopenhag. 1787. 8.

26. Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie. à Mitau 1770—74. T. I—III. (VON LEONH. EULER) a. d. Franz. übers. Leipz. 1—3. Th. Mit Kupf. gr. 8. Nach dieser Ausg. neu übersetzt, mit Anmerk., Zusätzen und neuen Briefen vermehrt von FR. KRIES Leipz. 1792. B. I., 93. B. II. 8.
27. Grundlage zu meinen Vorles. über Experimentalphysik, von MARC. HERZ. Berlin 1787. 8.
28. Vorlesungen über Experimentalphysik, von F. A. ACHARD. Berlin 1791. T. I—IV. 8.
29. Grundriss d. öffentl. Vorles. über Experimentalnaturlehre, von P. MAX. IMHOFF. München 1794. Th. I., 1795. Th. II.
30. AD. WILH. HAUCHS Anfangsgründe der Naturlehre, a. d. Dänischen übers. von JOH. ELEM. TODE. Kopenhagen u. Leipz. 1795. Th. I. II. 8.
31. JUL. CONR. YELIN: Lehrb. der Naturlehre. Ansbach 1796. 8.
32. FR. ALBR. C. GREN Grundriss der Naturlehre. Halle 1791. 1795. Dritte ganz umgearb. Ausg. 1797. 4te verbesserte von KARSTEN besorgte Ausg. 1801. 5te Aufl. von E. G. FISCHER. Halle 1808. gr. 8.
33. JOH. TOB. MEYER Anfangsgr. d. Naturlehre. Göttingen 1801. 03. 8.
34. J. G. F. SCHRÄDERS Grundr. d. Experimental-Naturlehre in seinem chem. Theile nach der neueren Theorie, sowohl zum Leitfaden academ. Vorlesungen, als auch zum Gebrauche für Schulen entworfen. 1797. Neue von L. W. GILBERT umgearb. Aufl. mit vielen Figuren. Hamburg 1804. gr. 8.
35. TIBER. CAVALLO's ausführl. Handb. d. Experimental-Naturlehre in ihren reinen und angewandten Thei-

- len.) Aus dem Englischen mit Anmerkungen von Dr. JOH. BARTHOL. TROMMSDORFF. Erfurt 1804—1806. I.—IV. B. M. Kupf. gr. 8.
36. *Traité élémentaire de Physique, présenté dans un ordre nouveau, d'après les decouvertes modernes, par A. LIBES.* Paris A. X. Vol. I.—III.
37. R. J. HAÛYS Handb. für die Anfangsgründe der Physik. Aus dem Franz. u. m. Anmerk. von M. C. S. WEISS. Leipz. 1804. 05. B. I. II. Mit Kupf. 8.
38. C. W. BÖCKMANN'S Entwurf eines Leitfadens zum Gebrauch bei Vorlesungen über die Naturlehre. Carlsruhe 1805. gr. 8.
39. FR. KRIES Lehrbuch der Physik für gelehrte Schulen. Jena 1806. 1808. Mit 39 Holzschnitten. 8.
40. *Compendiaria Physicae institutio, quam in usum tyronum conscripsit hujusque scientiae statui recentissimo accomodavit JOANN. PHIL. NEUMANN etc. Graecii* 1808. Tom. I. C. figur. aeri incis. 8.
41. Anfangsgründe der dynamischen Naturlehre abgefaßt v. FR. HILDEBRANDT etc. Mit Kupfern. Erlangen 1807. Fortsetzung u. Schlufs. 1807. gr. 8.
42. L. A. JUNGNITZ Grundriß der Naturlehre, zum Gebrauche für Vorlesungen. Breslau 1804. Th. I. II. 8.
b) Populäre.
43. BERNH. VAN NIEUWENTYT: recht gebruggk der weerd beschouwinge. Amst. 1716. 4. Aus dem Holland, übers. v. JOH. ANDR. SEGNER. Jena 1747. 4.
44. CHRIST. WOLFF'S vernünftige Gedanken von den Absichten der natürlichen Dinge. Halle 1724. 8.
45. MICHAEL HUBE: Vollständiger und falslicher Unterricht in der Naturlehre. Mit einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. Leipz. 1793. I., II., 1794. III., B., 1801. 02. neue Ausg. in IV B. 8

46. J. H. HELMUTH: Volksnaturlehre zur Dämpfung des Aberglaubens. Braunschweig 1803. 5te stark vermehrte Auflage mit Kupfern. 8.

C) Wörterbücher.

47. Dictionnaire de physique par Mr. SIGAUD DE LA FOND. Paris 1781. Tom. IV. 8.
48. Dictionnaire raisonné de Physique par Mr. Brisson. Paris 1781. II Tom. 4.
49. JOH. SAM. TRAUOGOTT GEHLERS physicalisches Wörterbuch, oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre in alphabetischer Ordnung. Leipzig 1787 Th. I., 89. II., 90. III., 91. IV., 95. V., 96. VI., 8. Neue Ausg. 8., Supplementband 88., VII. Th. oder II. Supplementband, herausgeb. von C. W. GILBERT. 808. gr. 8.
50. Physicalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter, sowohl nach atomistischer als dynamischer Lehre betrachtet, mit kurzgefaßten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen, und Beschreibung der Werkzeuge in alphabetischer Ordnung. Von Dr. J. K. FISCHER. Göttingen 1799. T. I. II., 800. III., 01. IV., 04. V., 05. VI. und Registerb. 8.
51. Dictionnaire des sciences naturelles, dans lequel on traite méthodiq. des differ. êtres de la nature etc. par BROIGNART, CUVIER, DAUDIN, DUMERIL, DUMONT, FOURCROY, GEOFFROY, etc. etc. Strasbourg 1804. Vol. I—IV., 1805. V. avec 2 livr. de planches. 8.
52. Physicalisch chemisches Handwörterbuch für Gelehrte und Ungelehrte, Fabricanten, Manufacturisten u. Handwerker. Ein gedrängter Auszug aus GEHLERS, MACQUERS, u. den neuesten, vorzüglichsten physi-

schen und chemischen Wörterb. u. Schriften. Leipzig 1790. 809. III Th. mit Kupf.

D) Periodische Werke.

53. Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur les arts, par ROZIER, MONGEZ et DE LA METHERIE. à Paris 1773. T. I., 1800. Tom. L. 4.
54. Journal de Physique, de Chemie, d'Histoire naturelle et des Arts, avec des Planches en taille douce. Par J. L. DELAMETHERIE. Paris 1809. Tom. LXVII.
55. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, herausg. von L. C. LICHTENBERG. Gotha 1781—86. B. I—III., Fortges. von J. H. VOIGT. 86—99. B. IV—XII., Magaz. für den neuesten Zustand der Naturkunde mit Rücksicht auf die dazu gehörigen Hilfswissenschaften. Jena 1797. B. I., 1799. II., Weimar 800—06. III—X.
56. Nieuwe chem. en phys. Oefeningen. Door P. VAN WERKHOVEN. Utrecht 1798. D. I. (No. 1—5.), 94—802. II.
57. Journal der Physik, herausg. von Dr. F. A. C. GREN. Halle und Leipz. 1790—95. B. I—VIII., Dessen neues Journ. d. Physik. Leipz. 1795—97. I—IV., Vollständiges Register über GRENS Journal d. Physik. Mit Anmerk. v. C. J. B. KARSTEN. Leipz. 1800. GRENS Annalen der Physik. 1799. B. I. St. I., Fortges. von L. W. GILBERT. 1808. XXX. B. mit Kupf. 8.
58. Bibliotheque Britannique ou recueil extrait des ouvrages anglois periodiques et autres etc. par une societe des gens de lettres. Genève. Monatlich seit dem Anfang 1796 ein Heft. 8.
59. A Journal of natural Philosophy, Chemistry and

the arts; illustrated with Engravings. 1797 — 808. Vol. I — XI. 8.

60. Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie, von J. J. BERNHARDI, C. F. BUCHOLZ, L. V. CRELL, S. F. HERMSTÄDT, F. HILDEBRANDT, D. L. G. KARSTEN, M. H. KLAPROTH, H. C. OERSTED, C. H. PFAFF, J. W. RITTER, J. B. TROMMSDORF, und A. F. GEHLEN. Berlin 1808. VII. B. 8.

§. 14.

Die Schule unterscheidet gemeinhin bei dem Vortrage die theoretische Physik und die Experimentalphysik, und stellt beide der speculativen Physik gegenüber, welche die letzte Nachweisung der Möglichkeit aller Anziehungen und aller davon abhängigen Erscheinungen zum Gegenstande hat, und daher als Theil der Naturphilosophie betrachtet werden kann. Vergl. §. 2. No. 2. Die theoretische sowohl als wie die Experimentalphysik beschäftigen sich vorzüglich mit Auffindung der Naturgesetze (*leges naturae*); die erstere indem sie von historisch mitgetheilten Beobachtungen und Versuchen, die letztere indem sie durch Versuche selbst: das Bleibende in den beobachteten Umständen, welche eine Reihe von Erscheinungen begleiten aushebt, und diesen bleibenden Parallelismus, der zwischen denen in bestimmter Folge

begriffenen Umständen eintritt als Gesetz ausspricht.

§. 15.

Um aber zu Naturgesetzen überhaupt zu gelangen, welche auf Gültigkeit Anspruch machen können, reicht nicht bloß die allgemeine und oberflächliche Bestimmung der Beschaffenheiten und Veränderungen hin, welche bei den zu vergleichenden in nothwendiger Folge stehenden Erscheinungen vorkommen, sondern es wird vielmehr unumgänglich erfordert, daß das jedesmalige Gröfsen- und Mengen-Verhältniß genau angegeben werde, und daher ist die Mathematik (zum wenigsten Arithmetik und Geometrie) als unentbehrliches Hilfsstudium des Naturforschers und insbesondere des Physikers zu betrachten. Nicht minder entbehrlich ist die gegenseitige Verständigung über allgemeine Begriffe, die man durch Kunstwörter (Termini) zu bezeichnen pflegt, welche sich durch richtige Wahl der Wörter und dadurch begründete allgemeine Gültigkeit characterisiren müssen.

BEMERK. 1) Ausser dem angeführten Nutzen der Mathematik für die Physik, empfiehlt sie sich und ihr Studium dem Physiker noch besonders dadurch, daß sie ihn in der Kunst richtige Vergleichen anzustellen, und seine Untersuchungen einer natürlichen Anordnung zu fügen übt. Mehrere Begriffe entlehnt

die Physik aus der Mathematik, und ihre Beweise für abgeleitete Folgerungen machen auf Evidenz Anspruch, wenn sie mit Hülfe der Mathematik geführt werden können.

2) Suchen wir das, was wir an einem Gegenstande der Natur wahrnehmen, wörtlich auszudrücken, so erhalten wir ein Merkmal (nota), und drücken wir mit mehreren Worten mehrere Merkmale aus, um einen oder mehrere Gegenstände dadurch zu bezeichnen, so nennen wir diesen Ausdruck: ein Kennzeichen oder den Character des Gegenstandes. Merkmale und Kennzeichen werden durch gedrängte, kurze und dennoch umfassende, bestimmte Wörter, die man Kunstwörter nennt, bezeichnet, deren Sammlung, gehörig geordnete Aufstellung und Erklärung die Terminologie beschäftigt, welche vorzüglich der eigentlichen Naturbeschreibung zur Einleitung dient, jedoch aber auch wenigstens dem allgemeinen Theile nach, der Physik vorangeschickt werden muß, und so als Bestimmung der allgemeinsten und ersten Begriffe in der Physik, zur Einleitung derselben gehört.

III. ABSCHNITT.

BESTIMMUNG DER ALLGEMEINSTEN BEGRIFFE IN DER
PHYSIK.

§. 16.

So wie der Mensch in sich selbst: Leiden (pati, affici) und Thun (agere) unterscheidet, so wird er auch genöthigt, der äusseren Gegenstandswelt (die seinem Ich oder seinem Innern gegenübersteht) ein ähnliches Verhältniß zuzugestehen (Vergl. §. 3.). Beide Verhältnisse betrachten wir als Zustände, indem sowohl das Leiden als wie das Thun veränderlich sind, und sich nur bedingungsweise bleibend erhalten.

1) Unter Zustand verstehen wir die veränderliche Beschaffenheit eines Dinges; wir unterscheiden leicht veränderliche und fixirte Zustände, beide Begriffsbestimmungen sind aber nur relativ gültig. Zu dem ersteren gehört z. B. Festigkeit oder Starrheit und Flüssigkeit, electricische Beschaffenheit, Wärme und Kälte u. s. w.; zu dem letz-

Bestimmung der allgem. Begriffe in der Physik. 61

teren die Charactere oder eigenthümlichen Beschaffenheiten ganzer Reihen von chemischen Elementen, z. B. Metallität, Alcalität, Acidität, wo jedes einzelne Glied (jedes Metall, Erde etc.) eine eigene Stufe des allgemeineren fixirten Zustandes behauptet.

2) Wir bezeichnen die äusseren Sinnes-Gegenstände im Allgemeinen durch die Benennungen: Dinge, Materien oder Körper; der letztere Ausdruck wird indess gewöhnlich nur dort gebraucht, wo von gestalteten Dingen, von besonderen für sich existirenden Materien die Rede ist.

§. 16.

Die Veränderung eines Dinges, so wie das Beharren desselben in einer bestimmten Beschaffenheit, muß einen nachweisungs-fähigen Grund haben. Diesen zureichenden Grund jener Zustände nennen wir die Ursache (causa) derselben, und die dadurch in dem Dinge hervor-gebrachte Beschaffenheit die Wirkung (Effectus). Die Ursache wird hier in Beziehung auf die Thätigkeit (agens), als das die Veränderung oder Beharrung möglich machende gesetzt, und Thätigkeit als Folge des Thätigen, kann zwar für sich aufgefaßt werden, fällt aber in der Erfahrung immer damit zusammen, oder ist stets ganz unmittelbar damit verknüpft, so wie das Seyn selbst als unendliche Entwicklung unbedingter Thätigkeit gedacht werden kann.

1) Man bestimmt die Ursache noch näher durch die Ausdrücke nahe oder entfernte Ursache, so wie auch die Wirkung als unmittelbare oder mittelbare bezeichnet wird.

2) Thätigkeit ist stete unmittelbare Folge des Vorhandenseyns der Ursache, und nur in sofern sie zu einem bestimmten Ziele gelangt ist, verdient sie Wirkung genannt zu werden; sie begleitet mehr, die Wirkung folgt.

3) Sofern die Ursache irgend eines Dinges, sich mit ihrer Thätigkeit in die Wesenheit eines anderen erstreckt, und hier bestimmte Wirkungen hervorgehen, bezeichnet man dieses Verhältniß der Ursache des einen Dinges zu dem anderen, durch Einwirken und den Erfolg durch Einwirkung.

4) Alle von uns wahrnehmbare Verschiedenheiten der Dinge, nennen wir Beschaffenheiten oder Qualitäten (Qualitates) derselben.

§. 17.

Jenes Thätige was die Beharrung oder Veränderung eines Zustandes möglich macht, das Prädicat der Substanz, wodurch sie unbedingt als Ursache gedacht wird, nennen wir Kraft (Vis), ein Ausdruck, welcher der gleichen Bezeichnung unserer inneren nach aussen und auf uns selbst zurückwirkenden Thätigkeit nachgebildet ist. Unter Vermögen (Facultas) hingegen, versteht man das Prädicat irgend eines Objects, wodurch es als Ursache gedacht wird, ohne dabei festzusetzen, ob dieses als „Ursache

gedacht werden“ unbedingt oder bedingungsweise zu nehmen sey. Indem ich einem Daseyenden Kraft zuschreibe, nehme ich zugleich an, daß die ganze Ursache der Wirkung (woraus ich auf die Kraft schloß) unbeschränkt in demselben gegeben sey; der Ausdruck Vermögen läßt es unbestimmt, ob nicht, um die Wirkung zu Stande zu bringen, noch sonst etwas als auf das Subject einwirkend erfordert wird.

§. 18.

Die Gröfse einer Kraft bestimmen wir nach dem Ausdrücke derselben, indem wir sie entweder mit einer anderen Kraft von bekannter Gröfse (die mithin zum Maafsstabe dient) vergleichen, oder in dem wir sie nach dem Grade von Vernichtung beurtheilen, den sie durch eine andere gegenwirkende Kraft erleidet. Alles nämlich, was den Ausbruch einer Kraft hindert (z. B. das leidende unthätige Verhältniß des die Kraftäusserung empfangenden Theils), oder wenn dieser schon erfolgt ist, ihn schwächt und mehr oder weniger aufhebt, kann als Gegenkraft angesehen werden, und alle Veränderungen der Dinge, sind daher als Producte gegenseitiger Kraftwirkung anzusehen.

§. 19.

Sehr häufig will man aber mit dem Worte Kraft nicht sowohl die allgemeinste Thätig-

keitsquelle, oder den letzten Grund einer Erscheinung bezeichnen, sondern nur die nächste Ursache einer gegebenen Wirkung; die öfters selbst nur Wirkung einer entfernteren, allgemeineren einfacheren Kraft ist. Versucht man es in solchen Fällen, durch immer weiter geführte Vergleichung und Heraushebung des einfacheren Grundes, endlich bei einer Kraft anzugelangen, die auf unbedingte Einfachheit und Allgemeinheit Anspruch machen kann, so nennt man diese, alle abgeleiteten zusammengesetzten Kräfte in sich schliessende: Grundkraft, deren Gegenkraft gleich einfach und allgemein seyn muß, und mit der ersteren im Streite gedacht, zu der Idee zweier Grundkräfte (*Vires fundamentales*) als letzte Ursache aller Erscheinungen und deren Veränderungen geleitet hat.

1) Die Grundkräfte sind hypothetisch angenommen, und dienen nicht sowohl dazu die Dinge selbst, ihr Seyn mit seinen Prädicaten zu erklären, als vielmehr nur den Grund der Veränderungen der Substanz allgemein anzudeuten. Die einzelnen Belege sind häufiger mit Hülfe des Witzes als durch vergleichenden Scharfsinn angezogen worden, und öfters scheint man ganz vergessen zu haben, daß die Annahme jener Kräfte nur zur Erleichterung der Uebersicht dienet, daß die Mannigfaltigkeit und die eigenthümlichen Lebensweisen der Naturindividuen dadurch weder aufgefaßt noch begriffen und erklärt werden, und bei Annahme zweier Kräfte auch der Träger, das

Bestimmung der allgem. Begriffe in der Physik. 65

Substrat derselben, das Band, welches beide in ihrer bestimmt wirksamen Beziehung erhält, die Weltseele als ein drittes, zur thätigen Existenz unbedingt Nothwendiges gesetzt werden müsse.

2) KANT versuchte es zuerst aus Gründen a priori die Nothwendigkeit der Annahme jener Grundkräfte darzuthun, und den einfachsten Gegensatz von Thätigkeit zur Bezeichnung wählend, nannte er die eine dieser Kräfte anziehende (Attractiv- oder Compressiv-) Kraft (Vis attractiva), die andere abstossende (Repulsiv-, Expansiv- oder Dehn-) Kraft (Vis repulsiva s. expansiva). Beide Kräfte können als Ziehkräfte gedacht werden, nur muß man dann annehmen, daß die Anziehungen beider sich entgegenwirken, also von entgegengesetzter Richtung ausgehen; man kann dann die eine als Attractivkraft des Universums, die andere als Attractivkraft des Individuums betrachten, und auf die Naturthätigkeiten angewendet, ihnen (jedoch in Wechselwirkung gedacht) den Assimilationsproceß des Universums und den des Individuums als Belege ihres Thätigen Vorhandenseyns zuweisen (Vergl. §. 3. N. 4).

