Handbuch der speciellen Methodik.
Herausgegeben von Rob. Niedergesäß.
VI. Theil.

Methodik
der
Naturlehre.

Von

Prof. Dr. Eugen Netoliczka,
kaiserl. Rath, em. Mitglied des steierm. k. k. Landesschulrathes.

Wien, 1883.
Verlag von A. Pichler's Witwe & Sohn,
Buchhandlung für pädagogische Literatur und Lehrmittel-Anstalt.
V. Margaretenplatz 2.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

I. Geschichte der Naturlehre.

Jeder Lehrer einer Wissenschaft greift nach den reifen Früchten, aber er soll es auch nicht unterlassen, sich darum zu kümmern, wie und wo sie gereift sind. Heutzutage ganz einfach erscheinende Ergebnisse haben nicht selten Jahrhunderte lang die hervorragendsten Männer ihrer Zeit beschäftigt, und wurden erst nach langen Irrwegen, nach Bekämpfung zahlreicher Zweifel mühevoll erreicht. Wir stehen nun da als die reichen Erben großer wissenschaftlicher Güter, umstrahlt von dem hellen Lichte eines freundlichen Tages, wir bewegen uns auf meist lichten, offenen Pfaden, welche uns in herrliche, fruchtbare Gegenden führen. In diesen Verhältnissen ist es nicht nur von hohem Interesse, sondern eine Art Pflicht, einen Blick zurückzuwerfen auf die mühseligen Wege, welche unsere Vorfahren wanderten und auf den Beginn dieser Wanderschaft, welche in dämmerndem Zwielicht unternommen wurde.

A. Die Physik des Alterthums.

(Bis zum 8. Jahrhundert n. Ch.)

„Unsere Wissenschaft," sagt Poggendorf in seiner Geschichte der Physik, „hat ein hohes Alter, denn ihre ersten ungewissen Anfänge verlieren sich im Dunkel der Urzeit. Von dort ist ihre Entwicklung im ganzen genommen dem allgemeinen Gange der Civilisation des Menschengeschlechtes gefolgt, so dass sich in ihren Schicksalen gleichsam die Culturstufen der verschiedenen Zeiten und Völker wiederspiegeln und ihre Zustände nicht mit Unrecht als Maßstab für diese zu betrachten sind."

Wiewohl es unzweifelhaft ist, dass die Ägypter, Chaldäer, Inder und Chinesen sich eifrig mit den Geheimnissen der Natur beschäftigten, und die drei erstgenannten in dieser Richtung gewiss die Lehrer der Griechen gewesen, so treten doch bestimmte Namen in der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Geschichte der physikalischen Wissenschaften erst bei den Griechen auf. Diese sind es demnach, die vorzüglich in diesem Zeitabschnitte in Betracht kommen, während die Römer nur mit geringem Erfolge ihren Fußtapfen folgten.

Die alten Griechen suchten die Natur auf dem Wege der Speculation zu ergründen. Sie stellten philosophische Systeme auf, denen sie alle Erscheinungen in der Natur, so gut es eben angieng, anzupassen bestrebt waren. Von diesem Fehler konnte sich selbst Aristoteles (geb. 384 v. Ch. zu Stagira in Makedonien, gest. 322 zu Chalkis) nicht frei machen, obwohl dieser große Denker bereits nicht selten das Experiment zurathe zog. Wir finden in diesem Manne das Gesammtwissen seiner Zeit vereinigt und seine Schriften bringen mitunter überraschende Ansichten über Naturerscheinungen. Allerdings ist er an manchen Stellen geradezu unverständlich.

Sein Werk, „Mechanische Probleme," welches sich mit den Principien der Mechanik befasst, ist die älteste Schrift dieser Art. In der eigentlichen Physik war es hauptsächlich die Mechanik und Optik, welche die Griechen mit Erfolg betrieben, und wir finden dass sie bei Verfertigung von Maschinen einen großen Scharfsinn entwickelten.

In dem angeführten Werke erscheint bereits der Satz von der Zusammensetzung der Kräfte, jedoch bloß für den Fall, dass diese Kräfte gegen einander rechtwinkelig wirken.

Die Bewegung betrachtet er als ein allen Körpern innewohnendes Princip und unterscheidet zwei Hauptarten, die Kreisbewegung, als die vollkommenste, welche den Himmelskörpern, und die geradlinige, welche den irdischen Körpern eigen sei. Ein Theil derselben hat das Bestreben, sich nach dem Mittelpunkte der Erde, die eine Kugel ist, hinzubewegen. Die Körper fallen desto schneller, je größer ihr Gewicht ist. Nach der Lehre des Aristoteles nahm man also an, dass ein Körper, der z. B. fünfmal mehr wiege, als ein anderer, auch fünfmal schneller falle, als dieser. Ebenso unrichtig war die Ansicht über die Ursache der gleichförmig beschleunigten Bewegung fallender Körper. Aristoteles nahm nämlich an, dass ein solcher Körper von der Luft, die ihm folgt, fortwährend in jedem Augenblicke einen neuen Antrieb zur Bewegung bekomme, und dass die Körper im luftleeren Raume mit gleichförmiger Geschwindigkeit fallen,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

während gegenwärtig jeder Schulknabe weiß, dass die Luft durch ihren Widerstand die Bewegung der Körper hemmt, und dass diese im luftleeren Raume erst recht mit beschleunigter Geschwindigkeit fallen.

Wir ersehen schon aus diesem einzigen Beispiele, mit welchen Schwierigkeiten selbst geniale Köpfe bei der Erklärung von Erscheinungen zu kämpfen hatten, welche heutzutage eine so leichte Lösung finden.

Es ist dagegen höchst auffallend, dass bereits Aristoteles die erste Andeutung zum Principe der virtuellen Geschwindigkeit macht, und zwar in seinen „physikalischen Lectionen." Er sagt, dass Kräfte oder bewegte Massen gleich viel wirken, wenn sie sich umgekehrt verhalten, wie ihre Geschwindigkeiten. Besitzen z. B. zwei Kugeln mit den Massen $M = 6$ und $m = 1$ die Geschwindigkeiten $C = 1$ und $c = 6$, so ertheilt jede einer dritten Kugel dieselbe Geschwindigkeit.

Am Hebel können große Lasten durch kleine Kräfte bewegt werden, weil ein größerer Halbmesser sich stärker bewegt, als ein kleinerer.

Die Schwere der Luft glaubte er durch folgendes Experiment nachgewiesen zu haben. Er fand nämlich, dass mit Luft aufgeblasene Lederschläuche ein größeres Gewicht hatten, als ausgedrückte. Dabei ward ihm aber nicht klar, weshalb dann jene im Wasser schwammen, und diese untersanken.

Es ist auffallend, dass Aristoteles, obwohl er der Luft ein Gewicht zuschrieb, vom Luftdrucke keine Idee hatte. Erscheinungen, die auf dem Luftdrucke beruhen, erklärte er durch den „Abscheu der Natur vor dem leeren Raume" (Horror vacui), welche Ansicht sich merkwürdiger Weise bis ins 17. Jahrhundert erhielt.

Die meisten Philosophen der Griechen behaupteten, dass das Sehen durch Strahlen bewirkt werde, welche vom Auge ausgehen, zum Gegenstande gelangen und dann die Empfindung von demselben nach dem Gesichtsorgan schicken. Dagegen stellten allerdings einige Philosophen die Ansicht auf, dass die Gegenstände durch etwas, was von ihnen ins Auge gelange, sichtbar werden. Pythagoras (geb. um 584 v. Ch. zu Samos) glaubte, dass von der Oberfläche der Gegenstände beständig Theilchen sich absondern und ins Auge gelangen. Eine ähnliche Ansicht entwickelte Empedokles

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(in der Mitte des 5. Jahrhundert v. Ch.). Diese beiden Philosophen erscheinen demnach als die ersten Verfechter der Emanationstheorie. Platon (geb. 429 v. Ch.) suchte eine Vermittlung beider Ansichten herbeizuführen, indem er annahm, dass ein Ausfluss vom Auge einem Ausfluss vom Gegenstande begegne.

Aristoteles bemerkte gegen diese Ansichten ganz treffend, warum das Auge in der Finsternis nicht sehe, wenn das Licht wie aus einer Laterne aus den Augen herausgehe. Nach Aristoteles erfolgt das Sehen durch die Bewegung eines feinen Mediums, das sich zwischen dem Auge und dem sichtbaren Gegenstande befindet, auf ähnliche Art, wie der Schall durch die Luft vermittelt, zum Ohre gelangt.