5) Beide Grundkräfte können als thätige stets nur in Wechselwirkung: Kraft gegen Kraft (vergl. §. 19) gedacht werden, und es hat daher keinen Sinn, wenn man irgend ein Phänomen, z. B. das des Lichtes als die freie (für sich vorhandene und wirkende) Dehnkraft etc. annimmt.

§. 21.

Zu einem ähnlichen allgemeinen Gegensatze als wie derjenige der Grundkräfte ist, führen die

Ideen der Freiheit und Nothwendigkeit, wenn der Ausdruck derselben (jedoch stets relativ) in der Natur nachgewiesen wird. Besonders lassen sich diese Ideen auf die Begriffsbestimmung von zwei Hauptverhältnissen des Daseyenden, ohne welche dasselbe nicht gedacht werden kann, von Raum und Zeit anwenden. Denken wir uns die Freiheit (das Unendliche) der Nothwendigkeit (dem Endlichen) so untergeordnet, daß letztere für erstere bestimmend wird, (oder m. a. W. die Freiheit der Nothwendigkeit eingebildet) so erhalten wir den Begriff des Raums (Spatium), der uns in der Erscheinung selbst anschaulich wird, indem wir in der Aussenwelt unseres Ichs die Körperwelt sinnlich unterscheiden. Hier verbindet sich aber dem Begriffe des Raums, derjenige der körperlichen Existenz, und nur indem wir uns das was den Raum erfüllt wegdenken, bleibt uns der Begriff des leeren Raums (Vacuum). Denken wir uns umgekehrt die Nothwendigkeit der Freiheit auf ähnliche Weise wie oben untergeordnet (die Nothwendigkeit der Freiheit eingebildet), so erhalten wir den Begriff der Zeit (Tempus) der uns in dem Nacheinander einer Statt findenden Veränderung, als das die Raumsbeschränkung relativ aufhebende Thätige anschaulich wird.

1) Jeder Raum zeigt von einer bestimmten Ausdehnung, und kann ohne diese nicht gedacht wer-

den; wohl aber ist es möglich sich in Gedanken das, was bei den Körpern die Ausdehnung bewirkt, zu verneinen (ein Fall, der z. B. bei dem geometrischen Körper eintritt) und so den Begriff einer leeren bestimmten Begränzung zu erhalten.

2) Jeder gegebene, bestimmt begränzte Raum, wird ein relativer Raum genannt, indem er als Theil eines grössern Raums gedacht werden kann. Führt man bei der Vorstellung des Raums die Verneinung der Begränzung fort, so stößt man endlich auf die dunkle Vorstellung eines unbegränzten, unendlichen oder absoluten Raums.

3) Bestimmen wir die Grösse des erfüllten Raums (Quantitas spatii), den Cubikinhalt oder Inbegriff eines Körpers, so nennen wir dieses das Volumen desselben. Erforschen wir hingegen die Beschaffenheit des Raums (Qualitas spatii), den ein Körper einnimmt, so erhalten wir dadurch Vorstellungen von seiner Gestalt (Forma). Diese ist entweder äussere, durch das Verhältniß der Lage der Flächen die den Körper umgränzen bestimmt (Figuration, Figura); oder innere aus dem Verhältnisse der Lage seiner Anhäufungstheile hervorgehend (Bau, Structur, Structura).

4) Die Raumbegränzung ist bei den natürlichen Körpern sehr verschieden, indess lehrt doch die Erfahrung, dafs im Allgemeinen die organischen Gestalten krummlinigt, die anorganischen hingegen geradlinigt begränzt sind, oder sich begränzen, wenn nicht äussere einwirkende Kräfte Hindernisse in den Weg legen. Diese Verschiedenheit der Begränzungsweise läßt sich auch erschliessen, wenn man das Organische als das Selbstständigere, mehr in sich le.

bende, das Anorganische als das einer äusseren Nothwendigkeit mehr unterworfen betrachtet, und die krummlinigte Begränzung als die individualisirtere ansieht. Indefs [gilt dieses blofs von dem Anorganischen, in so fern es gestaltet ist; das Gestaltlose, das Tropfbar-Flüssige ist auch krummlinigt begränzt, jedoch nicht durch eigene unmittelbar entwickelte Kraft, sondern (wie die Folge der Untersuchung zeigen wird) durch äusseren Druck (Vergl. §. 5. N. 4.).

5) Die Räume selbst sind messbar, d. h. ihre Grösse lässt sich vergleichen, und um dieses zu können, nimmt man in der Mathematik einen Raum von willkürlich bestimmter Grösse als zu vergleichende Einheit an; und sofern die körperliche Ausdehnung der Anschauung drei Hauptrichtungen (Dimensionen) der Länge, Breite (auf erstere senkrecht gehend), und Tiefe oder Dicke (auf beide senkrecht gehend) gestattet (wovon die grösste dieser Dimensionen, im Falle sie ungleich sind: Länge und diese für sich gedacht Linie, deren Anfang der Punkt ist, die folgende Breite, und beide vereint ohne Tiefe gedacht Fläche, und die kleinste Dicke genannt wird), in so fern nimmt man für die Linien einen Längenfuss, Zoll etc. zum Maassstabe an; betrachtet sie aber nicht als zum Bestehen des Raums (der als stetige Grösse [Quantitas continua] keine Theile hat) nothwendige, sondern nur als der Möglichkeit nach vorhandene Theile.

6) Das gesunde menschliche Auge unterscheidet etwa den zehnten bis zwölften Theil einer Linie (als 10ten oder 12ten Theil eines Zolles) genau, weiterhin hört Messung und Unterscheidung auf; aber

Bestimmung der allgem. Begriffe in der Physik. 69

denken läßt sich eine weitere Eintheilung so weit, daß jeder letzte Theil kleiner als jede bestimmbare Raumseinheit ist. Eine solche letzte Einheit des Raums hat LANGSDORFF (s. Anfangsgründe der reinen Mathematik. Erlangen 1802. 8. 125. u. Ueber die Unstatthaftigkeit des Principis der unendlichen Theilbarkeit. Ebendas. 1804. 8.) unter dem Begriffe und unter der Benennung Raumpunct oder Raumatom festzusetzen sich bemüht, sowohl um für die kleinsten denkbaren Räume einen Maasstab zu besitzen, als auch um die Construction der krummen Linien (deren Elemente sich auf der einen Seite mehr als auf der andern gegen einander neigen) anschaulicher zu machen. Indefs sind diese Raumatome nur angenommen, nicht als für sich bestehende die Möglichkeit des Raums begründende Theile anzusehen, und eben so wenig mit den später zu erwähnenden Massenatomen zu verwechseln.

7) Die Weltkörper geben durch ihre Erscheinungen und Bewegungen ein bequemes Mittel an die Hand, die Zeit beliebig, jedoch so einzutheilen, daß die Hauptabschnitte für alle Menschen erkennbar und mittheilbar sind; die mathematische Zeitrechnung oder Chronologie ist auf diese Weise entstanden.

8) Kehrt bei Körperveränderungen ein bestimmtes Zeitverhältniß regelmässig wieder, so nennt man dieses die Periodicität jener Veränderungen oder Erscheinungen, und sagt von der Wiederkehr, daß sie periodisch Statt finde.

§. 22.

Jeder Körper erfüllt seinen Raum, und macht es unmöglich, dafs ausser ihm noch ein anderer Körper seinen Raum einnimmt, er leistet daher gegen jeden andringenden Körper, der ihn aus dem Raume zu verdrängen strebt, Widerstand (vergl. §. 20.) oder ist für ihn undurchdringlich. Die Undurchdringlichkeit (Impenetrabilitas) als allgemeinste Erscheinung an den Körpern, muß einen eben so allgemeinen Grund haben, und diesen nennen wir die Materie (Materia); so wie die Grösse oder Menge derselben Masse (Massa, Qualitas materiae), deren Bestimmungsmethode später vorkommen wird.

1) Die Alten liessen die Dingenwelt aus dem Chaos hervorgehen; dieses war ihnen das noch nicht verschiedenartig entwickelte Daseyende. Will man für diese Abstraction des Begriffs der besonderen körperlichen Existenz etwas substituiren, so kann dazu der Begriff der Materie dienen, die dann aber nicht sowohl das Daseyende als Raumerfüllendes, sondern als überhaupt nur Seyendes bezeichnet, dessen Entwicklung oder Bestimmung zur raumerfüllenden Existenz oder entgegengesetzt, zum blofs thätigen geistigen Seyn dann noch unentschieden ist (Man vergl. Kastners Grundrifs der Chemie: Einleitung §. 2.).

2) Der Undurchdringlichkeit in obigem Sinne darf die chemische Durchdringung oder Mischung nicht entgegengesetzt werden.

§. 23,

Aus dem Verhältnisse der Masse eines Körpers zu seinem Volumen, ergiebt sich die Dichtigkeit (Densitas) oder Lockerheit (Raritas) desselben. Die Dichtigkeit kann bei einem Körper nicht für sich bestimmt werden, sondern es lassen sich nur die Verhältnisse der Dichtigkeit verschiedener Körper angeben, die man in dieser Rücksicht vergleicht; aber es lassen sich aus dem Umstande, daß die Dichtigkeit aus dem Verhältnisse des Volumens zu der Masse des Körpers bestimmt wird, folgende Regeln zu Bestimmung der Dichtigkeit ableiten:.

- 1) Ist das Volumen zweier (zu vergleichenden) Körper gleich, so verhalten sie sich in ihren Dichtigkeiten, wie ihre Massen. Es sey $V = v$, so ist $D : d = M : m$.
- 2) Sind die Massen beider gleich, so verhalten sie sich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt, wie ihre Volumen. Es sey $M = m$, so ist $D : d = v : V$.
- 3) Bei ungleichen Volumen und ungleichen Massen verhalten sich die Dichtigkeiten der Körper überhaupt, wie die Quotienten der Körpermassen durch die Volumina. Es ist also

$$D : d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}.$$

- 1) Denken wir uns gleich grosse Theile des Raums eines Körpers stets mit gleich viel Materie erfüllt

so sagen wir von seiner Dichtigkeit, daß sie gleichförmig (*densitas aequabilis, uniformis*) sey; ist hingegen die Quantität der Materie in den gleichgrossen Theilen verschieden, so ist die Dichtigkeit ungleichförmig (*inaequabilis*). In solchen Fällen wie der letztere angegebene, bestimmt man die mittlere Dichtigkeit, (*densitas media*). Gesetzt die eine Dichtigkeit heisse D , die andere d , die mittlere Δ , das eine Volumen V , das andere v ; so ist $\Delta = \frac{DV + dv}{V + v}$.

2) Die Grösse der Masse eines Körpers, seine Ponderosität oder sein Gewicht für sich betrachtet läßt sich nicht bestimmen, wohl aber das Gewichtsverhältniß zu einem anderen gegebenen Körper; und um daher auszumitteln, welcher Körper unter mehreren der schwerere sey (in welchem Verhältnisse die Massengrößen stehen) nimmt man die Grösse des Drucks eines bestimmten Körpers gegen die Unterlage zur zu vergleichenden Einheit an. Man nennt diese Einheiten Gewichte; z. B. ein Centner, ein Pfund, ein Loth, ein Gran etc., und die mittelst dieser Einheiten herausgebrachte Grösse des Drucks, ohne dabei auf das Volumen des zu bestimmenden Körpers Rücksicht zu nehmen: sein absolutes Gewicht. Vergleicht man aber die Volumina zweier Körper bei gleichem absoluten Gewichte miteinander, so ergibt sich hieraus ihre (comparative) Dichtigkeit, oder ihr specifisches Gewicht (vergl. oben), welches auch von Einigen die eigenthümliche Schwere oder Eigenschwere der Körper genannt wird. Bei physischen Versuchen bedient man sich in Deutschland am häufigsten des Nürnberger Medicinalgewichts. Hiernach enthält:

das Apothekergewicht:

Pfund. Unze. Loth. Quentchen. Scrupel. Grän.
(od. Drachme).

1	12	24	96	228	5790
	1	2	8	24	480
		1	4	12	240
			1	3	60
				1	20

Ausserdem rechnet man auch nach kölnischem Markgewicht, wo man das Pfund (131072 Rpfth.) in zwei Mark, die Mark (65536 Rpfth.) in sechs-zehn Loth, das Loth (4096 Rpfth.) in vier Quentchen, das Quentchen (1024 Rpfth.) in vier Pfennige, und den Pfennig in 256 Richtpfennigstheile, oder in 17 Eschen theilt.

Nach dem Civilgewichte enthält:

Pfund.	Loth.	Quentchen.	und demnach:	Scrupel.	Grän.
1	32	128		384	7680

welche letztere beide jedoch nicht gebräuchlich sind.

Nach dem englischen Troy-Gewicht enthält ein Pfund (104688 Rpfth.) 12 Ounces, eine Ounce (8724 Rpfth.) 20 Penny weights, ein Penny weight ($436\frac{1}{2}$ Rpfth.) 24 Grains, ein Grain $18\frac{1}{16}$ Rpfth.) 20 Mites, ein Mite ist $= \frac{687}{800}$ Richtpfennigstheile. — Nach dem alt-französischen Troysgewicht wird das Pfund (137458 Rpfth.) in sechszehn Unzen, die Unze ($8591\frac{1}{2}$ Rpfth.) in acht Gros, der Gros ($1073\frac{5}{64}$ Rpfth.) in drei Deniers (Scrupel, die man auch in 2 Obole theilt), jeder zu 24 Grains, oder überhaupt in 72 Grains getheilt. Ein Grain ist $= 14\frac{4}{1608}$ Richtpfth. Das neue französische Gewicht weicht hievon sehr ab, seine Eintheilung beruht auf einem neuen,

von allen französischen Physikern angenommenen System, nach welchem als Grundlage der vierte Theil des Erdmeridians zwischen dem Aequator und dem Nordpole angenommen worden ist, dessen zehnmillionster Theil unter der Benennung eines Mètre als Einheit der Maase gilt. Der hundertste Theil dieses Mètre ist einer, in einem cubischen Gefässe enthaltenen Quantität reinen (destillirten) Wassers gleich, welche dem Gewichte zur Einheit dient, und im Vacuo bei der Temperatur des schmelzenden Eises gewogen: 18,841 Gran beträgt. Man hat dieses Gewicht Gramme benannt, und daraus durch Multiplication und Division alle grösseren und kleineren Gewichte gebildet, die auf folgende Weise abgetheilt sind:

Decagramme (Gewicht von 10 Grammen) = $2\frac{2}{3}$ Quentchen.

Hectogramme (Gew. v. 100 Grammen) = $3\frac{1}{4}$ Unze.

Kilogramme (Gewicht von 1900 Grammen) = 2 Pfund 5 Quentchen 49 Gran.

Myriagramme (Gew. v. 10000 Gramm.) = $20\frac{1}{2}$ Pfd.

Decigramme (0,1 Gramme) = 2 Gran.

Centigramme (0,01 Gramme) = $\frac{1}{5}$ Gran.

Milligramme (0,001 Gramme) = $\frac{1}{50}$ Gran.

Man vergl.: Ueber das neue System der Maase und Gewichte d. franz. Republick v. COQUEBERT — in GRENS neuem Journ. d. Phys. B. III. S. 424. DRECHSLERS Tabellen zur Vergl. d. neuen franz. Maase und Gew. in TROMSDORFFS Journ. B. IX. — Wechselseitige Reduction des neuen französischen und Nürnberger Medicinalgewichts; von L. SCHNAUBERT; in TROMMSDORFFS Journ. d. Pharm. B. XII. St. I. S. 196. u. ff. — Nach dem holländischen Troys-

Bestimmung der allgem. Begriffe in der Physik. 75

Gewicht enthält ein Pfund (137970 Rpfth.) sechzehn Oncen; die Once (8625 Rpfth.) zwanzig Engels, der Engel ($431\frac{5}{32}$ Rpfth.) zwei und dreissig As, und der As ist $= 1316\frac{5}{24}$ Rpfth. Gold und Silber bestimmt man gewöhnlich nach köllnischem Markgewicht. Bei dem Golde theilt man ein Mark (65536 Rpfth.) in 24 Karat, und das Karat ($2730\frac{2}{3}$ Rpfth.) in 12 Grän, ein Grän ist $= 227\frac{5}{7}$ Rpfth. — Bei dem Silber wird die Mark (65539 Rpfth.) in 16 Loth, das Loth (4096 Rpfth.) in 18 Grän, jeder zu $227\frac{5}{7}$ Rpfth. gerechnet, getheilt — Die Libra der Römer wurde in 12 Unzen getheilt; auf das alte Pariser Gewicht reducirt ist 1 Libra $= 10$ Unzen, 6 Quentchen und 48 Gr., 1 Uncia $= 7$ Quentch. 19 Gr., 1 Drachma $= 65$ Gr.; 1 Obolus $= 11$ Gr., und 1 Siliqua $= 4$ Gr.

Zur Quantitätsbestimmung flüssiger Substanzen bedient man sich gewöhnlich der Capacitätsmaasse (Gemäse), wiewohl bei chemischen Arbeiten alle anzuwendenden Flüssigkeiten gewogen werden sollten. In Deutschland hält das preussische Stoff, Quart oder Maas 3 Pfunde Medicinalgewicht der Schoppen 12 Unzen, der Viertelstoff oder Quartier 9 Unzen; das sächsische 2 bürgerliche Pfunde. Das alte französische Maas bestand aus Pinten (jede zu 32 Pariser Unzen gerechnet), Schoppen oder Seideln (jede zu 16 Unzen gerechnet), Demiseptier (jeder zu 8 Unzen) und Gallons jeder zu 8 Pfd. oder 4 Pinten gerechnet. Bei dem Neufranzösischen dient das Litre (ein cubisches, dem Decimètre zur Seite stehendes Gefäß), welches ohngefähr 2 Pfund Wasser faßt, zur Einheit. Die englische Pinte hält 16 Unzen, und der Gallon

7 Pinten. Eine schwedische Kanne faßt $5\frac{1}{2}$ Pfund das Pfund zu 16 Unzen gerechnet.

§. 23.

Die Vorstellungen der Naturforscher über die Möglichkeit der verschiedenen Dichtigkeit der Materie, und über die dabei nöthigen Bedingungen, weichen von einander ab. Die älteste Meinung besteht in der Annahme eines im ganzen Weltall vorhandenen zerstreuten leeren Raums (Vacuum disseminatum), der in verschiedenen Verhältnissen, als in den Massen vorhanden gedacht, eine mehr lockere oder dichtere Beschaffenheit derselben zur Folge hat. Die Materie selbst wird dabei als in möglichst kleinen, mechanisch nicht trennungsfähigen Grenzen gehalten, als untheilbare Körperchen (Corpuscula) oder Atome vorgestellt, von deren gegebenen Menge. (Masse) die Dichtigkeit eines Körpers abhängt.

1) Mit dieser angenommenen Porosität der Materie darf die Porosität der Körper nicht verwechselt werden. Schon die oberflächliche Betrachtung besonders fester Körper zeigt nämlich mehr oder minder grosse Zwischenräume (Pori), die nicht mit der Masse des Körpers, sondern mit andern ungleichartigen Materien z. B. Luft, Dampf, Wasser u. s. w. erfüllt sind, und daher bei der Dichtigkeitsbestimmung die Festsetzung der mittleren Dichtigkeit (vgl. §. 22.) nöthig machen. Auch bei mehreren Körpern

die nicht porös scheinen, läßt sich dennoch die Gegenwart solcher Poren und ihrer Ausfüllungsmassen durch (in der Folge vorkommende Versuche) nachweisen; Körper hingegen, denen Zwischenräume der Art mangeln, gestehen wir Stetigkeit, Continuität (Continuitas) zu; die sowohl Wirkung einer expansiven als wie einer contractiven Kraft seyn kann.