„Das Licht," sagt er, „ist weder ein Feuer, noch überhaupt ein Körper, noch auch ein Ausfluss eines Körpers (denn das würde wieder ein Körper sein), sondern es ist die Gegenwart von etwas, gleich dem Feuer in den Körpern, allein da es unmöglich, dass zwei Körper in derselben Stelle zugleich sein sollen, so ist auch das Licht kein Körper."

Er behauptet auch die wässerige Natur des Auges, und dass durch eine in diesem entstandene Bewegung das Sehen bewirkt werde. Aristoteles kann demnach als ein Vorläufer der Undulationstheorie betrachtet werden.. Auch war demselben die Strahlenbrechung nicht unbekannt. Er ist der erste, welcher den Ausdruck Brechung (ἀνάκλασις) gebraucht, indem er sagt: „Der Lichtstrahl wird durch Wasser, durch Luft und durch alle Körper, welche eine glatte Oberfläche haben, gebrochen."

Er suchte ferner bereits die Ursache des Regenbogens in einer Zurückwerfung der Sonnenstrahlen durch eine Regenwolke. Er nahm übrigens nur drei Farben an: Roth, Grün und Purpur, die er durch eine verschiedene Mischung von Weiß und Schwarz erklärte

Was die Reflexion betrifft, so ist die empirische Kenntnis dieser Erscheinung so alt, wie das Menschengeschlecht selbst. Auch sind künstliche Spiegel, besonders Metallspiegel schon lange vor Pythagoras bekannt gewesen.

Über die Entstehung des Schalles scheint Aristoteles für seine Zeit ziemlich richtige Begriffe gehabt zu haben, denn er betrachtet den Schall als Folge gewisser Bewegungen von Körpern und nahm an, dass diese Bewegungen der Luft mitgetheilt und bis zu unserem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gehörorgan fortgeleitet werden. Jedenfalls sehr merkwürdig sind seine Worte: „Die Luft wird dabei zusammengedrückt und wieder ausgedehnt."

Ebenso bemerkenswert bleibt seine Äußerung über das Echo. „Ein Echo," schreibt er, „entsteht, wenn die Luft wegen der Begrenzung des Raumes nicht weiter vorwärts kann und von den Wänden desselben, wie ein Ball zurückgeworfen wird."

Dass das Wasser auch ein Fortpflanzungsmittel sei, erwähnt er ausdrücklich. Ebenso kennt er bereits die Thatsache, dass der Schall bei Nacht ungleich stärker vernommen werde, als am Tage, dagegen glaubt er, dass sich tiefe Töne langsamer als hohe durch die Luft fortpflanzen. Er wusste auch, dass eine Pfeife oder Saite, um eine höhere Octav zu geben, die halbe Länge von der haben müsse, die den Grundton gibt. Dies hatte er indessen von Pythagoras, welchem man die Entdeckung zuschreibt, dass die musikalischen Tonverhältnisse sich durch Zahlverhältnisse darstellen lassen. Wie wir an verschiedenen Stellen lesen, soll Pythagoras auf einem Spaziergange durch den verschiedenen Klang der Hämmer, welche in der Werkstätte eines Schmiedes den Ambos trafen, aufmerksam gemacht, gefunden haben, dass diese Töne gerade eine Octave, eine Quint und eine Quart gaben. Bei Wägung der drei Hämmer soll er entdeckt haben, dass die Töne derselben ihren Gewichten proportional wären, und darauf geleitet worden sein, dass bei gleich langen und auch übrigens gleichen Saiten die Tonhöhen sich so verhalten, wie die angehängten Gewichte. Schon Chladni weist darauf hin, dass jene Erzählung sehr ungenau sei, indem jene drei Töne keineswegs durch Hämmer von den bezeichneten Gewichten hervorgebracht würden, zudem die Tonhöhe einer Saite nicht dem angehängten Gewichte, sondern der Quadratwurzel aus dem spannenden Gewichte proportional sei.

Für Wärme und Feuer nahm Aristoteles ein eigenes Element an, welches das unkörperlichste von allen sei, (er nahm nämlich vier Elemente, Erde, Wasser, Luft und Feuer an) und aus außerordentlich kleinen und beweglichen Theilen bestehe.

Von den übrigen Naturforschern des Alterthums verdient besonders Archimedes (geb. um 287 v. Ch. in Syracus) hervorgehoben zu werden. Dieser kann ohne Bedenken als der Gründer der Statik und Hydrostatik angesehen werden, denn ihm verdanken

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wir das Hebelgesetz und den sogenannten „Archimedischen Lehrsatz."

Jenes Gesetz erschien ihm bereits so wichtig, dass er sich äußerte: „Man könnte mittelst des Hebels die Erde aus ihrer Lage bringen, wenn man außerhalb derselben einen Stützpunkt hätte."

Den nach ihm benannten Satz bezüglich des Gewichtsverlustes eines festen Körpers in einer Flüssigkeit soll er beim Baden aufgefunden haben, als er darüber nachdachte, wie der in der goldenen Krone des Königs Hiero vermuthete Silbergehalt ohne Beschädigung derselben zu entdecken sei. Es hatte nämlich, so erzählt Vitruvius, der König Hiero von Syracus sich eine goldene Krone anfertigen lassen, die ihm von geringerem Golde zu sein schien, als bestellt war, und in Folge dessen dem Archimedes den Auftrag ertheilt, zu untersuchen, ob der Verdacht gegründet sei.

„Ich hab' es gefunden!" rief der sinnende Gelehrte begeistert aus, als er im Bade beobachtet hatte, daß sein Körper durch das Wasser gehoben ward, denn aus dem größeren oder geringeren Gewichtsverluste eines Körpers im Wasser schloss er mit Recht auf dessen größere oder geringere Dichte und konnte nun durch Wägung das verdächtige Gold mit unzweifelhaft echtem Metall vergleichen.

Auch fand er bereits, daß ein auf eine Flüssigkeit ausgeübter Druck sich in derselben nach allen Seiten verbreitet. Ferner bestimmte er die Dichte verschiedener Flüssigkeiten mittelst eines aus Blech verfertigten und mit einer Scala versehenen Gefäßes und kann demnach als Erfinder des Aräometers bezeichnet werden.

Außerdem erfand er die Wasserschnecke oder Archimedische Schraube, die Schraube ohne Ende, ergründete die Gesetze des Schwerpunktes, der Rolle, des Wellrades, erfand den Flaschenzug und verfertigte Wurfmaschinen von außerordentlicher Wirkung, welche zur Vertheidigung seiner Vaterstadt gegen die Römer verwendet wurden. Dass Archimedes durch Hohlspiegel die römische Flotte in Brand gesteckt habe, ist, wie sich aus der Gesammtheit der über diesen Gegenstand geführten gelehrten Verhandlungen ergibt, entweder eine reine Erfindung oder beruht auf einem Missverständnis.

Nächst Archimedes kommt besonders Heron von Alexandrien (geb. 210 v. Ch.) in Betracht. Von ihm haben der Heronsball und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Heronsbrunnen ihre Namen. Seine Hauptversuche betrafen jedoch die Spannkraft des Dampfes, und er setzte bereits eine hohle Metallkugel, in welcher Wasserdampf entwickelt wurde, durch Rückwirkung des aus einer seitwärts angebrachten Röhre ausströmenden Dampfes in drehende Bewegung.

Was die Elektricität betrifft, so wird erzählt, dass Thales von Milet, der Gründer der jonischen Philosophie, (600 Jahre v. Ch.) die erste elektrische Erscheinung beobachtete, nämlich dass Bernstein durch Reiben die Eigenschaft erlange, leichte Körperchen anzuziehen. Dieser Versuch setzte den griechischen Philosophen so sehr in Erstaunen, dass er den Bernstein für einen belebten Körper hielt Theophrast, welcher 300 Jahre nach Thales lebte, beschreibt mit dem größten Erstaunen diese Erscheinung, und erwähnt eine gleiche Eigenschaft von einem Edelsteine, worunter nach der Ansicht einiger der Turmalin, nach anderen der Hyacinth (Zirkon) zu verstehen ist. Theophrast erzählt von diesem Mineral, daß es nicht nur Strohhalme und kleine Holzsplitter, sondern auch kleine Eisen- und Kupfertheilchen anziehe, wenn man es nur gehörig gerieben hat Plinius, Strabo, Plutarch und andere alte Schriftsteller erwähnen der nämlichen Erscheinung.