2) Die Materie als das Bewegliche, Ausgedehnte Undurchdringliche im Raume, oder als Gegenstand der äusseren Natur, im Gegensatze der innerlichen Thätigkeit (z. B. des Ichs) in der Zeit, als Gegenstand der innern Natur, wird von denen, welche leere Räume und Atome gestatten, als durch ihre Existenz den Raum erfüllend, als das unvernichbare, ewig daseyende Wesen der Körperwelt gedacht. Man nennt diese Naturansicht das atomistische oder Corpuscularsystem, oder die mechanische Naturphilosophie. Ihre vorzüglichsten Vertheidiger waren unter den älteren: LEUCIPPUS (in *DIOPENIS LAERTII vita philosophorum*. Lugd. 1559. p. 372.) DEMOCRITUS (ib. p. 377.), EPICURUS (ib. p. 427.), LUCRETIUS, (a. a. O., vergl. §. 2. N. 3., GASSENDI (vergl. § 13.); in neueren Zeiten LE SAGE (*LUCRECE NEWTONIEN in den nouv. mem. de Berlin. Ann. 1772. p. 394.*) und PREVOST (*de l'origine des forces magnetiques. Genev. 1778. A. d. F. übers. Halle 1794. 8.*). Letztere nahmen ausser den Atomen (denen sie wie ihre Vorgänger gewisse unveränderliche Formen zuschrieben) noch ein ursprünglich repulsives Fluidum, den Aether an; und suchten dadurch die von ihnen nicht zu leugnenden Phänomene der Anziehung und Abstossung (also auch die denselben zu Grunde liegenden, von den Corpus-

cularphilosophen als etwas der Materie zufällig inwohnend angenommenen Kräfte) zu erklären. In der ganzen Ansicht waltet der Zufall als bestimmendes Princip; daher die willkürlichen Hypothesen, zu denen man so häufig seine Zuflucht nahm, um, wie man wähnte, bei den Erklärungen mit Atomen auszureichen, während man doch nur idem per idem, Undurchdringlichkeit durch Undurchdringlichkeit etc. erklärte. Beispiele gewähren die in der Folge vorkommenden Erscheinungen der Elasticität, der chemischen Durchdringung, der Durchsichtigkeit, etc. Weder a priori noch a posteriori (vor dem Richterstuhle sinnlicher Wahrnehmung wollten sich die Atome, aller Mühe ohnerachtet, niemals stellen) läßt sich diese Ansicht erweisen, und kann daher nur Anspruch auf den Werth einer Hypothese machen. Das bloß Erdachte, Schwankende und Zufällige darin, bezeugte einer ihrer wärmsten Vertheidiger GASSENDI, durch sein letztes Geständniß: daß er von sich, von seinem Daseynswerk und von der Welt überhaupt nichts wisse, und durch alle Erforschung (auf seinem eingeschlagenen Wege) nichts erlangt habe, als spitzfündige Witzeleien.

3) Nicht allen Körpern kann man Continuität zugestehen (bei einigen ist der Zusammenhang unterbrochen, ohne es zu scheinen, z. B. bei den Krystallen), aber wohl jeder Materie. Der Ausdruck: die Materie erfüllt ihren Raum mit Stetigkeit (Continuitas), setzt die Verneinung des leeren Raums voraus. Die Energie dieser Raumerfüllung, oder die Anhäufung der Materie in bestimmten Massen ist verschieden (vergl. oben u. §. 22.), und es läßt sich denken, daß diese Verschiedenheit von der Intensität

beider Grundkräfte (§. 22.) abhängen, aber dadurch ist das Phänomen auch nicht erklärt, sondern nur weiter hinaus geschoben, und dann fehlt noch das Dritte (vergl. §. 20. N. 2.), welches das einmalige Kraftverhältniß permanent macht.

4) Wir unterscheiden wahre und scheinbare Dichtigkeit; die erstere ist das Resultat der Dichtigkeitsprüfung bei vollkommener Gleichartigkeit der raumerfüllenden Materie eines Körpers, die letztere hingegen ist es bei Ungleichartigkeit der den Körper bildenden besonderen Materien.

§. 25.

Einer andern Vorstellung zu Folge bilden die §. 20. erwähnten Grundkräfte die besonderen Materien. Indem die Materie uns erscheint, steht sie mit unserm forschenden Geiste durch die Sinne in thätiger Beziehung (was sie dem Geiste ohne die Vermittelung sinnlicher Wahrnehmung seyn würde, wissen wir nicht), sie ist also etwas Thätiges, und da wir alle Thätigkeit und Veränderungsursache durch den Ausdruck Kraft bezeichnen (vergl. §. 13.), so denkt man sich die Materie selbst als Kraft, oder als ein durch Kräfte hervorgebrachtes Seynsverhältniß, und construirt daher (bildet in der Idee) die Materie überhaupt aus zwei entgegengesetzten Kräften, die sich durch vollkommene Einfachheit characterisiren, und in verschiedenen Verhältnissen von Wechselwirkung gedacht, die

Möglichkeit von aller Verschiedenheit der Materien sowohl, als von allen thätigen Beziehungen derselben nach aussen begründen sollen. Diese dynamische Ansicht der Natur faßt die thätige Materie als das Spiel entgegengesetzter Kräfte auf, erkennt keine Atome als letzte Theile der Materie, verwirft die Idee des leeren Raums, läßt alle Ungleichartigkeit und Verschiedenheit der Materien aus der Verschiedenheit des gegenseitigen Verhältnisses jener Kräfte, der Repulsiv- und Attractivkraft (die daher als vires primitivae, s. originariae, s. fundamentales, vgl. §. 20. bezeichnet werden) hervorgehen, und versucht es, diese Kräfte a priori (vergl. oben) abzuleiten; da indess die Kräfte als solche nicht unmittelbares Object seyn können, so ist die Annahme derselben streng genommen auch nicht sinnlich nachzuweisen.

1) Der Dualismus, der es unter verschiedenen Formen von jeher versucht hat, sich für die gesammte Physik zum leitenden Principe aufzuwerfen, ist in dem dynamischen System im Allgemeinen am strengsten durchgeführt; die speciellere Würdigung desselben hat stets mit mehr oder weniger Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt. Schon BOSCOWICH entwickelte Ansichten über die Natur, die der dynamischen nahe kommen; dasselbe that PRIESTLEY (in dessen disquisitions relating to matter and spirit. London 1778.), der eigentliche Schöpfer des dynamischen Systems war IMMANUEL KANT (vergl. §. 2. N. 3). Eine

speciellere Anwendung desselben auf chemische und physiologische Gegenstände versuchte ESCHENMAYER zuerst (C. A. ESCHENMAYER principia quaedam disciplinae naturali in primis Chemiae et Metaphysicae naturae substituenda. Tubing. 1796. 8. Deutsch: Tübing. 1797. 8.) und nach ihm verschiedene Naturforscher, unter denen HILDEBRANDT als derjenige genannt zu werden verdient, welcher KANTS Lehre zuerst in einem Lehrbuche der Physik (dessen dynamische Naturlehre) streng durchzuführen sich bemüht hat, und der ungenannte Verfasser des Versuchs über die organische Natur (vergl. §. 3. N. 4.), der mit vielem Scharfsinne ein ähnliches Unternehmen für die gesammte Naturwissenschaft, besonders für die Physiologie, von manchen eigenthümlichen und glücklichen Forschungsergebnissen begleitet begonnen hat. Man vergl. übrigens noch SCHELLINGS allg. Deduction des dynamischen Processes, in s. Zeitschr. f. specul. Phys. I. 2. S. 110. und die Einleitung zu seiner Weltseele. Neue Auflage.

2) Sofern die Ausgedehntheit der Materie als ihre erste Eigenschaft angesehen wird, kann man auch mit einigen Schriftstellern, die Repulsivkraft als die positive (*vis positiva*) und die die Repulsion hemmende Attractivkraft als die negative (*vis negativa*) Grundkraft (der dynamischen Ansicht gemäß) betrachten; nie kann aber die eine oder die andere der Kräfte als vollkommen frei oder für sich seyend angesehen, und noch weniger in der Natur nachgewiesen werden. Beide getrennt gedacht würden zur absoluten Leere (die Attraction nicht bloß zum physischen, sondern zum gedachten mathematischen Punkte) führen, und der Grundansicht der dynamischen

Lehre gemäß, somit zur Beendigung der Existenz des Materiellen führen; auf gleiche Weise wie eine unendliche Theilung die Atome zernichten würde.

3) Es ist nicht zu leugnen, daß die dynamische Ansicht die Naturerscheinungen in den meisten Fällen befriedigender erläutert, als wie die atomistische, und ihnen einen grössern Zusammenhang verschafft, aber sehr häufig ist dieses auch nur scheinbar der Fall (vergl. §. 23. N. 3.), und vor allem muß dem (a. a. O.) gemachten Einwurfe genügend begegnet werden, wenn sie ihre Ansprüche auf den Namen einer Theorie der Natur gültig machen will. Andere Mängel der dynamischen Ansicht (so wie sie zur Zeit steht) werden wir in der Folge anzudeuten Gelegenheit haben.

§. 26.

Eine andere Ansicht der Natur, die in neueren Zeiten durch eine höhere Einung des besseren Theils der atomistischen und dynamischen Lehre hervorgegangen ist, versucht es, aus dem Unbedingten (Absoluten), wo Thätigkeit und Seyn eins sind, die Möglichkeit des Bedingten, des Daseyenden, der Materien und ihrer Verschiedenheiten nachzuweisen, und zwar durch den (noch in unserm Geiste der Möglichkeit nach vorhandenen [vergl. §. 1. u. s. f.]) Act der Selbstbetrachtung (Selbstobjectivirung, zur Selbsterkennung führend), den jene Ansicht als in dem Absoluten oder dem Göttlichen von Ewigkeit her gegeben annimmt. Sie fragt bei der Construction

der besonderen Materien nach Phänomenen, welche jenem Verhältnisse (jener inneren Freiheit und Nothwendigkeit) für die sinnliche Anschauung zum einfachsten Repräsentanten dienen, und findet sie in den Phänomenen der Schwere und des Lichtes, als Principien der auf sich gezogenen (körperlichen) Existenz, und der nach aussen gerichteten geistigen Thätigkeit des Existirenden, die aus Einem hervorgehen und in Eines wieder zurückkehren, und die in den verschiedenen Verhältnissen ihrer Entwicklung alle Verschiedenheit und Veränderung der Materien zur Folge hat.

1) KANTS Grundkräfte erhalten in dieser Ansicht eine höhere, das mannigfaltige volle Leben der Welt mehr umfassende Bedeutung, und werden zugleich zu einer Einheit geführt, die in den erhabensten Ideen des menschlichen Geistes wiederkehrt. Der Gegensatz von Schwere und Licht liegt der Natur näher, als der der Anziehung und Abstossung, und durch seine Nachweisung kommt daher mehr Zusammenhang in die Erscheinungen, so wie auch die einzelnen Deutungen bestimmter geführt werden können. Indefs ist jene philosophische Grundansicht zu den Principien des Lichtes und der Schwere nur durch Analogie gelangt, und wenn auch die damit verknüpften Vorstellungen sich als richtig bewähren sollten, so darf der vorsichtige Naturforscher doch nie vergessen, daß Licht und Schwere nur bildliche Verständigungen jener Grundideen sind, und daß, wenn auch von mehreren (in oft sehr abweichenden Formen) zur Grundansicht

(6^a)

der thätigen Natur erhoben, ihre Annahme doch immer noch hypothetisch ist. — Auch diese Ansicht im Einzelnen zu prüfen, werden wir in der Folge Gelegenheit haben.

2) SCHELLING ist der Schöpfer dieser neueren Naturansicht. Der Träger von Licht und Schwere, das Band, was beide in ihren Verhältnissen permanent macht, die Copula, die Weltseele, die innere Einheit jeglichen Dinges, welche auch im scheinbaren Streite der Kräfte die Harmonie der Welten sichert, und die in der KANTISCHEN Schule nur sehr unvollkommen und dürftig durch ein Streben der Materien und ihrer Kräfte zum Gleichgewichte angedeutet wurde, diese Idee und deren Nachweisung in den Erscheinungen (die wenigstens versucht wird) ist es, welche die neuere Ansicht vortheilhaft characterisirt. — Man vergleiche: §. 2. N. 3. S. 9, 10 u. s. f. §. 3. N. 2—5. §. 25. und KASTNERS Grundriß der Chemie I. Theil. Einleitung §. 2. u. s. w.

3) Setzen wir die Materie als ein selbstständiges, durch sich selbst und nicht durch fremde Inspiration thätiges Wesen; so können wir sie auch nicht aus zwei Kräften oder zwei entgegengesetzten Principien construiren. Wir sagen von unserem Geiste, daß er Kräfte, (z. B. Verstand, Willen) besitze, aber nicht daß er aus diesen Kräften entstehe, durch dieselben werde oder sey. Er ist mehr als bloße Kraft oder Eigenschaft, er ist ein mit gewissen Kräften oder Eigenschaften begabtes, selbstständiges Wesen. Die Kräfte der Materie sind von anderer Art, als wie die des Geistes; aber sie stehen zu der Materie in einem ähnlichen Verhältnisse, als wie jene Kräfte zu unserm Geiste. Die Unvernichtbarkeit unseres Geistes wird

uns in dem Wissen von einem selbstständigen Thätigen, im Bewusstseyn kund, und die Ueberzeugung davon beruht theils auf persönlichen, subjectiven, theils auf den §. 1. N. 1. 2. 3. berührten Verhältnissen; über die Beständigkeit der Materie und ihre Unzerstörbarkeit belehrt uns die gesammte Erscheinungswelt mit allen aus ihr geschöpften Erfahrungen. Ueber den Geist waltet das Schicksal, über die Materie: Gesetze niederer Nothwendigkeit.

4) Ausser den erwähnten Ansichten der Natur existiren noch verschiedene andere, die sich indess jenen mehr oder minder anfügen, oft selbst nur weniger klar gedacht sind, wenn sie es auch nicht immer zu seyn scheinen. Hieher gehört z. B. diejenige, welche alle raumerfüllende Dinge aus Wesen entstehen läßt, die im Raume wirksam sind, ohne ihn zu erfüllen. Sie nennt diese Wesen Inponderabilien (den Gesetzen der Erdschwere nicht unterworfenen), und zählt dahin z. B. das Licht, die Wärme u. s. w. Bei Untersuchung der Schwere über diese und ähnliche Annahmen ein Mehreres.

§. 27.

Der Eindruck den die verschiedenen Körper auf unsere Sinnesorgane machen, zeugt von eben so häufig begründeten verschiedenen Beschaffenheiten oder Qualitäten der Materie (Qualitates materiae). Alle Sinnesorgane dienen dazu, diese Verschiedenheiten wahrzunehmen, jegliches nach seiner eigenthümlichen Organisation (vgl. §. 3. N. 1.); nnter allen sind aber Geruch und Geschmack diejenigen, welche beim Gebrauch

über die Entgegengesetztheit der Qualitäten (Heterogenität) die sich durch Anziehungsverhältnisse offenbaren und daher auch durch den Ausdruck: chemische Beschaffenheiten bezeichnet werden, die bestimmtsten und eigenthümlichsten Vorstellungen gewähren. Die übrigen Qualitäten der Dinge, welche wir mit Hülfe der Gefühls- Gehörs- und Gesichtsorgane wahrnehmen; zeigen zwar auch von gewissen Gegensätzen, aber wir gelangen zu deren Bestimmung mehr durch Schlüsse, als durch unmittelbare Empfindung.

§. 28.

Die chemischen Qualitäten der einzelnen Materien kann, wie es sich von selbst versteht, nur dann möglich werden, wenn wir diese einzelnen Materien gesondert darstellen, welches (durch [chemische] Anziehung der entgegengesetzten Qualitäten mehr oder minder verhindert) nur mit Hülfe der chemischen Zerlegung bewirkt werden kann. Diese Zerlegung oder chemische Theilung (Analysis) wird entweder (bei einigen wenigen Körpern) durch blosser Scheidung des Flüssigeren von dem Feuerbeständigeren (Fixeren) mittelst erhöhter Temperatur bewirkt, oder dadurch, daß eine Materie von bekannter Qualität, vermöge stärkerer Anziehung zu einem oder zu mehreren Factoren eines ge-

gebenen zusammengesetzten Körpers, und vermöge der daraus folgenden Verbindung mit jenen Factoren, d. i. nach vorhergegangener Einnung (Synthesis) den einen der Factoren (d. i. der einzelnen zum Bestehen des zerlegten Körpers nöthigen qualitativ verschiedenen Theile, der Bestandtheile) abscheidet. Dasselbe Verfahren mit neuen Quantitäten des zusammengesetzten Körpers und mit andern Materien von bekannter Qualität (deren Wahl sich aus dem ersten Erfolge und den begleitenden Umständen ergibt) wiederholt, führt endlich zur Ausscheidung aller Bestandtheile des zu zerlegenden Körpers. Lassen sich diese Bestandtheile oder Educte künstlich wieder zu einem Producte vereinen, das dem zuvor zerlegten Körper gleich kommt, so ist diese Synthese die sicherste Probe für die Richtigkeit des angewandten Verfahrens.

1) Nur selten ist und zwar meistens nur bei künstlichen Zusammensetzungen es möglich, eine solche Bestätigung der Analyse folgen zu lassen; bei natürlichen Körpern hingegen wird sie entweder sehr erschwert oder oft gar unmöglich, weil der Experimentator theils die Umstände die bei der natürlichen Bildung und Mischung des Körpers Statt fanden, nicht in seiner Gewalt hat; theils weil oftmals die Ausscheidung der Bestandtheile mit Destructionen verknüpft ist, welche die Educte anders gebildet hervorgehen lassen, wie sie in dem Körper vor der Analyse gegeben waren, theils weil oftmals in dem Körper

noch gar keine chemisch-verschiedenen Materien als Bestandtheile existirten, sondern erst durch die Analyse, den nicht wieder abzustreichenden chemischen Werth erhielten. Diese letzteren Fälle treten insbesondere bei organischen Körpern ein, wo höhere (auf ein Ganzes beziehende) Anziehungsgesetze statt der chemischen gegeben sind, und die durch chemische Anziehung bewirkte Zerlegung, offenbar erst chemisch-qualitative Gegensätze in den ausgeschiedenen Theilen erzeugt. Auch gründet sich das oben angeführte Verfahren der chemischen Analyse auf spezifische (andere ausschliessende) Anziehungen der einzelnen Materien, die als solche nach BERTHOLLET's neueren Untersuchungen (vergl. S. 46 unten u. s. f.) nicht zu erweisen sind. Ueber den ganzen Gegenstand vergl. man S. 81 u. s. f. u. S. 152 u. s. f. in der Note von KASTNER's Grundr. d. Chem. I. Th.

2) Statt des Ausdrucks einzelne oder besondere Materie, bedient man sich kürzer und richtiger des Wortes Stoff, wiewohl es einige Physiker mit dem allgemeinen Ausdrucke Materie gleichbedeutend nehmen.

3) Gestatten die ausgeschiedenen Bestandtheile noch eine fernere Zerlegung, so unterscheidet man die durch ihre Zersetzung enthaltenen Educte, von ihnen durch die Ausdrücke nähere und entfernte Bestandtheile; und wenn die letzteren nach dem gegenwärtigen Standpunkte der chemischen Analyse keine weitere Zerlegung zulassen, so nennt man sie Grundstoffe, oder chemische Elemente, wodurch indess keineswegs die Unmöglichkeit einer ferneren Analyse angedeutet werden soll. Vergl. a. a. O. S. 110 u. s. f. Inwiefern diese chemischen Elemente

als fixirte Zustände der Materie (vergl. §. 16. N. 1.) anzusehen sind, in der Folge.

4) Die näheren Bestandtheile organischer Körper, deren Heterogenität sehr häufig erst durch die Zerlegung herbeigeführt wurde, und die daher streng genommen nicht in dem Zustande wie die chemische Analyse sie darbietet, in den organischen Körpern (wozu sie vor der Zerlegung gehörten) existirend angenommen werden können (vergl. Bemerk. 1. dieses §.) werden auch durch den generellen Ausdruck Stoff bezeichnet, den man ihrem eigenthümlichen Namen anhängt. Z. B. Pflanzenstoffe, thierische Stoffe, Eyweißstoff, Extractivstoff u. s. w. Sofern man indess durch das Wort Stoff zugleich den anorganischen Werth bezeichnen will, ist es zweckmäßiger dieses Anhängewort ganz wegzulassen, und nur von Eyweis etc. zu sprechen.

5) Jeder chemischen Zerlegung geht gewöhnlich eine vorläufige Prüfung mit Reagentien voran, um den einzuschlagenden Weg und die Wahl der zerlegenden Mittel bestimmen zu können. Man bezeichnet mit diesem Ausdrücke diejenigen chemischen Mischungen und Stoffe, welche zu gewissen (einem ihrer Mischungstheile oder ihnen selbst heterogenen) Mischungen oder Stoffen sehr starke Anziehung besitzen, und dieses durch mehr oder weniger schnell vertretende, sehr in die Augen fallende und die Sinnen afficirende Veränderungen verrathen. Z. B. Es werde in eine unbekannte Flüssigkeit in Wasser gelöstes blausaures Kali geträpelt; enthält die Flüssigkeit Eisen, so wird entweder sogleich oder doch nach einiger Zeit, eine allmählig dunkeler werdende, blaue, pulverige, fein zertheilte Substanz (blausaures

vollkommen oxydirtes Eisen) die Flüssigkeit trüben, und dadurch den Eisengehalt jener unbekannt gewesene Flüssigkeit verrathen, Vergl. S. 125 des erwähnten Grundriss. d. Chem.

§. 29.

Ausser den angeführten Arten der chemischen Analyse existiren noch einige, die theils mit ihnen mehr oder weniger übereinstimmen und zu ähnlichen Resultaten führen, theils sich vortheilhaft davon unterscheiden, und wenn auch nicht allgemein angewendet, sich doch vorzugsweise durch die Reinheit der Educte welche sie liefern empfehlen. Hieher gehören zuvörderst und den beiden angegebenen Methoden am nächsten verwandt, die Vereinigung beider zu einer dritten gemischten (nur in einigen Fällen brauchbar); ferner die Verbindung der Zerlegung durch chemische Anziehung heterogener Materien mit der Abscheidung des Festen (z. B. Krystallisirbaren). Von diesen gemischten nicht selbstständigen Methoden verschieden und ganz die oben berührten Vortheile gewährend, ist das auf die Entdeckungen der neueren Zeit sich stützende Verfahren; die Anziehung der Stoffe durch eine stärkere Anziehung, welche ursprünglich allen Gegensatz zu begründen scheint aufzuheben. Diese stärkere Anziehung ist die in der Folge zu erläuternde electriche, welche gehörig angebracht, die der

Möglichkeit nach vorhandenen verschiedenen Stoffe einer Mischung, mit ihrer vollkommenen Heterogenität in gesonderten Raumbegrenzungen (z. B. in der Nähe der beiden gegenüber stehenden Pole einer galvanischen Säule) hervortreten läßt.

1) Man vergl. die nächstens erscheinende: Chemische Untersuchung der heissen Quellen zu Baaden bei Rastadt, von C. W. G. KASTNER, wo zuerst eine solche Anwendung der Electricität, neben den gewöhnlichen Methoden der Analyse versucht wird.

2) Diese letztere Methode gestattet indess nur bei anorganischen wässrig-liquiden Mischungen die gehörige Anwendbarkeit; organische Körper werden dadurch zu Entwicklungen chemischer Qualitäten gebracht, die ohne Electricität nie hervorgegangen seyn würden, und daher als Producte des Verfahrens anzusehen sind.

3) Die Zerlegung organischer Körper gründet sich mehr auf Zuziehung des Gleichartigen, als des Heterogenen; und kommt, als durch den in der Folge zu erläuternden Lösungsproceß eingeleitet, einer mechanischen Auseinandersetzung oder Theilung nahe.

§. 30.

Von der chemischen Zerlegung in Bestandtheile verschieden, ist die mechanische in Theilganze, die vor der Theilung nur der Möglichkeit nach existirten, durch die Theilung selbst erst wurden, und sich von dem zuvor noch ungetheilten Körper, nach geschehener Son-

derung nur durch den veränderten Umfang unterscheiden. So gut man sich einen mathematischen Raum so getheilt vorstellen kann, daß jeder lezterhaltene Theil, noch wieder in kleinere zerlegbar ist, (man vergl. damit LANGSDORFF's Raumatome §. 23. N. 1.) so läßt sich auch der physische Raum und das was ihn erfüllt als ins Unendliche zertrennbar denken; eine Trennung die wirklich ausgeführt Vernichtung der Materie zur Folge haben müßte. Die wirkliche Theilung führt hingegen nur auf Theilganze, ohne weder bei lezten Theilen (Atomen) noch bei der Vernichtung der Materie anzugelangen; die Theilungskräfte die uns zu Gebote stehen sind endlich, und die durch sie bewirkte Theilung trägt gleichen Character. Vergl. §. 22.

1) Beispiele weitgehender Theilung der Körper, gewähren das Mahlen, Zerreiben, Verdampfen, das Flüssigwerden (durch Schmelzung, Lösung und Auflösung), u. s. w. Hieher gehören als Beweise ausserordentlicher Theilung die Vergoldung, die Farbenbrühen, der Moschus, die ätherischen Oele, die Infusionsthier, das Gespinnst des Seidenwurms, die Spinnewebe etc.

2) Sofern die Theile eines Körpers nur der Möglichkeit nach in ihm vorhanden sind, ist es auch falsch zu sagen: der Körper besteht aus Theilen. Indefs giebt es doch Körper (z. B. die Krystalle) welche sichtbar aus mehr oder weniger für sich begränzten Theilen, die man Aggregativ-Theile nennt bestehen;

diese Körper sind aber als Zusammenhäufung mehrerer Körper, als ein Aggregat anzusehen, und nicht mit stetigen Körpermassen zu verwechseln. Das was eine solche Anlagerung begründet, ist das sich auf jeder Daseynsstufe eigenthümlich ausdrückende Bestreben, ein Ganzes darzustellen, welches z. B. im Krystall nach den einfachsten Gesetzen wach wird, und in den Organismen zur vervollkommneren Entwicklung gelangt (Vergl. §. 3.). Gerathen solche Aggregate mit natürlichen Thätigkeiten in Verhältniß, deren Wirkung Zernichtung jenes organisirenden Principes ist, so zerfallen sie wie es dann scheint von selbst; bei Krystallen und überhaupt bei anorganisch festen Körpern, nennt man dieses Aufheben der Verbindung der Aggregativtheile (gewöhnlich von qualitativen Veränderungen begleitet) die Verwitterung, bei organischen Körpern hingegen die (mit mehr oder minder vollendeter Zerstörung des organischen Bestandes verknüpfte) Auflösung oder Fäulniß.

§. 31.

Die allgemeinste Bedingung unter welcher alle gegenseitige materielle Einwirkung und Thätigkeitsbestimmung Statt findet, ist die Berührung; vergl. §. 3. Nr. 1. S. 15. Sie ist entweder unmittelbar gegeben oder durch Zwischenglieder vermittelt, setzt aber in beiden Fällen voraus, sofern sie von bestimmten Erfolgen (die sich sämmtlich im Allgemeinen auf Anziehungen oder Abstossungen reduciren lassen) begleitet ist, daß die gegenseitigen sich berühren-

den Materien, den vor der Berührung gegebenen Zustand der mehr oder weniger in sich gekehrten, auf sich selbst bezogenen Existenz, relativ aufgeben und aus sich selbst hervortretend, ihre Thätigkeiten über die eigenen Gränzen erstrecken. Auch ergiebt sich hieraus ferner, daß jedem Berührenden die Fähigkeit zuerkannt werden muß, von aussen kommenden Aufforderungen, innerlich in verschiedenen Graden der Stärke Folge leisten zu können (vergl. §. 3. N. 4. S. 20), und daß alle gegenseitige Einwirkung in gewissen (messbaren oder unmessbaren) Formen statt findet, daß also jedes Aufeinanderwirken zugleich ein mehr oder weniger starkes Ineinanderwirken ist. (Vergl. §. 10. u. s. f.)

§. 32.

Die Anziehung (*Attractio*) welche zwischen zwei oder mehreren Berührenden erfolgt, findet entweder zwischen gleichartigen Materien statt, und bezeichnet sich dann als Streben zur Bildung eines Ganzen (*Affinitas aggregatorum*), (welches sowohl im Entstehen als im Bestehen, eine stets wahre Thätigkeit zur Sicherung des Bestandes voraussetzt, die als Erfolg fortdauernder Anziehung den bestimmten Zusammenhang oder die Cohärenz des Körperganzen bewirkt), hieher gehören die in der

Folge näher zu untersuchenden Phänomene der Cohäsion und die Crystallisation; oder zwischen mehr oder weniger ungleichartigen Materien ohne merkliche Qualitätsänderung, wohin die Phänomene der Flächenanziehung oder Adhaesion, so wie diejenigen der Lösung (Solutio) zu zählen sind; oder zwischen ungleichartigen Materien mit merklicher Qualitätsänderung, hieher gehören die eigentlich chemischen Anziehungserscheinungen, die zusammen unter dem Ausdrücke der chemischen oder mischenden Verwandtschaft (Affinitas chemica mixtionis) begriffen und rücksichtlich ihres Erfolgs durch Einungsstreben bezeichnet werden; oder endlich zwischen einem bereits bestehenden Ganzen und mehr oder minder fremdartigen Materien, wo das Ganze jene fremdartigen Materien in sich aufnimmt, in seine Masse umwandelt, und dadurch sein Bestehen (für eine gewisse Zeit) sichert. Diese letztere Anziehung ist nur bei organischen Wesen gegeben, und bezeugt das Wesentliche des individuellen Assimilationsprocesses, der mit seinen begleitenden Phänomenen hieher gehört. Vergl. §. 3. N. 4. — Uebrigens je einfacher die sich anziehenden Materien sind, und je mehr Berührungspuncte sie darbieten; um so stärker fällt

die Anziehung aus; je zusammengesetzter, und je weniger Berührungspuncte, um so weniger.

1) Man könnte die Anziehung zwischen gleichartigen Materien als das gestaltende oder organisirende Princip der Natur bezeichnen, und dasselbe im Auge behaltend, von den einfachsten Formungen, von der Tropfenbildung bis zum Krystall, und von hier bis zum vollkommensten Organismus, die verschiedenen Momente der Thätigkeitsentwicklung jenes Principis nachweisen. Vergl. §. 3.

2) Die Lösung ist von der Auflösung (Dissolution) dadurch verschieden, daß sie nur diejenigen Phänomene in sich begreift, wo entweder feste mit flüssigen, oder liquide mit elastisch-flüssigen Materien sich so verbinden, daß das Ganze nach der Verbindung flüssig erscheint, ohne merkliche Qualitätsänderung erlitten zu haben; die Auflösung hingegen wirkliche chemische Mischung (neben der Lösung), die Ausgleichung des qualitativ Entgegengesetzten mittelst Durchdringung voraussetzt.

§. 33.

Die Phänomene der Abstossung zwischen zwei oder mehreren einzelnen Materien, sind entweder nur verminderte oder besonders modificirte Anziehungen. Z. B. Die in der Folge zu untersuchende magnetische und electriche Abstossung. Wohl aber bemerken wir abstossende oder auseinander treibende Kräfte in einzelnen Materien von innen heraus wirkend, und bezeichnen die hieher gehörenden Phänomene durch den

Ausdruck Elasticität, die entweder nur bei äusserem Zusammendrucke gegeben ist (und sich dann als Streben zur Wiederausdehnung zeigt) oder auch ohne denselben in steter Entwicklung begriffen (z. B. bei den Dämpfen und Luftarten) vorkommt.

§. 34.

Sofern die Wirksamkeit einer Kraft nur durch die von ihr hervorgebrachte Veränderung dargestellt werden kann, ist auch die Thätigkeit und Wirksamkeit der Naturkräfte nur insofern denkbar, als wie sie Veränderungen im Raume, oder Aenderungen des Verhältnisses eines Körpers zu einem gegebenen Raum, d. i. Bewegungen (Motus) erzeugt. Nur dort wird die Natur als Thätige erkannt, wo sie Bewegungen hervorbringt; denn wenn Veränderung eines Dinges nur durch Bewegung, Thätigkeit aber nur durch Veränderung vorstellbar ist, so folgt auch daß Thätigkeit nur durch Bewegung gedacht werden kann.

1) Den bestimmten Raum den ein Körper einnimmt, nennen wir seinen Ort, der bloß für sich und nur insofern als wie er diesem Körper nothwendig zukommen muß, gedacht zu dem Begriffe des absoluten Ortes führt. Jede Ortsveränderung (Bewegung) kann aber nur vorgestellt werden, indem man den Ort des Körpers vor der Veränderung, mit dem neu zu

erlangenden Orte in Beziehung setzt, und beide Orte unterscheidet; es kann also bei Bewegungen eines Körpers nur von seinem relativen Orte die Rede seyn, ja es ist überhaupt auch ohne die Bewegung zu Hülfe zu nehmen der Fall, indem keine deutlichen Vorstellungen über den Ort eines Körpers erhalten werden können, ohne zugleich auf einen andern Ort Rücksicht zu nehmen, oder ohne seine Lage zu bestimmen.

2) Beharrt ein Körper in seinem Orte, so gestehen wir ihm das die Bewegung verneinende, die Ruhe (Quies) zu. Auch über diese können wir uns nur durch Vergleichung mit einem andern Orte, in den der Körper nicht übergeht, deutliche Vorstellungen machen, mithin ist auch die Ruhe nur relativ. Absolute Ruhe würde gleich absoluter Vernichtung des Körpers seyn, denn jeder Körper besteht vermöge gewisser mehr oder minder bleibend gewordener Thätigkeiten (dieselben welche zu seinem Entstehen erforderlich waren), welche weggedacht oder aufgehoben zur absoluten Ruhe, d. i. zur Vernichtung desselben führen würden.

3) Jeder Körper der seine Lage gegen andere Körper ändert, scheint in Bewegung zu seyn; er ist es aber nur insofern wirklich (Motus verus), als wie er sein Verhältniß zu einem gegebenen Raume, seine Stelle ändert, welches bei Veränderung der Lage nicht immer Statt findet, und in diesem Falle (wo die Umgebungen des Körpers ihre Stelle und mithin ihre Lage gegen ihn ändern) nennen wir die Bewegung des Körpers eine scheinbare (Motus apparens); so wie wir auch bei der Ruhe, scheinbare und wirkliche Ruhe unterscheiden.

4) Jeder bewegte Körper kann sich entweder in dem Raume worin er sich bewegt, nur für sich selbst (*Motus proprius*) oder gemeinschaftlich (*Motus communis*) mit andern Körpern bewegen. Sehr häufig sind beide Bewegungen zugleich gegeben. Auch läßt sich denken, daß ein Körper in einem gegebenen Raume sich so bewege, daß alle seine möglichen Theile um eine in ihm denkbare gerade Linie (*Axe*) getrieben werden, und diese Art der Bewegung nennt man die wälzende (*Motus rotatorius*); rücken hingegen bei einem Körper nicht bloß dessen denkbare Theile, sondern er selbst nach irgend einer Gegend hin fort, so nennen wir diese Bewegung fortschreitend (*Motus progressivus*). Beide Bewegungen sind bei ein und demselben Körper zugleich möglich, und wie die Erfahrung lehrt oft wirklich.

5) Der Grund der bestimmten Bewegung eines Körpers ist theils in seiner Beweglichkeit (*Fähigkeit Bewegung zu empfangen, die Ruhe durch veränderte Beziehung nach Aussen mehr oder weniger aufzugeben, welches beides mit der §. 5. N. 4. S. 20 gedachten Fähigkeit: über die Gränzen hinaus thätig zu seyn, und von Aussen kommende Thätigkeit innerlich fortzusetzen zusammenfällt — *Mobilitas*) theils in den Bewegungskräften (*Vires motrices*), theils in den Lenkungskräften (*Vires directrices*) zu suchen.*

6) So wie wir Form von Materie unterscheiden und uns jede für sich denken können, so läßt sich auch ein Unterschied zwischen Bewegung und Lenkung (*Begründung bestimmter Richtung des Bewegten*) festsetzen, ohnerachtet beide in der Erscheinung (wie Form und Materie) stets zusammen fallen, und daher

auch in der Mechanik nicht unterschieden und nicht auf verschiedene Kräfte zurückgeführt werden.

7) Aus dem Grunde daß Thätigkeit nur durch Bewegung gedacht werden kann, erklärt es sich, weshalb die Mechanik diejenige Wissenschaft ist, welche zuerst allgemeine Gesetze, die auf alle nur denkbaren Kräfte in der Natur anwendbar sind, aufstellte. Hieher gehört z. B. das NEUTONSche Gesetz: *actioni contraria semper et aequalis est reactio* — es giebt keine Naturthätigkeit ohne etwas, welches ihr entgegenwirkt; wovon wir bereits bei Bestimmung der Grundkräfte (§. 20. u. s. f.) Gebrauch gemacht haben.

8) Jede Bewegung ist stetig (*continua*) d. h. ein bewegter Körper kann nicht von einem Orte zum andern gelangen, ohne alle zwischen beiden Orten in der Richtung des bewegten Körpers liegende Raumtheilchen zu durchlaufen. Nicht bloß bei der sogenannten fortschreitenden, sondern auch bei der wälzenden Bewegung ist dieses allgemeine Gesetz der Stetigkeit gültig; denn jedes denkbare Theilchen des wälzenden Körpers durchläuft eine ununterbrochene Reihe von Raumtheilchen oder Orten, oder beschreibt eine Bahn (*Weg, Via, Orbita* oder *Raum*). Sind die Theile der Bahn, welche ein bewegter Körper durchläuft, einander durchaus gleich (*gleichlang, gerade, gekrümmt u. s. f.*), so nennt man die Bewegung gleichförmig (*uniformis*), im entgegengesetzten Falle ungleichförmig (*variatus*). Jede fortschreitende aber in sich selbst zurückkehrende Bewegung, ist entweder *circulirend (circulans)* oder *oscillirend (Schwingungsbewegung, oscillatorius)*.