Auf dieses geringe Maß beschränkt sich die ganze Kenntnis von der Elektricität, welche sich überhaupt bei den alten Griechen vorfindet.

Auch die Lehre vom Magnetismus blieb bei den Alten in der ersten Kindheit. Das Einzige, was sie wussten, war, daß der natürliche Magnet Eisen anziehe. Von der magnetischen Polarität hatten sie nur sehr schwankende Vorstellungen und die Magnetnadel blieb ihnen ganz unbekannt.

Sämmtliche physikalische Disciplinen wurden durch die alten Römer kaum weiter ausgebildet, da sie sich mehr mit der Zusammentragung des bereits Bekannten, als mit selbständigen Forschungen befassten.

Die Chemie ist hinsichtlich ihres Ursprunges sehr dunkel. Man weiß nicht einmal mit Gewissheit, woher der Name stammt und wann er aufgekommen. Am wahrscheinlichsten ist die Ansicht von Humboldt, dass das Wort Chemie von dem Namen Chemia stamme, womit nach Plutarch die Ägypter ihr Land seines dunklen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bodens wegen belegten, da in diesem Lande jene geheimnisvolle Wissenschaft zuerst mit Eifer betrieben wurde. Die Ägypter kannten nämlich die Gewinnung und Bearbeitung mehrerer Metalle, mehrerer Farben, die Darstellung des Glases, verwendeten chemische Präparate als Medicamente, wie z. B. Bleiweiß zu Salben, doch haben sie so wie die anderen alten Culturvölker die Erklärung der Erscheinungen fast ausschließlich durch Speculation zu erreichen gesucht. Die Lehre von den „vier Elementen" ist eines der ältesten Denkmäler der speculativen Natur des Menschen, welche unter der Ägide des Aristoteles die Köpfe beherrschte. Allerdings verstand der geniale Grieche unter dem Worte „Element" gewiss nicht jenen Begriff, welchen die jetzige Chemie damit verbindet. Das Wenige, was überhaupt auf diesem Gebiete die Forscher des Alterthums aufgebaut, riss die Flut der Völkerwanderung nieder. Erst in der ersten Hälfte des 8. Jahrhundertes tritt bei den Arabern ein Chemiker im eigentlichen Sinne des Wortes auf, nämlich Giafar, gewöhnlich Gebar genannt, welcher Lehrer an der Hochschule zu Sevilla war.

B. Die Physik des Mittelalters.

(Von circa 700 bis 1600 nach Christus.)

Die ersten Jahrhunderte des Mittelalters waren wenig dazu geeignet, Licht über unverstandene Thatsachen zu werfen, erst in der zweiten Hälfte dieser Zeitperiode zeigen sich vereinzelte Keime einer besseren Richtung, vereinzelte Beispiele eigener Forschung. Es war ein unfruchtbarer Zeitraum für naturwissenschaftliche Bestrebungen, eine Periode des Stillstandes, welche das classische Alterthum von der neueren Zeit trennt. Der bloß commentatorische Geist und der Mysticismus des Mittelalters trat echt wissenschaftlicher Forschung hemmend entgegen, und gab der gebildeten Welt eine falsche Richtung. Entweder suchte man nur alte Sätze den Meinungen der eigenen Zeit anzupassen, oder man führte Naturerscheinungen auf ganz heterogene Ursachen zurück und ließ einer erregten Phantasie ohne Bedenken frei die Zügel schließen. Die wissenschaftlichen Kenntnisse überhaupt verloren sich bei dem Einbruche der nordischen Nationen aus den Abendländern und fristeten in Italien ein kümmerliches Dasein, bis sie auch hier unter der longobardischen Herrschaft fast gänzlich erloschen; nur im byzantinischen Reiche erhielten sie noch

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pflege und gelangten durch die Verjagung vieler Gelehrten, besonders der Nestorianer, durch die Berufung griechischer Ärzte und andere Umstände zu den Arabern. Diese übersetzten und studierten fleißig den Aristoteles. Auch der am Hofe des Ostgothen-Königs Theodorich des Großen lebende Boëthius trug viel zur Verbreitung der Schriften des großen Philosophen bei. Überhaupt gelangte Aristoteles im Mittelalter zu großem Ansehen und wir finden in jener Zeit blinden Autoritätsglauben vereint mit Aberglauben. Charakteristisch für den Geist jener Zeit ist der allgemeine Beifall, welchen die Astrologie genoß, und das Aufkommen der Alchemie.

Die Menge des Volkes suchte in der Wissenschaft nach Wundern, nach außerordentlicher Hilfe in der Noth, und solche Strömungen wussten schlaue Köpfe zu benützen. Magie, Astrologie blühten bei den Arabern und die Alchemie scheint ihnen sogar ihre besondere Ausbildung zu verdanken. Der Glaube, daß die Gestirne Einfluss auf das Leben des Menschen hätten, und besonders, dass aus ihrer Stellung bei der Geburt desselben sich seine Schicksale vorhersagen ließen, war bald allgemein verbreitet. Anderseits war die Verwandlung unedler Metalle in edle das Ziel, nach welchem die meisten rangen. Das Mittel, diese Verwandlung zu bewirken, nannten sie den Stein der Weisen. Außerdem strebten sie nach einem noch größeren Hirngespinnst, nämlich nach einem Universalmittel, welches alle Krankheiten heilen, das Leben verlängern und dem Körper Schönheit und Kraft geben sollte. Diese alchemistischen Träumereien hatten aber doch das Gute zur Folge, dass durch zahlreiche Experimente manche Einblicke in die Kräfte der Natur gewonnen wurden.

So sehr wir anerkennen müssen, dass die Araber die physikalischen Kenntnisse der Griechen in jener dunklen Zeit vor dem Untergange retteten, und in jenen Völkerstürmen das wissenschaftliche Leben so lange unterhielten, bis die christliche Welt wieder die Pflege der Wissenschaft von ihnen übernahm, so können wir doch anderseits nicht zugestehen, dass sie principiell der Methode oder dem Stoffe nach, ihren Nachfolgern mehr hinterließen, als sie von den Alten übernommen hatten.

Mit dem 12. Jahrhunderte beginnt die christliche Periode der mittelalterlichen Physik. Dem 13. Jahrhunderte verdanken wir bereits das Bekanntwerden mehrerer bedeutender naturwissenschaft-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

licher Entdeckungen und es tritt uns hier als die glänzendste Erscheinung des 13. Jahrhundertes Roger Bacon als der erste wirkliche Naturforscher des Mittelalters, als der Begründer einer Experimentalphysik entgegen. Roger Bacon wurde 1214 in Somerset geboren, studierte in Oxford, gieng zu seiner weiteren Ausbildung nach Paris und trat nach seiner Rückkehr 1240 in den Franciskanerorden zu Oxford. Hier in der Einsamkeit seiner Zelle überließ er sich seinen Studien und Forschungen, kam jedoch durch seine Kenntnisse und Entdeckungen in den Verdacht der Zauberei und verbrachte deshalb viele Jahre seines Lebens in einem Kerker. Bald nach seiner endlichen Befreiung starb er 1293 zu Oxford. Allerdings erhielt er viele seiner Kenntnisse von den Arabern, welche bis zu seiner Zeit gleichsam die Bewahrer aller traditionellen Wissenschaft der Vorzeit waren, aber wir sind nicht Priestleys Ansicht, dass er zu dem, was die Araber bereits gelehrt, nichts von Wichtigkeit hinzugefügt habe. Gewiss hat er von ihnen nicht gelernt, „das Joch des Aristoteles abzuschütteln, die Wichtigkeit der Experimente und Beobachtungen einzuschärfen und auf die Kenntnisse seines Jahrhundertes nur als auf die Kindheit der Wissenschaft herabzublicken.“ Seine Schriften enthalten mehrere überraschende Gedanken. Dass ein Kugelstück von Glas mit der flachen Seite auf eine Schrift gelegt, die Buchstaben vergrößere, wusste er offenbar aus des Arabers Alhazen Schriften, aber er spricht in seinem Opus majus auch den Gedanken aus, dass man, wenn kleine und nahe Gegenstände auf obige Weise vergrößert erscheinen, auch durch ähnliche Mittel entfernte Gegenstände in die Nähe rücken und vergrößern könne, so dass Mond und Sonne scheinbar zur Erde herabgezogen würden; besonders dürften Hohlspiegel zu diesem Zwecke dienlich sein. Auch wird dem Bacon die Erfindung der Brillen von einigen zugeschrieben, doch lässt sich nichts Sicheres darüber feststellen. Übrigens ist soviel gewiss, daß sie bereits im 13. Jahrhunderte bekannt geworden sind.