9) Verbinden wir die Vorstellung einer (von einem

bewegten Körper durchlaufenen) Bahn, mit der dabei aufgewendeten Zeit (oder vielmehr mit denen während der Bewegung verstrichenen Zeiteinheiten, vergl. §. 21. N. 7.), so erhalten wir den Begriff der Geschwindigkeit (Celeritas, Velocitas). Die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers bloß für sich betrachtet, führt zu dem Begriffe der absoluten Geschwindigkeit; bestimmen wir hingegen die Geschwindigkeit mit Rücksicht auf andere Geschwindigkeiten, so ist die bestimmte eine relative Geschwindigkeit. Die relativen Geschwindigkeiten verhalten sich bei gleichmässiger Bewegung (M. aequalis), d. i. wenn der Körper in gleichen Zeiten gleiche Räume (ungleichmässige, M. inaequalis, wenn er ungleiche Räume) durchläuft, bei gleichen Zeiten wie die Räume: bezeichnen wir die Zeiten mit T und t , die Räume mit S und s , und die Geschwindigkeiten durch C und c , und setzen wir daß $T = t$ sey, so wird $C : c = S : s$ seyn, bei gleichen Räumen umgekehrt wie die Zeiten; $S = s$; so wird $C : c = t : T = \frac{1}{T} : \frac{1}{t}$ seyn, bei ungleichen Zeiten und ungleichen Räumen; ist $C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$. Ferner ergibt sich hieraus, daß sich die durchlaufenen Räume verhalten, wie die Geschwindigkeiten multiplicirt mit den Zeiten; $S = CT$, und daher auch $S : s = CT : ct$; und ferner $T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$. Werden die Geschwindigkeiten nicht weiter bestimmt, so versteht man in der Mechanik gewöhnlich die Bahn, welche ein Körper innerhalb einer Secunde durchläuft. Die Ausdrücke geschwind und langsam, werden in

Beziehung auf bekannte zu vergleichende Geschwindigkeiten gewählt, und bei verschiedenen Körpern eben so verschieden bestimmt. Z. B. In Beziehung auf die Geschwindigkeit solcher Körper die auf der Erde fortbewegt werden, sagen wir von einer abgeschossenen Kanonenkugel, daß sie sich geschwind bewege, während wir in Beziehung auf die Bewegung des Lichtes mit gleichem Rechte ihr eine langsame Bewegung zugestehen könnten. Denn das Licht braucht um von der Sonne zur Erde zu gelangen ohngefähr 8 Minuten; die Kanonenkugel wenn sie mit derselben Geschwindigkeit fortgieng, mit der sie die Mündung der Kanone verläßt, würde fast 25 Jahre nöthig haben, um denselben Weg zurück zulegen.

10) Die Bewegung hört auf gleichmässig zu seyn, wenn sie durch eine andere Kraft vermehrt oder vermindert wird, und ist dann entweder eine beschleunigte (*acceleratus*) oder verzögerte (*retardatus*) Bewegung, welches beides wieder auf regelmässige oder unregelmässige Art geschehen kann.

11) Ist es nur eine, Kraft welche einen Körper in Bewegung setzt, so nennen wir diese Bewegung einfach (*simplex*); sind mehrere Kräfte dazu nöthig, so heisst sie zusammengesetzt (*compositus*). Die Richtung eines bewegten Körpers hängt von der Richtung derjenigen Kräfte ab, die ihn in Bewegung setzten, und in dieser Rücksicht ist eine Bewegung entweder geradlinigt (*rectilineus*) oder krummlinigt (*curvilineus*) vergl. §. 21. N. 6. die letztere kehrt entweder in sich selbst zurück; oder der bewegte Körper entfernt sich immer weiter (wie dieses bei der geradlinigten, wenn sie nicht gehemmt wird, unbedingt der Fall ist) von dem Ausgangspuncte.

12) Gröfse der Bewegung (*Quantitas motus*) ist eigentlich die Bewegung selbst, in wieweit sie einer Vermehrung oder Verminderung fähig ist, oder in wieweit wir sie durch Vergleichung mit einer anderen bekannten Bewegung zu bestimmen vermögen. Gewöhnlich versteht man aber unter Bewegungsgröfse die Kraft eines bewegten Körpers, welche dem Eindrucke gleich gerechnet werden kann, den der bewegte Körper auf einen anderen ruhenden, ihm in gerader Richtung aufstossenden Körper, machen würde, und setzt also Gröfse der Wirkung (*magnitudo effectus*) dem Ausdrücke: Moment oder Gröfse der Bewegung gleich. Die Bewegungsgröfse ist theils von der bewegten Masse des Körpers, theils von der Geschwindigkeit desselben abhängig. Bei gleichen Massen steht die Bewegungsgröfse im geraden Verhältnisse der Geschwindigkeiten; bei gleichen Geschwindigkeiten im Verhältnisse der Massen. Bezeichnen wir die Massen zweier bewegten Körper mit M, m ; ihre Geschwindigkeiten mit C, c , und ihre Bewegungsgrößen mit Q, q und ist $M = m$, so wird $Q : q = C : c$ seyn, und ist $C = c$, $Q : q = M : m$. Hieraus ergibt sich, dafs die Größen zweier Bewegungen sich verhalten, wie die Producte der Massen in die Geschwindigkeiten. Mit den beiden in der vorigen Formel gedachten Körpern, werde noch ein dritter verglichen; dessen Bewegungsgröfse wir mit b bezeichnen:

$$Q : b = M : m$$

$$b : q = C : c$$

$$Q : q = MC : mc$$

Zwei Körper von ungleicher Masse, bringen gleiche

Wirkung hervor, wenn sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt wie ihre Massen verhalten.

13) Jede Bewegungskraft die auf einen Körper wirkt, vertheilt sich durch dessen ganze Masse gleichförmig. Je grösser daher die Masse ist, um so kleiner wird die Wirkung der Kraft in jedem denkbaren Theile, mithin um so geringer die Geschwindigkeit des zu bewegenden Körpers seyn. Kennt man die Verhältnisse der bewegenden Kräfte und der Massen zweier Körper, so lassen sich die relativen Geschwindigkeiten derselben durch eine leichte Rechnung bestimmen, sie verhalten sich nämlich bei gleichen Kräften wie die Massen, bei gleichen Massen wie die Kräfte, und bei ungleichen Massen und Kräften, wie die Kräfte dividirt durch die Massen.

14) Zwei Bewegungen heben sich auf, wenn sie sich entgegenwirken, und wenn ihre Producte der Massen in die Geschwindigkeiten einander gleich sind. Beide bewegte Körper kommen dadurch zur Ruhe, oder der ruhende Körper wird durch zwei Kräfte der Art nicht zur Bewegung gebracht, sondern in Ruhe oder Stillstand (Stasis) oder uneigentlicher in Gleichgewicht erhalten; daher führt das Product einer Masse in ihre Geschwindigkeit auch die Benennung statisches Moment. Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs bei gleichen Massen und gleichen Geschwindigkeiten, oder auch bei ungleichen Massen und Geschwindigkeiten, wenn die Massen sich umgekehrt verhalten wie die Geschwindigkeiten, die statischen Momente zweier Bewegungen gleich sind. NEUTON drückte das obige Verhältnifs zweier Bewe-

gungen allgemeiner aus durch: *Pressiones aequales contrariae agentes sese mutuo destruunt*; gleiche Kräfte, die einander entgegenwirkten, heben einander auf.

§. 35.

Jeder ruhende Körper bleibt in seinem Zustande der Ruhe, und jeder bewegte behält seine Bewegung bei, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, so lange er nicht durch Kräfte von aussen genöthigt wird, diesen Zustand zu ändern. Es ist dieses das allem Körperlichen vorschwebende Gesetz der Trägheit (*vis inertiae*) oder besser der Beharrung (*Perseverantia*) dem zufolge ein bewegter Körper seine Bewegung beibehält, auch ohne dafs die Kraft, welche ihn in Bewegung versetzte, auf ihn einzuwirken fortfährt.

1) Jenes Gesetz auch so ausgedrückt: jede Kraft ist für sich so lange thätig, bis sie eine andere in ihrer Thätigkeit hemmt, läßt sich sowohl aus dem Satze des zureichenden Grundes *a priori*, als wie durch alle Naturerscheinungen *a posteriori* nachweisen.

2) Sofern aber Trägheit eines Körpers dessen Unvermögen, sich von selbst zur Veränderung seines Zustandes zu bestimmen bezeichnet, weder aus der Bewegung zur Ruhe, noch umgekehrt, noch von irgend einer Bewegung in eine andere, insofern ist sie keineswegs als positive Eigenschaft der Natur, und somit auch nicht als selbstständig sich entwickelnde Kraft anzusehen.

3) Der Trägheit zufolge muß die Bewegung eines Körpers beschleunigt werden (vergl. N. 10. d. v. §.), wenn die Kraft die ihn zur Bewegung veranlaßte, auf ihn einzuwirken stetig fortfährt. Bewegt sich ein Körper auf diese Weise, so werden sich die Räume (Bahnen) der Bewegung verhalten wie die Quadrate der (während der Bewegung verstrichenen) Zeiten; und mithin umgekehrt die Zeiten (der sich so bewegenden Körper oder) der Bewegungen wie die Quadratwurzeln der Räume. — Wir werden in der Folge Gelegenheit haben die beschleunigte Bewegung in den Phänomenen des Falles der Körper nachzuweisen, und versparen bis dahin (um Raum zu gewinnen) die weitere Erläuterung dieses Satzes.

4) Im letztgedachten Falle ist die beschleunigte Bewegung (sofern die bewegende Kraft stetig einzuwirken fortfährt) eine gleichförmig oder gleichbeschleunigte (*uniformiter acceleratus*); es läßt sich aber auch denken, daß die bewegende Kraft nicht in jedem Zeittheilchen gleiche Wirkung ausübe, und dann nennen wir die Bewegung eine ungleich beschleunigte (*inaequaliter acceleratus*); so wie wir auch ungleich- und gleichverzögerte oder verminderte Bewegung (*uniformiter et inaequaliter retardatus*) unterscheiden können.

IV. ABSCHNITT.

NÄHERE UNTERSUCHUNG DER BEWEGUNG UND IHRER
GESETZE.

§. 36.

Wäre es denkbar, daß eine Bewegung nach allen Richtungen zugleich gienge, so würde eine solche auf die Benennung absolute Bewegung (im Gegensatz der nach einzelnen Richtungen gehenden bedingten oder relativen) Anspruch machen können. Um daher über die absolute Bewegung zu bestimmten Vorstellungen zu gelangen, sind wir genöthigt, bei ihrer empirischen (im Endlichen gegebenen) Darstellung, ihr eine Bahn zuzuweisen, die während sie im Raume gegeben ist, die Bewegung dennoch als Unendliche erblicken läßt, und eine solche Bewegung würde diejenige seyn, welche auf einen gewissen Raum beschränkt, nach der Richtung einer Curve statt findend weder Anfang noch

Ende hat. Wirklich finden Bewegungen der Art in der Natur statt, welche von einem Punkte ausgehend wieder in denselben zurückkehren, um wieder von vorne anzufangen, und so sich ins Unendliche zu reproduciren. Wir nennen diese Bewegungen in ihrer Beziehung zur Natur organische, und diejenige der Weltkörper ist eine für uns anschaubare organische Bewegung, während die ähnliche Bewegung der einzelnen Organismen (welche den organischen Bestand derselben zur Folge hat) nur insofern sinnlich wahrgenommen wird, als wie sie mechanisch ist, d. h. als wie sie sich nur durch Einwirkung äusserer Kräfte (Potenzen) wieder reproducirt.

1) Die Art wie sich die einzelnen Glieder der Erde für uns sinnlich wahrnehmbar bewegen, ist von derjenigen der Erde selbst sehr verschieden; sie gehen von einem Punkte aus, um bei einem anderen Punkte, als wie der ist wo sie ausgiengen, wieder aufzuhören. Es sind mechanische Bewegungen, selbst wenn sie auch von Grundkräften bewirkt werden, und so in Rücksicht ihrer Entstehung auf die Benennung dynamische Bewegung Anspruch machen können. Den organischen Werth der Gesamtbewegungen des einzelnen Organismus erschliessen wir aus ihrem Leben und ihrer Selbstständigkeit, ohne ihn in den einzelnen Bewegungsverhältnissen durch Anschauung zu erkennen.

2) Jeder Organismus, als ein stets thätiges, productives Wesen, kann nur mittelst seiner Bewegungen

vorgestellt werden, mithin sind auch die Gesetze organischer Thätigkeit nur Bewegungsgesetze, und insofern scheint eine (in neueren Zeiten theils auf anderen Wegen häufig versuchte) Construction des Organismus a priori möglich. Wären wir z. B. im Stande, in folgender Formel für die Ellipse $y^2 = px - \frac{px^2}{a}$, mittelst der Erfahrung die beiden Grössen p und a anzugeben, so würden wir die Organisation a priori construiren können; während wir jetzt, wo wir von der innern Thätigkeit des Organismus nichts zur Anschauung erhalten, entweder zu nie sicherer Analogien die Zuflucht nehmen, oder die unbestimmten Grössen in jener Formel für immer unbestimmt lassen müssen.

3) In Rücksicht auf Organisation können wir auch innere und äussere Bewegung gestatten. Wenn z. B. der Sinnesnerv ohne merkbare äussere Veränderung zu einem ganz andern Daseynsverhältniss gelangt, als wie er zuvor besafs, so können wir dieses einer inneren Bewegung zuschreiben; jedoch ist dieser Unterschied immer mehr oder weniger bildlich, und man kann dann auch mit gleichem Rechte von der Bewegung des Geistes, z. B. vom Denken zum Wollen etc.; als von innerer Bewegung sprechen.

4) Eine unendliche Bewegung kann in der Anschauung nicht als geradlinig dargestellt werden; weil sie wie eine auf einen bestimmten Raum eingeschränkte gerade Linie, nothwendig Anfang und Ende haben mufs.

§. 37.

Jede krummlinigte Bewegung ist von zwei Richtung ertheilenden Kräften, und von der ursprünglichen Beweglichkeit des zu Bewegenden abhängig. Eine der Richtung ertheilenden Kräfte, treibt den beweglichen Punct nach der Richtung irgend einer geraden Linie, während ihm die andere eine Richtung giebt, welche einer auf jener senkrecht gehenden Linie mehr oder weniger entspricht. Die Centralbewegung ist eine solche krummlinigte Bewegung um einen Mittelpunct (Centrum) herum, wobei man sich vorstellen kann, daß der bewegte Körper durch zwei Kräfte gelenkt werde, wovon ihn die eine nach der Tangente der krummen Linie, die andere ununterbrochen nach dem Mittelpuncte treibt. Dieser Vorstellung gemäß nennt man die eine der lenkenden Kräfte Tangential- oder Centrifugalkraft, die andere Centripetal- oder Normalkraft, und denkt sich jede derselben als stetig wirkende (Central-) Kräfte.

1) Um die unendliche Bewegung als im Raume vorhanden darzustellen, müssen wir die sie begründenden Kräfte (die Centralkräfte und die Trägheit) als unendlich aber im bestimmten Raume wirkend annehmen, mithin die Centrifugalkraft so stark wie die Centripetalkraft setzen, zugleich aber auch als ausser einander oder abwechselnd nach einander wirkend vorstellen, wenn sich beide nicht aufheben sollen.

Die Bahn welche ein Körper durchläuft, wenn beide ausser einander liegende Centralkräfte so wirken, daß ihre Summe in dem einen Moment der Bewegung, gleich sey ihrer Summe in jedem anderen Momente, ist eine Ellipse. Denken wir uns nemlich beide Centralkräfte lägen (Fig. 1.) in D und E, und der sich bewegende Körper in F, so soll die Summe der Wirkungen beider Kräfte auf diesen Körper eben so groß seyn, als in jedem anderen Punkte der Bewegung, z. B. in G. Drücken wir nun die Stärke beider Kräfte durch die beiden Linien aus, die von D und F auf den sich bewegenden Körper gezogen werden, z. B. durch DF und EF, DG und EG; so muß die Summe zweier in einem Punkte sich vereinigenden Linien gleich seyn der Summe jeder zwei ähnlichen Linien, wenn die Summe der Kräfte in D und E überall gleich seyn soll; $DF + EF = DG + EG = DH + EH$. Ziehen wir nun sofort Linien aus D und E, wovon jedes Paar einem jeden (denkbaren) anderen Paare gleich ist, so liegen die Vereinigungspunkte aller dieser Linien in der Peripherie einer Ellipse, AFGHB, in deren Brennpunkte die beiden Centralkräfte liegen. Die Bahn für die im (beschränkten) Raume, im Endlichen sich darstellende Bewegung, ist dem Vorhergehenden zufolge also die Ellipse, und nicht der Cirkel, ohnerachtet beide unendliche, in sich selbst zurücklaufende Linien sind, deren Anfangspunct zugleich ihr Endpunct ist. Vergl. §. 37.