Bacon bemerkt ferner bei der Lehre von den Spiegeln, dass die Glasspiegel mit Blei belegt werden, er erklärt die Wirkung der Brennspiegel, er sagt, dass der Brennpunkt für die Strahlen, welche verschiedene Entfernungen von der Axe haben, auch verschieden sei, bestimmt für den parabolischen Brennspiegel die Brennweite u. a.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In demselben Jahrhunderte finden wir auch die erste Nachricht über die Kenntnis der Magnetnadel bei den Arabern (1242).

Es schien endlich eine Zeit des Aufschwunges gekommen zu sein; Universitäten wurden gegründet, die Methode der Beobachtung wurde empfohlen. Dessenungeachtet trat kein Fortschritt ein und das 14. Jahrhundert macht in wissenschaftlicher Beziehung einen geradezu jämmerlichen Eindruck. Die Scholastiker erklären unter der Autorität der Kirche die Welt.

Die erste Hälfte des 15. Jahrhunderts gleicht noch ganz dem 14. Jahrhunderte; erst in der zweiten Hälfte beginnt wieder das Leben in jenen Wissenschaften, die nicht Scholastik oder Theologie sind. Deutschland wird von da an bis zum Anfange des 17. Jahrhundertes von der Astronomie beherrscht.

Das Ptolemäische System, nach welchem die Erde in der Mitte des Weltalls unbeweglich ruhen und die Himmelskörper in Kreisen um dieselbe sich bewegen sollten, hatte beinahe fünfzehn Jahrhunderte geherrscht, ohne dass man es gewagt hatte, an demselben zu rütteln, da wurde es von einem deutschen Astronomen umgestoßen und damit der Forschung auf dem Gebiete der Astronomie eine Bahn gebrochen, welche unaufhaltsam bis auf unsere Zeiten die größten Siege des Geistes zur Folge hatte.

Nikolaus Kopernikus (eigentlich Kopernik) wurde im Jahre 1473 zu Thorn in Preußen geboren. Er studierte Medicin und Mathematik, hielt einige Zeit hindurch mathematische Vorträge in Rom und wurde später Domherr zu Frauenburg. Er führte still und zurückgezogen das Leben eines Gelehrten. Schon 36 Jahre vor der Veröffentlichung seiner neuen Theorie (1507), nach welcher die Sonne das Centrum unseres Planetensystems ist, hatte er sein Werk begonnen, welches 1543 in Nürnberg erschien und die heftigsten wissenschaftlichen Kämpfe veranlasste.

Ehe wir diese Periode verlassen, können wir nicht unerwähnt lassen, dass erst am Schlusse des 16. Jahrhunderts die Kenntnis der elektrischen Erscheinungen eine wesentliche Erweiterung erfuhr. Der Engländer Wilhelm Gilbert, Leibarzt der Königin Elisabeth, welcher im Jahre 1600 ein Werk: „Über den Magnet“ veröffentlichte, gelangte durch zahlreiche Versuche zur Überzeugung, dass außer Bernstein noch viele andere Körper die Fähigkeit erlangen, leichte Körper

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

anzuziehen. Dabei machte er die Beobachtung, dass die elektrischen Erscheinungen bei trockener Luft, nördlichen und östlichen Winden stärker hervortreten, als bei feuchter Luft und bei südlichen Winden.

Es schienen ihm ferner einige Körper mehr, andere weniger elektrisch zu sein.

Man sah in damaliger Zeit die magnetische Wirkung als den Typus aller anziehenden Thätigkeit an, und so betrachtet auch Gilbert die Elektricität als eine Art Magnetismus, dennoch gieng er um einige Schritte weiter, und unterschied magnetische und elektrische Kräfte. Auch ist er der Erfinder der letzteren Benennung, die bekanntlich von Elektron (Bernstein) genommen ist. Weiter bemerkt er, dass die elektrische Kraft alle leichten Körper anzieht, während die magnetische nur auf das Eisen wirkt.

Gilbert's glückliche Versuche lenkten die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diese Erscheinung. Die Mitglieder der berühmten florentinischen Academie del Cimento widmeten sich zuerst solchen Untersuchungen. Gilbert war es auch, der die Theorie des Erdmagnetismus aufstellte und somit das Fundament für weitere Entwickelungen gab.

Akustik und Wärmelehre haben fast gar keine Fortschritte gemacht.

C. Die Periode des Fortschrittes.

(Von circa 1600 bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts.)

Die Periode beginnt wohl mit Galilei, neben welchem gleichzeitig ein Stern erster Größe am Himmel der Wissenschaft glänzte, Johannes Kepler. Wie Keplers Gesetze die Grundsteine wurden zur Mechanik des Himmels, so erweiterten Galilei's Leistungen im Gebiete der Optik die Kenntnis des Sonnensystems, seine Fallgesetze brachten richtige Begriffe in die Mechanik, seine Pendelgesetze gaben den Anstoß zur Erfindung der für die Astronomie so wichtigen genaueren Zeitmessung durch Pendeluhren.

Galileo Galilei ward 1564 zu Pisa geboren. An der Universität seiner Vaterstadt studierte er Medicin und Philosophie, doch nahm bald das Studium der Mathematik und Naturwissenschaften seine ganze Thätigkeit in Anspruch. Er wurde 1589, also erst 25 Jahre alt, Professor der Mathematik an der Universität Pisa.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Galilei kann mit Recht als der Hauptbegründer der neueren Physik betrachtet werden. Seine wissenschaftlichen Leistungen kann man in zwei Hauptclassen eintheilen, in die mechanischen und in die optisch-astronomischen. Er begründete nicht nur die Mechanik fester Körper, sondern hinterließ auch in der Hydrostatik und Hydrodynamik Spuren seiner Thätigkeit. Ihm verdankt man nämlich über die innere Beschaffenheit der Flüssigkeiten diejenige Ansicht, die im Wesentlichen noch heute bei allen mathematischen Untersuchungen zum Grunde gelegt wird, und welche auch selbständig von dem Holländer Stevinus (1585) ausgesprochen wurde.

Die Principien der Construction des in den ersten Jahren des 17. Jahrhundertes erfundenen holländischen Fernrohrs hatte Galilei in nichts verbessert, allein in der Ausführung war es vollkommener als die bis dahin (1609) verfertigten Fernröhre, so dass es zu astronomischen Beobachtungen brauchbar war. Er entdeckte damit die Jupitermonde, beobachtete die Berge im Monde, wies nach, dass der Schimmer in der Milchstraße der vereinte Glanz von zahlreichen Sternen sei u. s. w.

Mit Kepler stand er in brieflichem Verkehre. Johannes Kepler, 1571 im Würtemberg'schen geboren, wurde für das Studium der Theologie bestimmt und trat in das evangelische Stift zu Tübingen. Hier bewog ihn sein Lehrer Moestlin zum Studium der Mathematik und Astronomie. Er lebte hierauf als Lehrer der Mathematik in Graz, Prag, wo er im Jahre 1609 die beiden ersten seiner drei Gesetze fand, in Linz, wo er 1618 sein drittes Gesetz veröffentlichte und in Rostock. In seiner „Dioptrik" stellt er das Princip eines eigenen Fernrohres, des „astronomischen", auf (1611). Er starb in großer Dürftigkeit (1631). Kepler ist für die gesammten Naturwissenschaften schon deshalb von bleibender Bedeutung, weil er der erste war, der mit großer Ausdauer die Methode der inductiven Forschung gebrauchte. Ganz unnütz würde die Frage sein, welcher von diesen beiden Männern der größere gewesen, beide wirkten neben einander neidlos, sich gegenseitig ergänzend. Ein Zeitgenosse Keplers war auch der Staatsmann und Philosoph Franz Baco von Verulam (geb. 1561 zu London, gestorben bei London 1626). Seine großen Verdienste um die Naturwissenschaften überhaupt und besonders um die experimentirenden bestehen darin, dass er die Auto-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

rität des Aristoteles siegreich bekämpfte, die Beobachtung der Natur verlangte, zum Anstellen von Experimenten anregte, um von den beobachteten Erscheinungen zu allgemeineren Wahrheiten zu gelangen, und somit die inductive Methode dringend empfahl.