2) Man kann die elliptische Bewegung als die primitive, und die Kreisbewegung, die parabolische, die hyperbolische und geradlinigte (so wie die Wurf- und Pendelbewegung und die Bewegung frei fallender

Körper) als aus derselben entstandene (aus der Ellipse construierbar) betrachten. Denken wir uns einen Kegel nach allen möglichen Richtungen durchschnitten, so stellen uns die Umrisse der durch die Durchschnitte entstandenen Flächen, jene verschiedenen Linien dar, die man Kegelschnitte nennt (worum hier wiewohl gegen den Sprachgebrauch der Mathematik auch der Kreis und in gewisser Hinsicht auch die gerade Linie mit begriffen ist). Man kann sich also die Entstehung aller Kegelschnitte dadurch denken, daß man eine Fläche um einen fixen Punkt an der Seite eines Kegels nach allen möglichen Richtungen (d. i. in einem Kreise) sich bewegen und in jeder Richtung (in jedem Kreispunkte) den Kegel durchschneiden läßt. Hieraus erhellt, da die Bahn der bewegenden Fläche, und mithin alle Punkte, durch welche die verschiedenen Lagen der Kegeldurchschnitte bestimmt werden, stetig mit einander vereinigt sind, auch die Kegelschnitte selbst (sofern sie bloß von der Lage der Durchschnitflächen, mithin von der Lage der Punkte in der Peripherie der Kreislinie bestimmt werden) allmählig und in einer stetigen Reihe, und also nach einer gewissen Regel in einander übergehen. Die Verschiedenheit aller möglichen Kegelschnitte (nach der Art wie sie uns in der Mathematik demonstriert werden), welche auf erwähnte Weise entstehen, beruhet mithin nur auf der Verschiedenheit des Verhältnisses zwischen der Figur und einer beständigen Linie, dem Parameter (oder wenn die beständige Linie schon festgesetzt ist, nur auf der verschiedenen Größe der grossen Axe). Nehmen wir also die oben gegebene Formel für die Ellipse, als die Grundformel an; so müssen

die Formeln für alle übrigen Kegelschnitte bloß daraus entspringen, daß wir dem a (jener Grundformel) welches die Grösse der grossen Axe ausdrückt, alle möglichen Werthe beilegen. So entspringt nun aus der angeführten Grundformel folgende für den Cirkel, wenn wir $a = p$ setzen; denn in diesem Falle wird $y^2 = ax - \frac{ax^2}{a} = ax - x^2$; für die Parabel, wenn wir $a = \infty$ annehmen; denn hier ist $y^2 = px - \frac{px^2}{\infty} = px - 0 = px$; für die Hyperbel, wenn wir $a = \infty + m$; oder a (in unserer Construction gleichfalls jede beliebige Grösse bedeutend) an die Stelle von m setzen und also $a = \infty + a$ annehmen: denn nun ist $y^2 = px - \frac{px^2}{\infty + a}$, welche Gleichung der Gleichung für die Hyperbel gleich ist. Denn wenn $\frac{px^2}{\infty} = 0$, so ist $\frac{px^2}{\infty + a}$ eine negative Grösse, und zwar $= \frac{px^2}{-a}$, mithin ist hier $y^2 = px - \frac{px^2}{-a} = px + \frac{px^2}{a}$. Die Hyperbel ist also ein Kegelschnitt, in dem die grosse Axe grösser ist, als unendlich groß; für die gerade Linie endlich, wenn $a = \infty + \infty$ gesetzt wird; denn in diesem Falle ist $a = px$, mithin $y^2 = px - \frac{px^2}{px} = px - px = 0$. Auf ähnliche Weise wie wir hier alle möglichen Kegelschnitte, als Linien, dadurch construirt haben, daß wir dem a alle möglichen Werthe beilegten, eben so können wir auch, alle möglichen Kegelschnitte als Bahnen von Bewegungen, dadurch construiren, daß wir von den beiden Kräften, welche die Bahnen jener Bewegungen bestimmen, der einen

alle möglichen Grade beilegen, d. h. so wie wir die Kegelschnitte mathematisch construirt haben, eben so lassen sie sich auch dynamisch construiren. Nehmen wir an, eine absolute Attractivkraft und eine absolute Repulsivkraft wirkte aus zwei verschiedenen Punkten D und E der oben erwähnten Figur, auf einen (ausser der zwischen den beiden Punkten gezogenen geraden Linien liegenden) Körper z. B. in P, der sich vermöge seiner Trägheit nach einer unbestimmten Richtung bereits bewegt, und dem jene beiden Lenkkräfte eine bestimmte Richtung ertheilen. (Beide Kräfte als absolute, können von keiner dritten beschränkt werden, mithin kann auch ihre Summe nicht vermindert werden, sondern die eine muß, wenn das Verhältniß zwischen ihnen gestört wird, immer das gewinnen, was ihre entgegengesetzte verliert.) Drückt man nun die Stärke beider Kräfte durch die Linien aus, die man von den beiden Punkten D und E, auf denjenigen Punkt zieht, in welchem sich ihre Wirkung vereinigt, auf die Punkte A, F, G, I, H, wo der sich bewegende Körper in den verschiedenen Momenten seiner Bewegung sich befindet; so wird ein jedes Paar dieser Linien, z. B. $DE + EF$, einen jedem anderen Paare z. B. $DA + DB = DF + EF = DG + EG = DI + EI = DH + EH = EB + EA$ gleich seyn, und die Punkte, worin sich alle diese Paare vereinigen, werden in einer Ellipse liegen, woraus sich für die elliptische Bewegung folgendes Princip ergibt: Wirken beide oben genannten Kräfte auf einen sich bewegenden Körper so, daß die eine überall so viel zunimmt, um wieviel ihre entgegengesetzte abnimmt (doch so, daß keine von beiden absolut

(d. i. ins Unendliche) vermindert wird; so bewegt sich der Körper in einer Ellipse, in deren Brennpuncte [die Attractiv- und Repulsivkraft liegen. Ist nun aber die Ellipse endlich, so müssen die Linien DF und EF, folglich (da $DF + EF = DA + DB = AB = a$,) in der obigen Formel für die Ellipse (vergl. §. 37. N. 2.) a eine bestimmte Grösse haben, woraus sich nun für die übrigen Bewegungsarten, folgende Grundsätze ableiten lassen. 1) Für die Kreisbewegung: Wirken beide Grundkräfte so, daß sie in jedem Bewegungsmomente gleich bleiben; so wird $DF = FE = DG = EG$ u. s. f. und a wird $= p$; es entsteht eine Kreisbewegung. 2) Für die parabolische Bewegung: Die eine Kraft wirke unendlich; so wird eine von beiden Linien, DF oder EF, unendlich groß, und daher $a = \infty$; die Bewegung geschieht in einer Parabel. 3) Für die hyperbolische Bewegung: Die eine Kraft wachse ins Unendliche, während die andere ins Unendliche abnimmt; so wird die eine von beiden Linien, DF oder EF, nicht nur unendlich groß, sondern sie erhält noch einen Zusatz über das Unendliche: und daher ist nicht nur $a = \infty$ (wie bei der Parabel) sondern $a = \infty + a$; die Bewegung ist hyperbolisch. 4) Für die geradlinigte Bewegung: Die eine Kraft sey unendlich groß, die andere unendlich klein; so erhält die eine der Linien DF oder EF nicht nur einen Zusatz zu ihrer unendlichen Grösse, sondern dieser Zusatz wird dann selbst unendlich groß, und in diesem Falle wird nicht nur $a = \infty + a$, sondern $a = \infty + \infty$, und die Bahn der Bewegung geradlinigt. — Dem letzten Grundsätze gemäß ist jede geradlinigte (freie) Bewegung, eine

in Richtung und Energie ununterbrochene, anhaltende; jede Bewegung von welcher man dieses nicht behaupten kann ist krummlinigt (die man gewöhnlich der Anschaulichkeit und Begreifbarkeit wegen als gebrochene construirt, welcher Construction LANGSDORFF durch seine Raumatome zu Hülfe zu kommen suchte) woraus der Satz folgt, daß es in der Natur keine geradlinigte freie Bewegung giebt. Vergl. Versuch über die organische Natur etc. S. 447 etc. Beiträge zur Prüfung des letzten Satzes, werden uns die in der Folge vorkommenden Untersuchungen der Krystallisation und des Magnetismus gewähren.

5) Die gerade Linie, welche man vom Mittelpuncte nach jedem denkbaren Puncte der krummen Bahn einer Centralbewegung ziehen, und als um den festen Mittelpunct sich herumbewegend denken kann (Radius Vector) ist stets der Halbmesser oder die Normallinie. Nur bei der Kreisbahn ist der Radius Vector sich stets gleich, bei anderen krummen Linien muß er bald kürzer bald länger gedacht werden; übrigens beschreibt er bei krummlinigten Bewegungen in gleichen Zeiten immer gleiche Flächenräume, woraus sich ergibt, daß bei der Kreisbewegung die respectiven Theile der Bahn, deren Zeiten sich gleichen, sich selbst gleich sind, oder daß die Bewegung mit gleicher Geschwindigkeit von Statten geht; bei jeder anderen krummlinigten Bahn hingegen, nimmt die Grösse der Bestandtheile (mithin auch die Geschwindigkeit) in dem Maasse zu, wie sie dem Bewegungs-Mittelpuncte näher liegen, und umgekehrt ab, je weiter sie davon entfernt sind. Die Geschwindigkeiten verhalten sich also umgekehrt, wie

die Entfernungen vom Mittelpuncte. Ein Gesetz welches der unsterbliche KEPLER bei der Entdeckung der elliptischen Bahnen der Planeten sich bestätigen sah, indem bei jeder elliptischen Bahn, die Anziehung des in ihr bewegten Körpers zum Mittelpunct der Bewegung, sich umgekehrt verhält wie das Quadrat der Entfernung; oder dafs wenn jene Anziehung im benannten Verhältnisse steht, die Bahn eine Ellipse bilden muß. Bei der Untersuchung der Bahnen der Weltkörper werden wir Gebrauch von diesem Gesetze machen.

4) Dem obigen Gesetze für die Centralbewegung, fügen wir noch folgende bei, die meistens aus VAN SWINDEN's Positiones physicae genommen, von E. G. FISCHER (vergl. GREN's Naturlehre 5te Aufl. S. 51 etc.) sowohl im Ausdrücke als in den Beweisen neuerlichst bedeutend verbessert sind. 1) Die Umlaufzeiten jeder zwei kreisförmigen Centralbewegungen verhalten sich wie die Halbmesser, dividirt durch die Geschwindigkeiten. 2) Unter eben den Voraussetzungen, verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Halbmesser, dividirt durch die Umlaufzeiten; und die Halbmesser verhalten sich, wie die Geschwindigkeiten multiplicirt mit den Umlaufzeiten. 3) Die Centrakraft eines Körpers bei der Bewegung im Kreise, ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Durchmesser des Kreises. 4) Wenn zwei Körper in Kreisen von verschiedenen Durchmessern gleiche Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Cen-

tralkräfte, wie die Halbmesser der Kreise. 5) Wenn sich zwei Körper mit ungleichen Geschwindigkeiten in gleichen Kreisen bewegen, so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. 6) Wenn zwei Körper in ungleichen Kreisen mit gleicher Geschwindigkeit bewegt werden (also nicht gleiche Umlaufzeiten haben), so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte umgekehrt wie die Halbmesser der Kreise. 7) Wenn sich zwei Körper in ungleichen Kreisen bewegen, und ungleiche Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Centralkräfte wie die Halbmesser dividirt durch die Quadrate der Umlaufzeiten. 8) Wenn sich die Quadrate der Umlaufzeiten wie die Würfel der Halbmesser verhalten, so verhalten sich die Centralkräfte, verkehrt wie Quadrate der Halbmesser. Vergl. a. a. O.

5) Mit Hülfe der Schwungmaschine kann man die Wirkung der Centrifugalkraft (vergl. §. 37.) deutlicher machen. Die central (d. i. in einem Durchmesser) durchbohrten Kugeln, werden auf eine glatte stählerne Stange geschoben, die horizontal über einem Durchmesser des horizontallaufenden Schwungrades liegt. Wird die Kugel genau in den Mittelpunkt des Schwungrades gelegt, so bleibt sie auch beim heftigsten Umdrehen ruhig; ausser dem Mittelpunkte hingegen gelegt, wird sie (unter übrigens gleichen Umständen) der Beharrung (Trägheit) zufolge eine beschleunigte Bewegung erhalten, welche

sie endlich mit einer grösseren Geschwindigkeit fortzutreiben strebt, als wie die Geschwindigkeit des gedachten Rades selbst ist, wo sie dann auf dem (ihrem freien Laufe zum Hindernisse dienenden) Stabe, nach dem Umfange des Rades hingeleiten und sich in der Richtung der Centrifugalkraft bewegen wird. Indels erläutert dieser Versuch doch mehr die Wirkung bewegter Körper bei gleichen oder ungleichen Massen, und bei gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit, als die Centralbewegung selbst. Um zu den obigen Gesetzen der Kreisbewegung zu gelangen, muß man in den Stand gesetzt seyn, zwei oder mehrere von ein und derselben Centralkraft hervorgebrachte Kreisbewegungen vergleichen zu können. Läßt man z. B. zwei an Fäden befestigte Körper, in kleinen Kreisen von verschiedenen Durchmessern schwingen, so sind die Umlaufzeiten gleich, woraus das unten (vergl. N. 4.) ausgesprochene Gesetz folgt. — Auch die §. 54. in Beziehung des Lehrsatzes, daß die Bewegungsgrößen sich verhalten wie die Producte der Massen in die Geschwindigkeiten, aufgestellten Gesetze, lassen sich mittelst der Schwungmaschine anschaulich machen, wenn man je zwei central durchborte auf die Stange geschobene Kugeln, an Häkchen durch einen horizontal liegenden Faden verbindet, und nun das Schwungrad in Bewegung setzt, und zwar a) bei zwei Kugeln von gleicher Masse und gleicher Entfernung vom Mittelpunkte, die bei der Umdrehung gleiche Geschwindigkeiten erlangen, und endlich wenn die Bewegungsgrößen mit der Haltbarkeit des Fadens ausser Verhältniß kommen, auseinander getrieben werden; b) bei Kugeln von ungleicher Masse und ungleicher Entfernung,

erhält die entferntere eine grössere Geschwindigkeit, beide fahren auseinander, und die langsamer laufende wird dabei von der anderen nach aussen gehenden um etwas mit fortgerissen; c) bei ungleicher Masse und gleicher Entfernung, fährt die grössere nach aussen, die kleinere nach sich reissend; d) bei ungleicher Masse, und einer Entfernung der zufolge die kleinere um soviel entfernter vom Mittelpuncte steht, als wie nöthig ist, um das durch grössere Geschwindigkeit zu ersetzen, was die (nähere) grössere an Masse gewonnen hat, werden beide Kugeln einander hemmen, und endlich nach überwundenem Zusammenhalt des Fadens, auseinander fahren; e) wird in dem letzteren Falle die kleinere Kugel noch mehr entfernt gestellt, so wird ihre Bewegungsgrösse stärker als wie die der grösseren, sie fährt nach aussen die grössere nach sich ziehend. (Vergl. HILDEBRAND's dynam. Naturl. S. 60 u. s. f.)

6) Den Raum durch welchen sich die in Bewegung gesetzten Körper fortbewegen, nennt man auch das Mittel (Medium). Hindert dasselbe die Bewegung auf einerlei Weise, so heisst es ein freies oder leeres Mittel (Medium liberum, vacuum); im entgegengesetzten Falle, ein Widerstand leistendes Mittel (Medium resistens).

§. 38.

Jedes Mittel (Medium) leistet dem in ihm bewegten Körper Widerstand (Resistentia), der entweder blofs durch die Raum erfüllende Kraft (Widerstand des Mittels schlechthin genannt) des Mittels, oder zugleich durch andere

auf dasselbe einwirkende Kräfte (z. B. durch die Schwere als Anziehung zum Mittelpuncte der Erde) bewirkt wird. Im ersteren Falle betrachtet man das Medium als ruhend, im anderen als bewegt.

§. 39.

Alles Widerstand leistende, hindert entweder blofs die Bewegung bewegter Körper, oder hebt sie völlig auf. Beides kann sowohl durch ruhende als durch bewegte Mittel geschehen, und für den letzteren Fall ist entweder die Widerstand leistende Bewegung gerade entgegengesetzt, und bei gehöriger Grösse dadurch die Bewegung des entgegenkommenden Körpers aufgehobend, oder schief entgegen wirkend, mit der Richtung des anderen Körpers einen Winkel bildend. Sind beide entgegengesetzten Bewegungen in Rücksicht der Grössen gleich, so werden beide gegenseitig aufgehoben, ihre Bewegung wird = 0, und beide kommen zur Ruhe. Denn jede den Widerstand überwindende Kraft, verliert so viel von ihrer Grösse, als wie die Grösse des Widerstandes beträgt. Bei verschiedener Bewegungsgrösse der sich gegen einander bewegenden Körper hingegen, wird der Körper mit kleineren Momenten, sich nach der Richtung des anderen mit einer Kraft fortbewegen, die dem anderen als bewegende Kraft, nach Abzug der Grösse des

Widerstandes, welchen er durch gleichen Kraftaufwand überwinden mußte, noch übrig bleibt.

1) Jede Verminderung einer Kraft durch ihre Wirkung auf einen Körper, nennen wir (das Verhältniß beider dadurch bezeichnend) Gegenwirkung (Reactio) des Körpers, und der Satz Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich, heißt soviel als die Kraft verliert so viel von ihrer Stärke, als auf ihre Wirkung verwendet wurde. Verschiedene Phänomene, z. B. daß eine an ihrem Faden hängende Spinne unverletzt bleibt, von einem Schlag der ein grösseres Thier (z. B. eine Maus) tödtet, oder eine Pflaumfeder durch einen Schlag von bestimmter Stärke nicht so weit getrieben werden kann, als wie eine Bleikugel, haben falsch verstanden zu der unrichtigen Folgerung geführt, daß man nur so viel auf einen Körper wirken könne, als wie er Widerstand zu leisten vermag.

2) Als Beispiel einer gerade entgegenwirkenden und dadurch Widerstand leistenden Kraft, kann die (in der Folge näher zu untersuchende) Schwere bei allen von der Erde fort bewegten Körpern angeführt werden.

§. 40.

Setzt sich einem bewegten Körper, sogleich beim Anfange seiner Bewegung ein anderer (Widerstandleistender) Körper entgegen, so entsteht Druck (Pressio), und zwar gegenseitiger Druck, wenn beide Körper durch bewegende Kräfte gegen einander getrieben werden, oder

einseitiger Druck, wenn der eine von diesen Körpern sich ruhend verhält; in dem letzteren Falle unterscheiden wir den drückenden Körper (premens) von dem gedrückten (pressum).

1) Der Druck ist entweder stetig (continuirlich, continua) oder unterbrochen (discontinuirlich, mutabilis, interrupta). Zu der ersteren Art gehört das Pressen, wo der Druck bei unveränderten Berührungspuncten bleibend ist und das Strecken zwischen Walzen, Drathziehen u. s. w., wo der Druck zwar bleibend ist, aber die Berührungspuncte stets wechseln; zur letzteren Art das Hämmern etc. Bei festen Körpern wird der gedruckte Körper entweder in Rücksicht seiner Masse verändert (z. B. verdichtet) oder zerrissen, und so dem drückenden Körper aus dem Wege geschafft; oder unzerrissen fortgetrieben; bei flüssigen Körpern wird entweder der gedruckte Körper fortgetrieben z. B. bei eingeschlossenen Flüssigkeiten mittelst eines Stempels, oder durch Trennung zum Ausweichen gebracht. Die nähere Untersuchung dieser verschiedenen Arten des Drucks, so wie die des Gegendrucks in der Folge.

2) Der Druck wird entweder durch die Macht des Zusammenhanges (Cohärenz), und durch die Unverschiebbarkeit der Aggregativtheile, oder durch das in dem gedrückten Körper mehr oder weniger mögliche Streben zur Wiederausdehnung (Elasticität §. 33.), welches bei zunehmendem Drucke wächst gehemmt. Bei jedem gehemmtten Drucke, wirkt dennoch die Druckkraft stetig fort, und bezeugt dieses dadurch, daß sie bei nachgelassenem Widerstande Bewegungen veranlaßt. Ist hingegen die stetige Druckkraft gegen

einen ruhenden nicht ausweichenden Körper (z. B. gegen eine unverschiebbare Unterlage) gerichtet, so erfolgt keine Bewegung und der Widerstand des ruhenden Körpers ist dann stets der Druckkraft gleich.

3) Verschiedene Beschaffenheit und verschiedene Grade von Elasticität bewirken auch Verschiedenheit des Widerstandes der Mittel. — Jeder bewegte Körper, der das Mittel vor sich hin oder aus einander treibt, verliert in jedem Theile seiner Bahn so viel von seiner Bewegungsgrösse, als die Masse des zu bewegenden Mittels mit der Geschwindigkeit ausmacht, welche der des Körpers gleich ist; denkt man sich diese Verminderung eine Zeit hindurch fortschreitend, so erhellt, daß endlich nur noch ein so kleines Moment übrig bleibt, welches durch etwas neu hinzugekommenen Widerstand ganz aufgehoben, und so die Bewegung des Körpers vollkommen gehemmt wird.

4) Es läßt sich denken, daß der continuirliche Druck nach mehreren Richtungen zugleich aber so gegeben sey, daß diese Richtungen sich stets ändern; man nennt diese Art des Druckes Reibung oder Friction (Frictio), und der Nachtheile ohnerachtet, die sie bei verschiedenen Maschinen mit sich führt, zieht man von ihr sowohl im gemeinen Leben, als auch bei mehreren Maschinen bedeutende Vortheile. Eigentliche Reibung findet nur bei rauhen Flächen fester Körper statt, gewöhnlich werden aber auch die in der Folge zu untersuchenden Phänomene der Flächenanziehung hieher gerechnet. In dem Maasse wie Rauhigkeit und der gegenseitige Druck zunimmt, wächst auch die eigentliche Reibung, aber die durch Anziehung bewirkte nimmt

umgekehrt mit der Glätte der sich berührenden Flächen zu. Ausserdem ist die Grösse der Reibung von der Grösse der Flächen (z. B. der Fallschirm, Parachüte), von der Geschwindigkeit der bewegten Körper, von der Beschaffenheit der Materien (gleichartige Materie z. B. Stahl auf Stahl reiben sich stärker, als Stahl auf Messing) und davon abhängig, ob die Reibung gleitend oder wälzend statt findet; wo im ersteren Falle z. B. beim Abgleiten einer erhaben gekrümmten Fläche an einer gleichmässig vertieft gekrümmten etc., die Reibung sowohl die durch Rauhigkeit als durch die durch Anziehung bewirkte, stets stärker als im letzteren ist, weil sich hier weit weniger Berührungspuncte (bei der Kugel z. B. nur ein Punct) treffen. Mit Hülfe der Tribometer oder Reibungsmesser bestimmt man unvollkommen in wenigen Fällen die Grösse des durch Reibung bewirkten Widerstandes. DESAGULIERS und MUSSCHENBROEK haben dergleichen angegeben; dasjenige des letzteren besteht aus einer hölzernen Welle mit stählerner Axe, deren Enden oder Zapfen in Zapfenlager von verschiedenen Materien gelegt werden kann, und wo zu beiden Seiten des Umfangs der Welle Gewichte herab hängen. Versuche zeigen wieviel Uebergewicht nöthig ist, um die Welle nach einer Seite herumdrehen, d. i. die Reibung zu überwinden. Ist der Halbmesser der Welle 20 mal grösser, als der eines Zapfens, so ist die Reibung gleich zu schätzen, dem 20 fachen der Uebergewicht, die am Umfange der Welle hängt. Uebrigens vermindert man die Reibung durch möglichste Beseitigung der oben angeführten Umstände, die ihre Grösse vermehren. Die (nicht stark haftende) Schmiere

das Fett, oder weiche pulvrige Substanzen z. B. Reissblei (Plumbago), verhindern die unmittelbare Berührung und erhöhen zugleich die Verschiebbarkeit der Berührungspuncte. — Der Widerstand eines flüssigen Mittels verhält sich (bei vollkommen gleichen Umständen) wie das Quadrat der Geschwindigkeit des bewegten Körpers, vergl. §. 34. N. 12. (wenn nicht andere Kräfte, z. B. Elasticität der Luft gegen fallende oder andere zusammendrückende Körper, den Widerstand vermehren) indem der Widerstand der gleichen Massen sich wie diese Geschwindigkeit verhalten muß, und die Grösse der Masse des in Bewegung gesetzten Mittels, mit der Geschwindigkeit im geraden Verhältnisse steht. Uebrigens wird die Stärke des Widerstandes der Mittel, hauptsächlich durch das Maas ihrer Dichtigkeit und Flüssigkeit bestimmt. So z. B. ist der Widerstand der Luft gegen sehr dichte Körper verhältnißmässig nur geringe, hingegen gegen minder dichte oder gegen sehr leichte Körper oftmals bedeutend genug, um die Bewegung derselben (z. B. des Falls) beträchtlich zu hindern. Versuche mit der Luftpumpe werden uns in der Folge zeigen, daß wenn wir durch starke Verdünnung der Luft, ihren Widerstand auch gegen sehr dünne Körper schwächen, diese dann mit den dichteren z. B. Gold und eine Pflaumenfeder, von nicht sehr beträchtlichen Höhen in gleicher Zeit herabfallen. — Eine Münze und ein Stück Kork- oder Pantoffelholz auf einer feinen Waage gegenseitig ins Gleichgewicht gebracht, wird unter dem Recipienten der Luftpumpe, nach weggenommener Luft zur Störung des Gleichgewichts kommen, und die Schaafe mit dem Korkholze herabsinken, indem der durch

Luftverdünnung beseitigte Widerstand für das Korkholz viel, für das Metall sehr wenig ausmacht. — Vergl. J. J. PRECHT's Vers. zur Bestimmung des absoluten Widerstandes, den eine in der Luft auf die Richtung ihrer Bewegung senkrechte Fläche erleidet, in GILBERT's Annal. d. Phys. XXIII. 2. 131. u. s. f.

§. 41.

Wird ein in bestimmter Richtung bewegter Körper auf irgend eine Weise gehemmt, so nennen wir den dabei (vermöge seiner Masse und Geschwindigkeit) eintretenden Druck und die zugleich stattfindende Mittheilung der Bewegung Stofs (Percussio, Ictus). Wir unterscheiden dabei den eine gewisse Bewegungsgrösse besitzenden stossenden Körper (percutiens) von dem gestossenen (percussum), in welchen ein Theil jener Bewegungsgrösse übergeht. Vergl. §. 34. N. 13. Der Erfahrung gemäfs, sind die dabei vorkommenden Erscheinungen, unter übrigens gleichen Umständen nach der eigenthümlichen Beschaffenheit der Körper verschieden, und vorzüglich nach Maassgabe der Härte oder Unfähigkeit sich durch äussere Gewalt zusammen drücken zu lassen, der Weiche und der Elasticität, vergl. §. 33. Auch mufs die Richtung unter welcher der Stofs statt findet genau bemerkt werden, wenn über seinen Erfolg gehörig geurtheilt werden soll. In dieser Rücksicht

unterscheidet man den centralen Stofs (d. i. derjenige wo der Mittelpunkt der Masse des gestossenen Körpers genau in der Bahn liegt, worin der Mittelpunkt des stossenden fortwirkt), wo der gestossene Körper die Einwirkung der ganzen Bewegungsgrösse des stossenden erleidet, der zugleich als gerader Stofs betrachtet wird, wenn er gegen eine Ebene senkrecht (unter einem rechten Winkel) geht, hingegen schief ist, wenn er gegen die Ebene unter einem schiefen Winkel statt findet, von dem nicht in der Richtung des Mittelpuncts gegebenen Stosse, der einen Theil des gestossenen Körpers ausser der Richtung seines Mittelpunctes trifft, und eigentlich nur diesen Theil in Bewegung zu setzen strebt. Hängt dieser Theil stark genug mit den übrigen Theilen des Körpers zusammen, so zieht er diese mit sich fort; im entgegengesetzten Falle, wenn die Kraft des Zusammenhanges kleiner ist, als die zur Bewegung der übrigen Theile erforderliche, so zerreißt der gestossene Körper, und der bewegte Körper geht mit einer Kraft fort, die gleich der bewegenden Kraft weniger der Kraft des Zusammenhanges ist, während der übrige Antheil unbewegt liegen bleibt. Vergl. §. 30.

1) Die Grösse der zur Bewegung jener übrigen Theile erforderlicher Kraft, hängt zum Theil von der

Geschwindigkeit die sie bekommen sollen, theils von ihrer Masse ab; weshalb derselbe Körper oftmals bei einer grösseren Kraft zerreißt, während er bei der geringeren ungetheilt bleibt, und bei derselben einwirkenden Stosskraft kann ein Körper von geringer Dichtigkeit unverletzt bleiben, während er bei vermehrter Masse zertrennt wird. Positive Widerstände z. B. Friction, Schwere etc. haben übrigens auf die Zerreißung Einfluß, und müssen von dem stossenden Körper ebenfalls überwunden werden. — Jene Bewegung die ein Körper mittheilt, indem er an einen anderen haftet, welche diesen nöthigt dem ersteren auf seinen Wege zu folgen, nennt man zum Unterschiede vom Stosse: Zug.

2) Schliessen die Richtungen zweier Stoskräfte einen Winkel ein, so wird der gestossene Körper nach einer Richtung die innerhalb des Winkels fällt, und mit einer gewissen Geschwindigkeit, in einer gegebenen Zeit getrieben. Wenn man das Verhältniß jener Kräfte und ihrer Richtungen durch zwei gerade Linien ausdrückt, so kann man hieraus ein Parallelogramm verfertigen, welches das Parallelogramm der Kräfte genannt wird, dessen Diagonale die Richtung des gestossenen Körpers, seine (mittlere) Geschwindigkeit und das Verhältniß seiner Kraft zu den bewegenden Kräften und zu den stets grösseren Seitengeschwindigkeiten anzeigt. Sofern zwei Seiten eines Dreiecks stets zusammen grösser sind, als die dritte, insofern ist auch die mittlere Geschwindigkeit stets kleiner, als die Seitengeschwindigkeiten zusammen, und zwar um so kleiner, je stumpfer der Winkel ist, den die Richtungen beider Kräfte mit einander machen. — Wird ein Körper von drei oder

mehreren Stofskräften, die in verschiedener Richtung einwirken in Bewegung gesetzt, so wird die Bahn (bei dieser zusammengesetzten Bewegung §. 34. N. 11.) des Körpers leicht gefunden, wenn man vorerst die Diagonale zweier Kräfte bestimmt und als eine Kraft betrachtet, die mit der dritten auf ähnliche Weise vereint, zu einer neuen Diagonale führt u. s. f. endlich bei einem mittleren Wege angelangen läßt, der die gesuchte Bewegungsrichtung ist. Es seyn z. B. in Fig. 2. die Linien AB, AC und AD die Richtungen der einzelnen Stofskräfte, so wird zuerst aus der Zusammensetzung von AB mit AC, AE als mittlerer Weg hervorgehen; dieser Weg AE werde jetzt als einfach betrachtet mit AD verbunden, so wird die Diagonale AF des Parallelogramms ADFE der Weg seyn, den der gestossene Körper einschlägt.

3) So wie man bei gegebenen einfachen Richtungskräften, den Weg eines zu stossenden Körpers auf beschriebene Weise zu bestimmen vermag, so kann man auch bei einer gegebenen zusammen gesetzten Bewegung eines Körpers, die dazu erforderlichen einfachen Stofsrichtungen, nach derselben Construction des Parallelogramms ausmitteln, welches man die Zerlegung der Kräfte nennt.

4) Wirken beide Stofskräfte auf den Körper nach entgegengesetzter Richtung, so wird sich der Körper nach der Richtung der stärkeren Kraft hinbewegen, mit der Differenz der Geschwindigkeiten beider Kräfte. Ist die Differenz 0, so ruht der Körper. Vergl. §. 34. N. 14. — Beispiele zusammengesetzter Bewegung gewähren ein zwischen den Fingern fortgeschnellter Kirschkern, und ein Schiff das am Ufer gezogen

wird. Mit der Diagonalmaschine lassen sich Versuche darüber anstellen.

5) Diejenige Wissenschaft, welche die Bewegungskräfte der Körper im Allgemeinen zum Gegenstande hat, heißt die Dynamik. Werden die Kräfte betrachtet, insofern sie sich entweder das Gleichgewicht halten, oder sich in Bewegung setzen, so kann man wieder unterscheiden, ob es feste, tropfbarflüssige oder elastischflüssige sind, und die dahin gehörigen Zweige der angewandten Mathematik heißen im ersten Falle Statik und Mechanik; im zweiten Hydrostatik und Hydraulik und im dritten Aërostatik und Aërometrie.

§. 42.

Die Gesetze des Druckes (§. 40.) lassen sich auch auf den Stofs harter Körper anwenden, stossen nämlich zwei harte Körper mit gleichen Bewegungsgrößen auf einander, so kommen beide nach dem Zusammenstossen in Ruhe; und bei ungleichen Bewegungsgrößen gilt das bei dem Widerstande §. 39. aufgestellte Gesetz. Es wird nämlich die stärkere Bewegungsgrösse um so viel vermindert, als wie die schwächere (welche ganz aufgehoben wird) beträgt; sie wirkt nun noch mit dem Ueberschusse ihrer Kraft, den überwältigten Körper in ihrer anfänglichen Richtung forttreibend. Da dieser sich aber nicht bewegen kann, ohne Widerstand zu leisten, so vertheilt sich die noch übrige Stosskraft in die Massen beider Körper gleich-

(9²)

förmig, und beide bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit fort.

1) Wir können uns denken, daß der Stofs auf dreifache Weise zwischen den Körpern eintreten könne; nämlich a) zwischen einem ruhenden und einem bewegenden; b) zwischen zwei bewegenden von einerlei Richtung, aber von verschiedener Geschwindigkeit, und c) zwischen zwei bewegten Körpern von entgegengesetzter Richtung.

2) Bezeichnen wir die Masse der [stärkern Bewegungsgrösse durch M , die Geschwindigkeit durch C und setzen also diese Bewegungsgrösse $= MC$, die schwächere Bewegungsgrösse $= mc$; so wird die Bewegungsgrösse nach dem Zusammenstosse $= MC - mc$ seyn, und in dem sich dieselbe unter $M + m$ vertheilt, so bringt sie eine neue mit Z zu bezeichnende Geschwindigkeit hervor, welche $Z = \frac{MC - mc}{m + c}$ seyn muß, da $(M + m) Z = MC - mc$ ist. Ist der ruhende Körper vollkommen unbeweglich, so ist c nicht bloß $= 0$, sondern wir können dann auch m als unendlich groß ansehen, mithin $z = 0$ setzen. Ist der ruhende beweglich, so wird die nach dem Stosse von beiden Körpern erlangte (neue) gleiche Geschwindigkeit, gleich seyn der Bewegungsgrösse des stossenden Körpers, dividirt durch die Summe der (schweren) Massen; und es ist dann $Z = \frac{M \cdot C}{M + m}$. Bewegen sich beide mit verschiedener Geschwindigkeit nach einerlei Richtung, so wird beider Geschwindigkeit nach dem Stosse, gleich seyn der Summe der Bewegungsgrößen vor dem Stosse, dividirt durch die Summe der (Gewichte oder schwe-

ren) Massen; mithin ist $Z = \frac{M C + c m}{M + m}$. Bewegen

sich endlich beide Körper nach entgegengesetzter Richtung mit ungleichen Bewegungsgrössen, so gehen beide Körper nach der Richtung desjenigen fort, der die stärkere Bewegungsgrösse hatte; und beider Geschwindigkeit ist dann gleich der Differenz beider Bewegungsgrössen vor dem Stosse, dividirt durch die

Summe der (schweren) Massen $Z = \frac{M C - m c}{M + m}$. —

MARIOTTE, GRAVESANDE und NOLLET haben Percussions- oder Stofsmaschinen angegeben, die zur Erläuterung obiger Fälle durch Versuche dienen. Läßt man bei der MARIOTTESchen Maschine die Kugeln in Bogen fallen, so verhalten sich die Geschwindigkeiten an der untersten Stelle nur dann (fast wie die Bogen selbst, wenn diese sehr wenige Grade haben, bei grösseren Bogen hingegen, verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln aus den senkrechten Fallhöhen, und somit (geometrischen Gründen zufolge) wie die Sehnen der Bogen; daher müssen bei grösseren Bogen nicht die Bogen selbst, sondern die Quadratwurzeln der senkrechten Fallhöhen (oder der Quersinus) verglichen werden, und jene Maschine ist um so brauchbarer, je grösser sie ist, und je grösser die Halbmesser sind, womit die Bogen beschrieben werden, weil dann ein auch nur wenige Grade haltender Bogen doch (im Längemaas) eine beträchtliche Länge hat.

3) Bewegt sich ein fester Körper mit mässiger Geschwindigkeit in einem flüssigen oder weichen (d. i. weichenden) Körper, so wird der Letztere ihm nur ein Minimum vom Widerstand $= 0$ entgegenzu-

setzen vermögen. Dringt aber der festere schnell vor, so widersteht der vorhin weichende, und nur ein neues Uebermaas von Kraft, wird diese neu sich äussernde, aus und in dem Flüssigen gleichsam hervorgetretene relative und örtliche Unbeweglichkeit wieder aufzuheben vermögen. Je weicher der Körper ist, desto mehr wird von dem Momente des Stosses darauf verwendet, Ort, Lage und Gestalt des weichen Körpers zu verändern, und daher kann es wohl kommen, dafs das Weiche oder Flüssige durch den Stofs gar nicht fortbewegt wird; auch kann der weiche Körper bei grosser Geschwindigkeit oder bei grosser Masse, den harten Körper worauf er stöfst in Bewegung setzten, und mit dem Werthe eines uneindringbaren Starren (Festen) zurückwirken. Auf ähnliche Weise kann auch eine im stehenden ruhenden Flüssigen gebildete (oder vielmehr geballte) Welle, ein momentanes Entstehen ähnlicher Gebilde veranlassen, und dieses leitet zur dynamischen Construction der innerlichen oder inwendigen Bewegung, eines motus intestinus, gleich einem Pulsiren durch wechselweise von einzelnen Stellen aus vorhergehenden Contractionen und Expansionen des Flüssigen; ohne dafs man zu atomistischen Hypothesen von präexistirenden und bleibend discreten (runden) Körperchen seine Zuflucht zu nehmen braucht, um das Wesen des Flüssigen zu erkennen, wodurch es nicht erkannt, sondern vielmehr dem Flüssigen seine Flüssigkeit (Continuität) gleichsam ins Angesicht abgeleugnet wird.

§. 43.

Von dem Stosse blofs harter Körper verschieden, ist derjenige der elastischen oder

federharten Körper; bei dessen Untersuchung wir zweierlei Wirkungen unterscheiden können, nämlich die, welche der Stofs unmittelbar auf die Bewegung der Körper hat, und die Veränderung, welche durch die Rückwirkung der Elasticität in der Bewegung beider Körper zu Stande kommt. Es werden nämlich die elastischen sich beim Zusammenstossen berührenden Theile, nach Maassgabe der gegenseitigen Stofsgrösse zusammen gedrückt, und vermöge der Elasticität mit derselben Gewalt wieder in die vorige Lage zurück gebracht; und üben also wenn beide Körper elastisch sind, gegenseitig einen Rückstofs aus, der der Stärke des Zusammenstosses entspricht; ist hingegen nur der eine Körper elastisch, so wird der Rückstofs der Zusammendrückung dieses einen Körpers gleich seyn.

1) Die elastischen Körper erleiden beim Stosse zuvörderst eine ähnliche Veränderung wie die mehr oder weniger weichen Körper, aber gleich darauf wirkt ihre Elasticität, und ruft eine neue Veränderung, nicht nur rücksichtlich der zuvor abgeänderten Gestalt der Körper, sondern auch in Hinsicht auf ihre Bewegung hervor.