Nach Galilei's Tode (1642) ist bei weitem die Mehrzahl der Arbeiten der Physiker in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhundertes durch seine Untersuchungen angeregt worden oder aus ihnen hervorgegangen. Sie bilden gleichsam den Mittelpunkt, von dem aus das Gebiet der Physik nach seinen verschiedenen Richtungen hin erforscht wurde.

Unter allen Entdeckungen auf dem weiten Gebiete der Naturwissenschaften ist wohl die der allgemeinen Schwere, die wir dem großen Newton verdanken, die glänzendste und einflussreichste, da sie das Gesetz enthält, dem alle Himmelskörper unseres Sonnensystems, und, wie wir anzunehmen berechtigt sind, alle Körper des Weltraumes überhaupt gehorchen.

Isaak Newton war geboren am 25. December 1642 alten Styls, also am 5. Jänner 1643 nach unserem heutigen Kalender, in einem Dörfchen in der Grafschaft Lincoln. Von Natur schwächlich bezog er im 18. Jahre die Universität Cambridge, wo er mehr als Autodidact als durch die Vorlesungen der Professoren sich fortbildete. Er wendete sich gleich im Anfange seiner Studien zur Mathematik. Im Jahre 1669 wurde er Professor dieses Gegenstandes in Cambridge. Newton ist gleich groß als Mathematiker, Physiker und Optiker, am bedeutendsten aber als theoretischer Astronom. In der Optik wurde er der Gründer der schon von Empedokles im 5. Jahrhunderte v. Chr. geahnten Emissionstheorie des Lichtes. Er war es auch, der zuerst zeigte, dass das weiße Licht aus verschiedenen Farbenstrahlen von verschiedener Brechbarkeit bestehe, und ihn beschäftigte bereits der Gedanke, wie der chromatischen Abweichung bei Linsen abzuhelfen sei. Um den Unvollkommenheiten der dioptrischen Fernröhre in dieser Beziehung zu entgehen, construierte er ein nach ihm benanntes Spiegelteleskop. Die Einführung der Hohlspiegel in die Teleskopie war jedoch nicht Newton's Erfindung, denn schon zu Anfang des 17. Jahrhundertes hatten der Jesuit Zucchi in Italien und im Jahre 1639 Pater Mersenne in Frankreich Hohlspiegel bei Fernröhren angewendet.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Niemand wagte aus Scheu oder Achtung vor dem berühmten Urheber der Emissionstheorie auch nur einen leisen Zweifel in ihre Richtigkeit zu setzen, da trat Christian Huyghens (geboren zu Haag 1629) mit seiner Undulationstheorie auf, welche anfangs völlig unbeachtet blieb (1690), später aber von Euler (1746), Young (1800), Fresnel (1815) und Cauchy (1836) bedeutend gefördert wurde. Dies Verdienst allein würde Huyghens die Unsterblichkeit sichern, wenn er auch nicht andere wichtige Arbeiten auf dem Gebiete der Optik, der Astronomie, ferner über Pendel (er erfand die Pendeluhr 1658) über Centrifugalkraft und den Stoß geliefert hätte.

Noch ist aus der Geschichte der Optik zu erwähnen, dass 1621 der Holländer Snellius das Brechungsgesetz, 1665 der Italiener Grimaldi die Interferenz und Beugung der Lichtstrahlen, 1669 Bartolin in Kopenhagen die doppelte Brechung des Lichtes im Kalkspathe entdeckt und 1675 der dänische Astronom Olaf Römer die Geschwindigkeit des Lichtes bestimmt habe.

Nur auf dem Gebiete der Aërostatik war man bis zum Tode Galilei's nicht vorwärts gekommen, man sprach noch immer von einem Abscheu der Natur vor dem leeren Raume. Doch schon ein Jahr nach seinem Tode hat einer seiner bedeutendsten Schüler Torricelli (geb. 1608 zu Faënza) das Vorhandensein des Luftdruckes erkannt. Sein bekannter Versuch führte ihn zur Erfindung des Barometers (1643). Wenige Jahre später wurde durch Otto von Guerike die Luftpumpe erfunden (1650). Guerike war 1602 zu Magdeburg geboren, studierte die Rechte und Mathematik und ward Bürgermeister seiner Vaterstadt. Seine Experimente erregten ungemein großes Aufsehen, besonders als er dieselben auf dem Reichstage zu Regensburg (1654) öffentlich vor Kaiser Ferdinand III. und den versammelten Reichsfürsten mittelst der Magdeburger Halbkugeln angestellt hatte. Die erste eigentliche Compressionspumpe construirte der Engländer Robert Boyle (geb. 1626), welcher die Elasticität der Luft zum Gegenstande vieler Versuche gemacht hatte, und er war der Erste, welcher bewiesen, dass sich die Volumina einer und derselben Luftmasse umgekehrt verhalten wie die Drucke (1660). Dieses Gesetz, welches man späterhin das Mariotte'sche genannt hat und noch so nennt, ist also nicht zuerst von Mariotte aufgefunden worden. Dieser versuchte jedoch bereits

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eine nützliche Anwendung von diesem Gesetze zu machen, indem er mittelst desselben das Barometer zum Höhenmessen anwendbar zu machen versuchte, auch bereits den Einfluss der Winde auf den Stand desselben beobachtete.

Die von Boyle zuerst beobachtete Thatsache, dass der Luftdruck auf das Sieden einen großen Einfluss übe, führte den französischen Physiker Denis Papin (geb. 1647) zur Erfindung des Papin'schen Topfes. Auch hat Papin bereits eine Vorrichtung ersonnen, welche noch in allen Elementarbüchern der Physik beschrieben wird, in der schon das Princip der Dampfmaschine liegt.

Überhaupt beschäftigten sich die Physiker des 17. Jahrhundertes vorzüglich mit dem Drucke und der Elasticität der Luft, sowie mit dem Sieden der Flüssigkeiten und so konnte es nicht ausbleiben, dass man auch dem Wasserdampfe endlich eine größere Aufmerksamkeit zuwandte. Die fortgesetzten Bemühungen, sich die Dampfkraft als bewegende Kraft dienstbar zu machen, führten gegen Ende des 17. Jahrhundertes allmählich zur Construction der Dampfmaschine, denn ihre Erfindung ist, so wie manche andere, nicht mit einem Schloge gemacht worden.

Es ist auffallend, dass die gewaltige Kraft des Dampfes so lange unbeachtet blieb; von dem Versuche des griechischen Philosophen Heron von Alexandrien bis zum Versuche einer technischen Anwendung dieser Naturkraft vergiengen etwa 18 Jahrhunderte. De Caux, welcher zur Zeit Ludwig XIII. von Frankreich lebte, hatte einen Dampfapparat erdacht und war von der Möglichkeit der praktischen Ausbildung seiner Erfindung fest überzeugt, doch gelang es ihm nicht, den mächtigen Minister Frankreichs, Cardinal Richelieu, für seine Erfindung zu gewinnen. Doch seine Ideen gingen auf den Marquis Worcester über, dieser construirte im Jahre 1650 einen Apparat, in welchem der Dampf rein als bewegende Kraft wirkte, es war nämlich eine Fontaine, welche durch die Anwendung der Dämpfe ohne Unterlass einen Wasserstrahl von 40 Fuß Höhe gab. Einige Zeit später machte sich der englische Capitän Savery Worcester's Versuche und Bemerkungen zu Nutzen, führte dessen Vorschläge aus, und erhielt im Jahre 1698 ein Patent auf eine Maschine, in welcher mittelst Wasserdampf die Luft aus einem Pumpenstiefel vertrieben, und dann durch Abkühlung ein leerer Raum darin erzeugt