2) Für die einzelnen Fälle ergeben sich folgende Gesetze.

a) Stossen ein paar elastische Körper von gleicher Bewegungsgrösse auf einander, so kommen sie nicht wie bei den harten Körpern zur Ruhe, son-

dem jeder bekommt eben soviel Bewegung nach der Richtung, die der entgegengesetzt ist, welche er vor dem Stosse hatte; sie prallen beide mit derselben Geschwindigkeit von einander ab, mit der sie sich zuvor gegen einander bewegten.

b) Sind in dem vorigen Falle die Bewegungsgrößen ungleich, so ist auch ihr Verhalten nach dem Zusammenstossen verschieden, und bei ungleichen Geschwindigkeiten und gleichen Massen, verändern sie nach dem Stosse beim Appralen ihre Geschwindigkeiten. Gesetzt es sey $M = m$, beider Geschwindigkeiten aber vor dem Stosse ungleich, $c < C$; so ist die Wirkung von M auf m , $= \frac{1}{2}(C + c)$, denn sie besteht nicht blofs darin die Geschwindigkeit c zu vernichten, sondern auch die Geschwindigkeit $\frac{1}{2}(C - c)$ zu erzeugen. Jene Geschwindigkeit giebt mithin m (vermöge der Elasticität) an M zurück; M hatte aber ohne Wirkung der Elasticität schon die Geschwindigkeit $\frac{1}{2}(C - c)$, die der vorigen entgegengesetzt ist; eine von der anderen abgezogen bleibt die Geschwindigkeit c übrig, womit M nach dem Stosse zurückspringt, m aber wirkt im Stosse auf M so, daß es die Geschwindigkeit von M , die zuvor C war, so vermindert, daß sie nur $\frac{1}{2}$ Geschwindigkeit $= \frac{1}{2}(C + c)$ wird; und dies ist die Wirkung von m auf M . Eben so groß ist nun die Gegenwirkung von M auf m , sie erhält mithin ausser der Geschwindigkeit $\frac{1}{2}(C - c)$, die es ohne Wirkung der Elasticität hatte, noch die $\frac{1}{2}(C + c)$, seine Geschwindigkeit ist also zusammen $= C$.

c) Stößt ein elastischer Körper an einen anderen

gleich elastischen aber ruhenden Körper, so springt er mit seiner ganzen Geschwindigkeit zurück; war der ruhende Körper beweglich und von gleicher Masse, so bekommt er die ganze Geschwindigkeit des stossenden und dieser ruht; C wird in diesem Falle $= 0$ werden, und c zu dem Werthe von C erhoben. Ist hingegen der ruhende bewegliche Körper rücksichtlich der Masse mit dem stossenden ungleich, so ist die neue Geschwindigkeit des anstossenden zur vorigen wie die Differenz der Massen zu ihrer Summe, und die Geschwindigkeit des angestossenen, wie die doppelte Masse des anstossenden zu beiden Massen. Gesetzt m sey kleiner als M, ruhe und werde von m gestossen, so erhält die Bewegungsgrösse die M an m abgiebt, in m eine stärkere Geschwindigkeit, als sie in M hatte. Denn da der eine Factor, die Masse in m zu dem die Bewegungsgrösse von M übergeht kleiner ist, als der Factor des Körpers von welchem sie angelangte, so muß der andere Factor, die Geschwindigkeit um so grösser werden; daher bewegt sich eine kleinere von einer grösseren gestossene Masse, vor dieser um so schneller voraus, je grösser die Differenz beider Massen ist. Ein merkwürdiges hieher gehörendes Beispiel führt HUYGENS (in dessen opp. posth. in seinem Werke de motu corporum ex percussione) an. Von zwei elastischen Körpern, deren Massen sich wie 2:1 verhalten, ruhe der kleinere, und werde von dem grösseren mit einer Geschwindigkeit $= 1$ gestossen; so folgt aus dem obigen, daß der kleinere mit einer Geschwindigkeit von $\frac{4}{3}$ fortgehen wird. Berührte nun der kleinere wieder

einen anderen, der zu ihm dieselben Verhältnisse hätte, welche er selbst zum grösseren Körper hat, so würde dieser dritte bei obigem Stosse eine Geschwindigkeit $= (\frac{4}{3})^2 = 1\frac{1}{9}$ erhalten. Wenn mithin in einer Reihe aneinander liegender elastischer Körper, deren Massen in einer geometrischen Progression fortgehen, im gegenwärtigen Falle also sich wie $1 : 2 : 4 : 8 \dots$ vertheilten, der größte an den zunächst kleineren mit einer Geschwindigkeit $= 1$ anstiesse, so würde, wenn der Körper hundert wären, der kleinste und letzte mit einer Geschwindigkeit $= (\frac{4}{3})^{99}$ fortfliegen. Nach KAESTNERS Berechnung (Analyt. Mechanik. 2te Aufl. 1793 S. 527) fällt diese Zahl zwischen 2338400000000 und 2338500000000. Die erste Kugel brauchte nur mit einer Geschwindigkeit von einem Fusse in einer Secunde, gegen die zweite zu stossen, um die letzte mit einer Geschwindigkeit von mehreren Millionen Meilen in einer Secunde fortzuschellen, mithin würden diese den Weg von der Erde bis zur Sonne (wozu das Licht 8 Minuten braucht vergl. §. 34. N. 9.) innerhalb zwei Secunden fünfmal hin und her machen können. — Bei einer Reihe an einander liegender elastischer Körper, muß jeder zwischen liegende, als gestossen und stossend zugleich angesehen werden, welches sich an den elffenbeinernen Kugeln, die überhaupt zu Bestätigung dieser Gesetze durch Versuche dienen, sehr deutlich wahrnehmen läßt.

d) Bewegen sich zwei elastische Körper nach einerlei Richtung, aber mit verschiedener Geschwindigkeit, so daß der eine den anderen einholt, so werden beide jeder nach dem Zusammenstosse

einerlei Richtung behalten, aber mit verwechselten Geschwindigkeiten.

3) Da es in der Natur weder vollkommen elastische noch ganz unelastische Körper giebt, so lassen sich die Gesetze des Stosses, durch Versuche nie mit vollkommener Genauigkeit nachweisen. Gleiche Geschwindigkeiten giebt man hiebei den Körpern dadurch, daß man sie von gleicher Höhe fallen läßt; ungleiche dadurch, daß man die Fallhöhen ungleich macht. — Auch selbst die härtesten Körper sind noch immer mehr oder weniger elastisch, und ändern daher ihre Gestalt beim Stosse; es läßt sich dieses an Kugeln nachweisen, die man auf eine mit Oel sehr dünn bestrichene Marmorplatte fallen läßt. — Mehrere auffallende Erscheinungen im gemeinen Leben, werden durch die Kenntniß der Elasticität erläutert; z. B. der Nutzen eines elastischen Kissens unter einem Amboss; warum jemand, dessen Leib mit einem grossen Ambosse beschwert ist, wenig von den Hammerschlägen empfindet, die man auf dem Amboss thut; warum zwei Haare, woraufe in Pfeiffenstiel oder Stock liegt, nicht zerreißen, wenn der Stiel oder Stock mittelst eines heftigen Schlages zerbrochen wird; (jedoch ist die Elasticität im letzteren Falle nicht alleinige Ursache) etc.

§. 44.

Stößt ein elastischer Körper gegen eine feste unelastische Ebene, oder ein unelastischer Körper gegen eine elastische Ebene oder auch ein elastischer Körper gegen eine feste elastische Ebene, in senkrechter Richtung,

so wird er (wenn kein Hinderniß eintritt) nach derselben Richtung mit der Geschwindigkeit abprallen, mit welcher er aufstößt; stößt er hingegen unter einem schiefen Richtungswinkel (Angulus directionis) auf die Ebene, so springt er mit derselben Geschwindigkeit, und unter demselben Winkel wieder zurück, unter welchem er aufstiefs.

1) Nur im ersteren obigen Falle wirkt der stossende Körper mit seiner ganzen Bewegungsgrösse gegen die Ebene; beim schiefen Stosse hingegen, läßt sich die Bewegungsgrösse nach §. 41. N. 2. in die allein wirksame senkrechte und in die mit der gestossenen Ebene parallel laufende (dadurch) unwirksame Richtung zerlegen. So wie sich der Sinus totus zu dem Sinus des Richtungswinkels verhält, so verhält sich dann der ganze schiefe Stofs, zu jener allein wirksamen Richtung. Derselbe Fall wird gegeben seyn, wenn ein senkrechter Stofs (z. B. eine fallende elfenbeinerne Kugel) gegen eine krumme Fläche, z. B. auf eine parabolische, elliptische etc. gerichtet ist.

2) Gesetzt es stosse ein elastischer Körper A (Fig. 3) unter einem spitzigen Winkel BAF, auf eine unbewegliche ebene Fläche FE mit einer Geschwindigkeit = BA, so läßt sich diese in die senkrechte BF und in die parallele BN = FA, mit welcher der Körper seine Bewegung längs AE fortsetzen würde zerlegen. Bei dem Apprallen wird daher der Körper, während er die senkrechte Richtung zu verfolgen strebt, darin von der parallelen gehindert und so zu einer mittleren Richtung AC getrieben werden. Es

ergiebt sich aber leicht, daß das Dreieck $ANB = AKC$; mithin der Winkel CAE , unter welchem der Körper A von der Ebene abprallt (der Zurückprallungs- oder Reflexionswinkel (Angul. reflexionis) vollkommen gleich seyn muß, dem Winkel BAF (dem Einfallswinkel Angul. incidentiae) unter welchem er einfiel.

2) Das Perpendikel NA heißt das Einfallslot, auch werden wohl die Winkel ANB und ANC mit obigen Benennungen belegt. — Stößt der Körper A statt auf ebenen auf eine gekrümmte Fläche (wie die punctirte Linie andeutet), so muß man sich dort wo der Körper anschlägt, unter FE an dem Punkte B eine Berührungsebene denken, wo dann dasselbe Gesetz statt finden wird; $BAF = CAE$ oder auch $BAN = NAC$, wenn AN auf FE senkrecht geht.

§. 45.

Die bisherigen Untersuchungen über den Stofs elastischer Körper, haben mehr dazu gedient die Gesetze zu entwickeln, nach welchen sie durch mitgetheilte Bewegung ihren Ort verändern, als die Veränderung nachzuweisen, welche in ihnen durch die mitgetheilte Bewegung hervorgebracht werden, und die geprüft uns in den Stand setzen, dem Wesen der Elasticität selbst näher nachzuforschen. Wir unterscheiden nämlich vorzüglich zwei verschiedene Arten von Elasticität; *expansive* und *contractive*. Die erstere finden wir hauptsächlich bei den Dämpfen und Luftarten; die letztere bei dem tropfbar Flüssigen, bei den

Metallen und mehreren festen Körpern enswickelt, und eine Vereinigung beider bei mehr oder weniger festen organischen Substanzen. Die erstere bezeichnet sich durch ein Streben, den durch von aussen kommenden Druck verminderten Raum, nach Wegnahme des Drucks wiederum einzunehmen, und sich so weit wie irgend möglich durch Entwicklung von innen nach aussen, mit allem was ihm ein Aeusseres ist in Verbindung zu setzen, und den wirklichen Ausdruck dieses Strebens nennen wir Expansion; die letztere durch ein Betreiben, den durch äussere Gewalt vergrösserten Raum, nach Wegnahme dieser Gewalt wieder zu vermindern, und durch Anziehung von aussen nach innen, alles Aeussere (Umgebende) in sich hinein zu ziehen, welches zur wirklichen Darstellung gelangt das Phänomen der Cohäsion gewährt, wohin z. B. als erläuternder Beleg (die in der Folge näher zu untersuchende) Tropfenbildung gehört.

1) Wirkliche alle Selbstbegrenzung aufhebende Expansion finden wir in den veränderlich elastischen (Dämpfen) und bleibend elastischen (Luftarten oder Gase) Flüssigkeiten gegeben; und fragen wir, durch welches Phänomen sich unseren Sinnen die in actu gegebene Expansion am unmittelbarsten verkündet, so nennen wir die Wärme, so wie für die zu einem bestimmten Ziele angelangte Expansion das Licht (vergl. §. 3. N. 1.), worüber

wir weiterhin die nöthigen Experimentaluntersuchungen anstellen werden.

2) Wirkliche durch In-sich-hineinziehen bewirkte möglichst verminderte Selbstbegrenzung, die sich als Cohäsion darstellt, findet rein nur im Tropfbaren statt; das Feste schwanket zwischen beiden Verhältnissen, und gelangt wie die Folge zeigen wird dadurch zur Darstellung, daß sich der innern Anziehungsrichtung die im Flüssigen gegeben ist, eine oder mehrere andere, jener fremdartigen Anziehungsrichtungen hinein bilden.

3) Die contractile Elasticität der Metalle etc. zeigt sich nur deutlich wenn sie von aussen bewegt (z. B. erschüttert) werden. Das Federharz (elastische Harz, Cautschuc) und ähnliche Körper ziehen sich nach Wegnahme derjenigen Kräfte, welche (durch Zug) ihren Raum vergrösserten, wiederum in ihre vorige Gestalt zusammen, aber nicht möglichst mindeste Begrenzung erreichend, so wenig wie dieses bei der gleichermaassen ähnlichen Gallerte der Fall ist.

§. 46.

Jene Veränderung die in den elastischen Körpern während der mitgetheilten Bewegung vorgeht, besteht in einem (oft durch Gesicht und Gefühl unterscheidbaren) Hin- und Herbewegen, welches schnell abwechselnd von Expansionen und Contractionen begleitet ist, sich bis zum Ohre fortpflanzend, hier die Vorstellung des Schalles (Sonus) begründet, und das Schwin-

gen, Zittern oder Oscilliren (Vibratio, Oscillatio, vergl. §. 34. N. 8.) genannt wird.

1) Die Untersuchung der einzelnen Bedingungen zur Entstehung, Fortpflanzung, Veränderung und Aufhebung der Schalle, wird weiterhin abgehandelt werden; hier genügt uns einstweilen die Angabe der allgemeinsten Bedingung die der Elasticität, und die allgemeine Begriffsbestimmung der Schwingungsbewegung. Alle expansiv-elastischen Körper sind sowohl zur Erregung als auch zur Fortpflanzung des Schalles vorzüglich geschickt; die tropfbar-flüssigen höchst unvollkommen, die festen öfters in dem Maasse, daß sie den ersteren nichts nachgeben, nur geschieht bei ihnen z. B. die Fortleitung des Schalles in längeren Zeiträumen, mit geringerer Verbreitung nach aussen, und in Richtungen, die zum Theil von der Structur und von der Lagerung ihrer Aggregativtheile abhängen.

2) Man kann die schwingende Bewegung eines schallenden Körpers in gewisser Hinsicht mit den Pendelschwingungen vergleichen (vergl. §. 37. N. 5.), welche statt finden, wenn ein durch einen Faden (oder gerade Linie) am Fallen gehinderter schwerer Körper (oder Punct) in Bewegung gesetzt wird, nachdem derselbe am entgegengesetzten Ende des Fadens irgend wo befestigt worden. So wie das (wirkliche) Pendel durch Reibung und durch Widerstand des Mediums worin es schwingt, endlich zur Ruhe kommt, so hört auch die Bewegung schallender Körper aus ähnlichen Gründen nach und nach auf, nachdem sie zuvor durch weitere Verbreitung geschwächt und vermindert worden ist.

3) Sofern man nicht im Stande ist einen vollkommen unelastischen Körper nachzuweisen, kann man auch keinem Körper die Fähigkeit gänzlich absprechen, einen Schall zu erregen oder fortzupflanzen. Beide Verhältnisse sind aber nach der verschiedenen Beschaffenheit der Körper, und nach der damit verknüpften Fähigkeit den Schall geschwinder oder langsamer, regelmässig oder unregelmässig hervorzubringen und fortzuleiten sehr abweichend gegeben, woraus die Möglichkeit einer grossen Mannichfaltigkeit des Schalles hervorgeht. Die Ausdrücke: Geräusch, Murmeln, Zischen, Knarren, Knirschen, Pfeifen, Brausen, Knallen etc. sind mahlende Bezeichnungen verschiedener Arten des Schalles.

4) Jede Schallschwingung eines Körpers setzt voraus eine von einem anderen Körper mitgetheilte Bewegung, entweder durch Stoss, Schlag, Reibung etc. die sich dadurch characterisirt, das sie mit einer gewissen Energie und mit sich ändernden Richtungspuncten statt findet; blosser sanfter Druck ohne Aenderung der Richtung bringt auch in sehr elastischen Körpern keinen Schall hervor. Die Fortsetzung der Bewegung als schwingende wird durch die Elasticität des in Schwingung zu setzenden Körpers bewirkt; indem er vermöge der Elasticität, die ihm durch jene mitgetheilte Bewegung gewordene Raumsveränderung, selbstständig wieder herzustellen strebt.

5) Erfolgen die Schwingungen eines Körpers regelmässig oder gleichförmig (gleichartig), d. h. geschehen in gleichen Zeiten gleich viele (und auch mehr oder weniger gleich starke) Schwingungen; so nennen wir den angenehmen

Gesamteindruck (solcher in einem gewissen Zeitraum stattfindenden Schwingungen) auf unsere Gehörorgane Klang; und bestimmen wir bei einem Klange den Unterschied, der durch die grössere oder geringere Schnelligkeit der Schwingungen gegeben ist, so nennen wir ihn Ton. (Vergl. §. 3. N. 1.) Jedoch ist die Verschiedenheit der Klänge und Töne, nicht blofs in der langsameren oder schnelleren, auch nicht blofs in der stärkeren oder schwächeren Schwingung, sondern zugleich in der Art wie die Schwingungsbewegung entwickelt und fortgesetzt wird (welches von der verschiedenen Beschaffenheit der Körper selbst abhängt) zu suchen. Töne von zwei verschiedenen Instrumenten werden vom Ohre unterschieden, ohnerachtet beide gleiche Schwingungsanzahlen in gleichen Zeiten (gleiche Höhe oder Tiefe) und gleiche Stärke haben können.

6) In einem frei beweglichen aber ruhenden Medium pflanzt sich der starke oder schwache Schall vom schallenden Körper nach allen Seiten geradlinigt (Schallstralen) mit gleichmässiger Geschwindigkeit fort, wenn sich ihm sonst kein Hindernifs entgegenstellt. Ist man daher im Stande, die Entstehung des Schalls von weitem zu bemerken, so läfst sich aus der Zwischenzeit, zwischen dem Augenblicke der Entstehung eines Schalles und demjenigen wo er gehört wird, auf die Entfernung beider Orte (jedoch verschiedener Hindernisse wegen nicht ganz genau) schliessen.

7) Treffen die Schwingungen eines frei beweglichen Mediums auf einen gehörig dichten Körper, so wird dieser nicht blofs in ähnliche Schwingung gesetzt,

sondern sie gehen auch unter demselben Winkel, unter welchem sie auf ihn trafen, wiederum zurück. Vergl. §. 43 u. 44.

8) In der Folge vorkommende Versuche werden zeigen, daß die Bewegung und Fortpflanzung des Schalles in mehr oder weniger beschränkt beweglichen Medien, z. B. in festen Körpern von derjenigen in frei beweglichen Medien einigermaßen verschieden ist. Es lassen sich hier Hauptschwingungen oder Beben von untergeordneten Zitterungen der kleinsten Theile unterscheiden, und beide bilden vereint den Schall, der (unter oben berührten allgemeinen Bedingung des gehörigen Zeitverhältnisses) zum Klange wird, wenn alle Theile des schwingenden Körpers in allen (zu den Seiten, nach oben und nach unten gegebenen) Richtungen vereint wirken, und sich als Ton darstellt, wenn sich die kleineren Zitterungen den grösseren so unterordnen, daß der Gesamteindruck von uns (mit Hülfe des Gehörorgans) als ein solcher, d. i. als ein mehr oder weniger in sich beschlossenes Ganze aufgefaßt wird. (Vergl. §. 3. N. 1.)

9) Der ältern Vorstellung zufolge betrachtete man die Schwingungen als kreiselartig-wellenförmige Bewegungen, denen ähnlich die z. B. erzeugt werden, wenn man einen festen Körper ins Wasser wirft; eine hypothetische auf falsche Analogien sich stützende Voraussetzung, welche neuere Beobachtungen als nichtig erwiesen oder wenigstens stark berichtigt haben. Die Verbreitung des Schalles in Schwingungen, welche von einem Punkte nach allen Richtungen ausgehen, und nach jedesmaliger durch den Wider-

(10²)

stand der nächstliegenden Theile eintretenden Beschränkung (Zusammendrückung) sich ebenmässig fortsetzen, als die neuere Ansicht, stimmt mit jener älteren nur dem allgemeinsten Theile nach überein.