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

wurde, in welchen nun das Wasser aus einem Brunnen durch den Luftdruck emporstieg. Diese Erfindung wurde im Jahre 1705 durch den Engländer Newcomen viele Schritte vorwärts geführt, indem er über dem Dampfkessel einen hohlen Cylinder mit einem beweglichen Kolben anbrachte. Der Kolben wurde durch den Dampf gehoben; hatte er den höchsten Punkt erreicht, so wurden die Dämpfe durch eingespritztes Wasser verdichtet und nun trieb der Luftdruck den Kolben zurück. Durch abermaliges Zulassen des Dampfes unter den Kolben konnte dieser wieder gehoben und durch abermalige Verdichtung der Dämpfe wieder zum Sinken gebracht werden. Dieses fortgesetzte Spiel der Maschine wurde durch eine Hahnsteuerung bewirkt, indem der Hahn durch einen aufgestellten Wärter immer zur rechten Zeit geöffnet und geschlossen werden mußte. Ein mit dieser Vorrichtung an einer Maschine zu Cornwallis betrauter Knabe, Humphrey Potter fand dies zu langweilig und übertrug der Maschine selbst diese Arbeit, indem er den Kopf des Hahnes mittelst Schnüren mit dem bewegten Mechanismus verband (1718). Eine vollständige Umwandlung aber fand durch James Watt, (geb. 1736 zu Greenock in Schottland) statt, welcher die bisher noch immer unbehilfliche Maschine im höchsten Grade vervollkommnete. Er erfand den Condensator und die doppelt wirkenden Maschinen und beseitigte die Unregelmäßigkeiten im Gange der Maschine durch Einführung eines Schwungrades und des Centrifugalregulators. Seit jener Zeit erlangte die Dampfmaschine durch zahlreiche größere und kleinere Verbesserungen jenen Grad der Vollkommenheit, der sie zum Betreiben der mannigfaltigsten technischen Operationen brauchbar macht.

Auf dem Gebiete der Wärmelehre haben wir ferner in dieser Zeitperiode die Erfindung des Thermometers, angeblich durch Cornelius Drebbel (1605) zu verzeichnen. Jedoch liegt die Geschichte der Erfindung dieses wichtigen Instrumentes im Dunklen und man kann nicht mit Bestimmtheit angeben, wer der Erfinder war. Manche schreiben die Erfindung dem Galilei zu. Jedenfalls war das erste Thermometer ein Luftthermometer.

Fahrenheit (geb. zu Danzig 1686) füllte seine ersten Thermometer mit Weingeist; um das Jahr 1715 gieng er zum Quecksilber über.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nachdem die Schiffer des mittelländischen Meeres den Compaſs wahrscheinlich durch Vermittlung der Araber, denen er von den Chinesen bekannt war, kennen gelernt hatten, war dadurch auf dem Gebiete des Magnetismus ein wichtiger Schritt vorwärts gemacht worden, wiewohl es noch 400 Jahre bis zur Entdeckung des Erdmagnetismus brauchte. Wer zuerst die Declination entdeckte, ist nicht mit voller Gewiſsheit zu sagen. So viel steht fest, daſs am Ende des 16. Jahrhundertes der Engländer Norman über magnetische Declination schrieb und dieselbe erklärte und daſs man im 17. Jahrhunderte ihre Verschiedenheit an verschiedenen Orten der Erde und die Veränderungen derselben an einem und demselben Orte kannte. Die Inclination wurde durch denselben zuerst genau beobachtet, nachdem sie schon früher durch Hartmann in Nürnberg entdeckt worden war. Die wichtigste Rolle in der Geschichte des Magnetismus spielt der bereits genannte Gilbert. Er muſs mit Recht als der Entdecker des tellurischen Magnetismus betrachtet werden. Er war über die Wirkung der Erde auf weiches Eisen und Magnete sehr gut orientiert. Auch in der Lehre von der Elektricität finden wir manche Fortschritte. Französische und englische Gelehrte und vom Jahre 1742 an auch deutsche Physiker experimentierten fleißig auf diesem Gebiete. Im Jahre 1729 begann mit dem Engländer Stefan Gray eine ganz neue Epoche. Er fand vor Allem, daſs die durch Reibung in gewissen Körpern erzeugte Elektricität anderen mitgetheilt werden könne. Er gelangte auch im Vereine mit Wheeler durch Versuche zum Begriffe von guten und schlechten Elektricitätsleitern. Weiter gelang es dem Franzosen Dufay, einige wichtige allgemeine Gesetze aufzufassen. Er war der erste, welcher elektrische Funken an elektrisierten lebendigen Körpern wahrnahm. Seine beiden Hauptentdeckungen aber waren, erstlich, daſs es zwei verschiedene einander entgegengesetzte Elektricitäten gibt, welche sich selbst abstoßen, jedoch eine die andere anziehen und daſs die elektrischen Körper alle jene anziehen, welche nicht elektrisch sind, sie jedoch abstoßen, sobald sie ebenfalls mit jenen gleichnamig elektrisch geworden sind.

Elektrisiermaschinen mit Glascylindern statt der Scheiben, wurden gegen 1743 von den Deutschen Hausen, Winkler und Bose erfunden. Die bequeme und bessere Glasscheibe scheint Ingenhous um 1764 eingeführt zu haben. Guerike kann nicht leicht als

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Erfinder der Elektrisiermaschine gelten, da er seine Schwefelkugel, die er mittelst einer durchgesteckten Axe in Drehung versetzte, bloß mit der Hand rieb, und auch kein Conductor vorhanden war.

Gegen Ende des Jahres 1745 wurde durch den Domherrn von Kleist zu Cammin in Pommern und im folgenden Jahre durch Cunäus zu Leyden, welcher letztere von Kleists Versuchen nichts wusste, die Leydnerflasche erfunden. Watsons Versuche im Jahre 1748 führten zu dem Resultate einer unendlich großen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektricität und von 1747—1753 fasste Benjamin Franklin (geb. zu Boston in Nordamerika 1706) alle Gründe zusammen, welche für die elektrische Natur der Gewitter sprachen, und wies dieselben 1752 mittelst seiner in die Luft aufgelassenen Kinderdrachen nach. So wurde er auch Erfinder der Blitzableiter um 1753.

Franklin gehört unstreitig zu jenen wenigen Menschen, welche ungeachtet der ungünstigsten Verhältnisse ihren Wissensdurst zu befriedigen suchen, und deren Talent sich doch endlich Bahn bricht. Derselbe Mann, welcher in seiner Jugend zum Lichterziehen und Seifensieden verwendet worden war, hierauf zu einem Messerschmied in die Lehre kam und endlich die Stelle eines Buchdruckergehilfen erreichte, wusste es durch eigene Studien und durch die außergewöhnliche Bildungsfähigkeit seines Geistes dahin zu bringen, dass er später nicht nur unter den Männern der Wissenschaft sich auszeichnete, sondern sich auch als Staatsmann den größten Dank seiner Mitbürger erwarb.

Auf dem Gebiete der Akustik stellte Mersenne zu Paris Versuche an und ermittelte 1636 die Gesetze, nach denen die Tonhöhe der Saiten durch die Dicke und Spannung derselben geändert wird. Überhaupt begann dieser seit Galilei's Zeit im Ganzen wenig cultivierte Zweig der Physik erst am Ende des 17. Jahrhundertes größere Theilnahme zu erregen und namentlich die Aufmerksamkeit der Mathematiker auf sich zu ziehen. Den ersten Impuls zur mathematischen Behandlung der Akustik gab unstreitig Newton durch die Formel für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles (1687). Im Anfange des 18. Jahrhundertes eröffnete der englische Mathematiker Taylor (geb. 1685 bei London) durch seine Arbeit über die schwingenden Saiten der mathematischen Forschung ein ganz

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

neues und weites Feld. Die Akustik wurde mit verhältnismäßig großer Schnelligkeit im Laufe des 18. Jahrhundertes aufgebaut.

Die Chemie erhob sich erst vom 17. Jahrhunderte ab zur selbständigen Wissenschaft. Auf die alchemistischen Träumereien und die Zeit der Chemiatrik oder der medicinischen Chemie (1525—1650) folgte das Zeitalter der phlogistischen Chemie (1650—1775), so genannt, weil sie sich vorzugsweise mit der Verbrennung beschäftigte. Man schrieb nämlich allen brennbaren Körpern je nach dem Grade ihrer Verbrennbarkeit einen größeren oder geringeren Gehalt an einem eigenthümlichen Stoffe, Phlogiston genannt, zu, welcher beim Verbrennen der Körper von diesen getrennt werde. Diese Ansicht wurde besonders durch den Chemiker Stahl in Halle (später in Berlin) vertreten (1700).

D. Die Periode der Neuzeit.

(Von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis auf unsere Tage).

In dieser Periode werden allmählich ganz neue Gebiete aufgeschlossen und die bereits betretenen liefern einen solchen Reichthum von Thatsachen und Erscheinungen, daß sie einen früher gar nicht geahnten Umfang und eine völlig neue Gestalt erhalten. Vorzüglich war dies auf dem Gebiete der Elektricität der Fall. Durch Franklins Entdeckungen wurde den Physikern ein neues Feld zur Untersuchung, das der atmosphärischen Elektricität eröffnet. Zugleich begann man die Elektricität medicinisch anzuwenden. Die Elektrisierung durch Vertheilung wurde im Jahre 1753 von Canton, einem englischen Schulvorsteher, entdeckt, dem wir auch die Methode, Stahl durch bloße Einwirkung des Erdmagnetismus zu magnetisieren, verdanken.

Wilke (geb. 1732 zu Wismar) und Aepinus (geb. 1724 zu Rostock) gaben für die elektrische Vertheilung eine Erklärung, welche Franklin bereits 1747 angebahnt hatte. Es war dies die Ansicht von bloß einer elektrischen Materie (Unitarier).

Dagegen vertheidigte der Engländer Robert Symmer die Existenz von zwei elektrischen Materien 1759. (Dualisten). Ein entschiedenes Übergewicht erhielt die Theorie von zwei Fluiden durch die experimentellen und theoretischen Forschungen des ausgezeichneten Physikers Coulomb (geb. 1736 zu Angouleme), welcher die Tor-

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

sionswage erfand. Dieser hat das Verdienst, für eine Theorie der Elektricität, welche selbst verwickelte Erscheinungen der mathematischen Analysis zu unterwerfen imstande ist, die Elemente vorbereitet zu haben.

Seit der Entdeckung der Luftelektricität wurden noch verschiedene andere neue Elektricitätsquellen aufgefunden. Canton brachte (1759) Klarheit in die Untersuchungen über Pyroelektricität am Turmalin. Walsh verdankt man den Nachweis, daß die Schläge des Zitterrochens elektrischer Natur seien.

Gegen Ende des 18. Jahrhundertes wurde aber durch einen Zufall eine Elektricitätsquelle aufgefunden, welche an Ergiebigkeit alle früheren übertraf, nämlich die Berührungselektricität, nach ihrem Entdecker Galvanismus genannt. Als Jahr der Entdeckung durch den Professor der Anatomie zu Bologna Alois Galvani (geb. 1737 zu Bologna) wird allgemein das Jahr 1790 angenommen. Die Analyse dieser Erscheinung und ihre weitere Entwicklung durch seinen Fundamentalversuch (1793) war das Werk Alexander Volta's, Professors der Physik in Pavia (geb. 1745 zu Como), welcher sich seit seinem achtzehnten bis nahe zu seinem fünfzigsten Jahre mit der Elektricität beschäftigte, wie er denn auch der Erfinder des Elektrophors (1775), des elektrischen Condensators (1782) und der Volta'schen Säule (1800) war. Letztere war geeignet, außerordentliche Wirkungen für die Erzeugung von Licht und Wärme sowohl, als auch chemischer Veränderungen hervorzubringen.

Im Jahre 1800 wurde bereits durch Carlisle das Wasser zersetzt, Davy stellte auf diesem Wege die Metalle der Alkalien dar (1807) und Faraday in England stellte die Gesetze für die Elektrolyse auf (1835). Infolge dessen erfanden Jacobi und Spencer (1838) die Galvanoplastik und Delarive (1840) die galvanische Vergoldung und Versilberung. Davy, dem wir so viele bedeutende Arbeiten verdanken, war der erste, welcher das elektrische Licht mittelst einer Volta'schen Säule von 2000 Elementen zu Stande brachte (1821). In demselben Jahre entdeckte Seebeck in Berlin die thermoelektrischen Ströme, nachdem zuvor (1819) durch Oersted der Einfluss des galvanischen Stromes auf Magnetnadeln und durch Arago und Ampére (1820) die elektromagnetischen Grunderscheinungen erkannt worden waren. Ohm in Erlangen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

entdeckte (1827) das nach ihm benannte Gesetz über die Stärke des elektrischen Stromes und (1831) Faraday die inductiven Ströme. Nachdem constante Ketten durch Daniell (1836), Grove (1839) und Bunsen (1842) erfunden worden waren, begann die Elektricität in die Thätigkeiten des Lebens und der Industrie auf die mannigfaltigste Weise einzugreifen. Wir erwähnen bloß die Erfindung des Morse'schen Telegraphen (1843), des Typendrucktelegraphen von Hughes (1855—1863), des Telephons durch Bell (1877), der verschiedenen elektro-dynamischen Maschinen, mittelst deren die mechanische Arbeit direct in elektrische Ströme verwandelt wird. (Kraftübertragung, elektrische Eisenbahn.)

Auf dem Gebiete des Magnetismus sind in dieser Periode hervorzuheben die Arbeiten über magnetische Influenz von Anpinus (1759?), die vergleichenden Messungen der Intensität des Erdmagnetismus von A. v. Humboldt, (1779—1803), die Auffindung des Magnetpols im Norden von Amerika durch John Roß (1831) und die des Magnetpols im Südpolarlande durch James Roß (1841), endlich die Entdeckung des Diamagnetismus durch Faraday.

Auch in der Optik wurden bedeutende Fortschritte gemacht. Im Jahre 1757 wurde das erste achromatische Fernrohr durch Dollond in England verfertigt, 1773 entdeckte Scheele in Schweden die chemischen Wirkungen des Lichtes, auf welche dann Daguerre in Frankreich 1838 die Daguerrotypie und Talbot in England 1839 die Photographie gründeten. Im Jahre 1808 entdeckte Malus in Frankreich die Polarisation des Lichtes, 1814 Fraunhofer die dunklen Linien im Sonnenspectrum, 1859 begründeten Kirchhoff und Bunsen zu Heidelberg die Spectral-Analyse und führten dieselbe zu epomachenden Entdeckungen auf chemischen, physikalischen und astronomischen Gebieten.

Nachdem durch Knoblauch auch die Beugung (1847), die Doppelbrechung und Polarisation durch Reflexion (1848) und Interferenz für Wärmestrahlen nachgewiesen waren, konnte hieraus die Identität der Wärme- und Lichtstrahlen gefolgert werden.

So mussten im Laufe dieses Jahrhundertes die feinen Materien, die sogenannten Imponderabilien, welche bisher als das Substrat von Licht, Wärme, Magnetismus und Elektricität betrachtet

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wurden, aus der Wissenschaft verschwinden und an ihre Stelle trat die Molekularbewegung.

Bezüglich der Wärmelehre hat Julius Mayer in Heilbronn (geb. 1814) durch seine mechanische Wärmetheorie (1842) einen unermesslichen Fortschritt angebahnt. Aus seinem jetzt allgemein angenommenen Principe von der Erhaltung der Kraft folgt auch zugleich das Princip von der Einheit der Kraft, als Fundamentalsatz der neueren Naturbetrachtung. Alle Erscheinungen sind nach demselben nur Umwandlungen zwischen den verschiedenen Formen der Energie.

Noch bleibt zu erwähnen, dass das erste Dampfschiff im Jahre 1807 von Robert Fulton in Nordamerika und die erste zweckmäßige Locomotive von Stephenson im Jahre 1814 gebaut wurde.

Auf dem Gebiete der Akustik entdeckte Chladni (1787) die Klangfiguren und erhielt durch Versuche mit elastischen Stäben annäherend richtige Werte für die Schwingungszahlen der Töne und bestimmte die Geschwindigkeit des Schalles in Gasen und festen Körpern (1800). Cagniard de la Tour erfand (1819) die Sirene, welche zur genaueren Bestimmung der Schwingungszahlen der Töne benutzt ward. In demselben Jahre und den folgenden unterwarf Savart in Paris die Erscheinung der Resonanz einer näheren Untersuchung. Durch Arago, Humboldt, Gay-Lussac u. a. so wie durch einige holländische Physiker wurde die Geschwindigkeit des Schalles experimentell nachgewiesen. Als besonders wichtig müssen die Arbeiten der Gebrüder Weber in Göttingen (1825) hervorgehoben werden, welche die Theorie der Wellen erweiterten und begründeten und die Erscheinungen der Interferenz der Schallwellen erklärten. Scheibler in Crefeld ermittelte (1833) durch die Stöße der Stimmgabeln die Schwingungszahlen der Töne mit der größten Genauigkeit.

Endlich erkannte Helmholtz in Berlin (1863) zuerst die Bedingungen, welche die Tonfarbe erzeugen und lehrte, dass dieselbe von der Zahl, Höhe und Stärke der einem Grundtone beigemischten Obertöne abhängt.

Zu den wichtigsten akustischen Erfindungen der Neuzeit gehören das bereits erwähnte Telephon von Bell (1877), der Phonograph, erfunden von Edison (1878) und das Photophon von Bell.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im 18. Jahrhunderte beschäftigte die Chemiker besonders das Studium der Luftarten oder die sogenannte pneumatische Chemie. Der wesentlichste Gewinn, der sich aus diesen Untersuchungen ergab, war die Überzeugung, dass diese Gase zu den constituierenden Elementen der festen und flüssigen Körper zu zählen sind. Black, Professor in Edinburg, fand durch Vergleichung des kaustischen und gewöhnlichen Kalkes die fixe Luft (kohlensaures Gas), Cavendish in England entdeckte (1766) den Wasserstoff, Priestley in England (1774) und unabhängig von diesem Scheele in Schweden (1775) den Sauerstoff.

Lavoisier, ein vollendeter Chemiker Frankreichs (geb. 1743 und 1794 hingerichtet) gab die richtige Erklärung des Verbrennungsprocesses und der Oxydation überhaupt, wodurch die alte Ansicht vom hinzugetretenen Phlogiston völlig zerstört wurde. Doch gelangte seine antiphlogistische Theorie erst im 19. Jahrhunderte zur allgemeinen Geltung. Ebenso zeigte Lavoisier, dass die atmosphärische Luft aus reiner oder Lebensluft und aus einem zum Leben untauglichen Gase bestehe. Mit diesem Chemiker beginnt das Zeitalter der quantitativen Chemie. Eines der kräftigsten Hilfsmittel zur Aufstellung und Verbreitung der neuen chemischen Theorie war eine auf die Theorie selbst gegründete systematische Nomenclatur, die sich auf alle chemischen Verbindungen erstreckte.

Hierauf stellte Dalton in England (1804), nachdem in Deutschland schon Wenzel (1777) und Richter (1792) auf die bestimmten Verhältnisse in chemischen Verbindungen hingewiesen hatten, die atomistische Theorie auf. Bald nach der Bekanntmachung von Dalton's System fand Gay-Lussac die Theorie der Volume.

Davy, Faraday und Berzelius (geb. 1729) wurden durch die elektrolytischen Gesetze veranlasst, die chemische Verwandtschaft auf die elektrische Anziehung zurückzuführen und begründeten die elektrochemische Theorie. Berzelius in Schweden stellte die Lehre von den chemischen Proportionen fest. Auch hat er sich durch zweckmäßige Formeln ein besonderes Verdienst um die Chemie erworben. Noch sei erwähnt, dass Schönbein in Basel (1839) das Ozon entdeckte, und Liebig in Gießen (1840) wichtige Aufschlüsse über den Ernährungsprocess der Pflanzen und Thiere gab. Der Spectralanalyse haben wir an anderer Stelle gedacht.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

II. Geschichte des physikalischen Volksschulunterrichtes.

Die vorzüglichen Schriften Baco's von Verulam, besonders das Werk „Instauratio magna“ hatten einen mächtigen Einfluss auf den großen Pädagogen Amos Comenius (geb. 1592 zu Niwnic in Mähren, gest. 1670 zu Amsterdam) ausgeübt. Seine Grundsätze, die er in der großen Unterrichtslehre, „Didactica magna“ niederlegte, sind seiner Zeit bedeutend vorausgeeilt. Er sagt: „Mit realer Anschauung, nicht mit verbaler Beschreibung der Dinge soll der Unterricht beginnen. Das sinnlich Aufgefasste haftet am festesten im Gedächtnisse. Man unterrichte anschaulich. Man beachte beim Unterrichte die natürlichen Entwickelungsstufen des geistigen Lebens der Kinder. Man lerne zuerst das Zunächstliegende kennen, schreite vom Leichten zum Schweren, vom Einfachen zum Zusammengesetzten vor, und gehe nicht auf ein Zweites über, bevor man nicht des Ersten mächtig wurde. Zuerst übe man die Sinne, dann das Gedächtnis, darauf den Verstand. Man lehre nicht bloß verstehen, sondern auch das Verstandene aussprechen.“

Außer der Universität unterscheidet Comenius drei Arten von Schulen, die Mutterschule (das elterliche Haus), die deutsche Schule (die Volksschule) und die lateinische Schule (das Gymnasium). Nach seiner Ansicht sollte die Physik in allen diesen Schulen gelehrt werden.

Im elterlichen Hause sollte das Kind bezüglich der Naturlehre in den sechs ersten Lebensjahren mit Luft, Wasser, Feuer, Erde, Regen, Schnee, Eis, mit Licht, Schatten, den Hauptfarben u. s. w. bekannt gemacht werden, ebenso könne es bereits angeleitet werden, zu unterscheiden, ob etwas schwer oder leicht sei, indem es die Wage beachten lernt. Die Volksschule sollte die Jugend vom sechsten bis zum dreizehnten Jahre in allem unterrichten, dessen Verwendung sich auf das ganze Leben erstreckt.

Trotz der edlen Bemühungen des Comenius konnten seine Lehren keine praktische Gestaltung gewinnen, da für ihre Ausführung die nothwendigen Vorbedingungen, Lehrer und Lehrmittel, fehlten. Zudem waren die Zeitverhältnisse solchen Bestrebungen nicht günstig. Der dreißigjährige Krieg vernichtete die Keime des deutschen Volksschul-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wesens. Nur in einem kleinen Theile Deutschlands entwickelte sich das von Comenius ausgestreute Samenkorn zu einer edlen Frucht. Herzog Ernst der Fromme (1641—1675) ordnete im Fürstenthum Gotha auf treffliche Weise das Volksschulwesen. Seine Anordnungen wurden 1642 in dem Schulmethodus veröffentlicht. Durch diesen wurde für die gotha'schen Volksschulen ein neues Fach vorgeschrieben, nämlich „die Wissenschaft etlicher nützlicher, theils natürlicher, theils weltlicher und anderer Dinge", worunter Belehrungen über Pflanzen, Thiere und Menschen, Naturerscheinungen, Vaterlandskunde u. s. w. begriffen waren. So wurde doch etwas aus der Naturlehre in den Volksschulen als Unterrichtsgegenstand eingeführt. Zum Schulinventar sollten auch gehören Rollen, Seile, Wagen, Gewichte, verschiedene Gegenstände (physikalische Apparate) mit denen die Lehrer „Proben" (Experimente) anstellen sollten.

In Halle begann 1694 August Hermann Francke (geb. zu Lübeck 1663, gest. 1727) seine segensreichen Bemühungen um die Bildung seiner Mitmenschen. Er hatte seine Jugend in Gotha verlebt und daselbst das blühende Schulwesen kennen gelernt. Er stiftete mit Hilfe wohlthätiger Menschenfreunde ein Waisenhaus, eine lateinische Schule, das Pädagogium, eine Lehr- und Erziehungsanstalt für Jünglinge höherer Stände und Bürgerschulen, welche aus vier Abtheilungen bestanden, in denen Knaben und Mädchen gesondert, sowohl nach ihrem Alter als auch nach ihren Kenntnissen, unterrichtet wurden. Francke führte den naturwissenschaftlichen Unterricht in allen Schulen seiner Stiftungen ein. „Die ersten drei Classen der Waisenknaben wurden in Physicis et Botanicis dann und wann in gewissen Stunden informieret."

Er schreibt 1697: „Weil auch Einer, der nicht studieret, dennoch die Principia Astronomiae, Physicae, Geographiae et Historiae zu wissen wohl vonnöthen hat, wo er ein anständiger und dem gemeinen Wesen nützlicher Mann werden will, wird ihnen auch außer den ordentlichen Schulstunden gleichsam spielender Weise das Nöthigste beigebracht."

Zu seinem Pädagogium gehörten nicht bloß ein botanischer Garten und eine Naturaliensammlung, sondern auch physikalische Apparate.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nach der Mitte des 18. Jahrhundertes (1762) hat Jean Jacques Rousseau (geb. 1712 zu Genf, gest. 1778) auf das deutsche Erziehungswesen einen bedeutenden Einfluss ausgeübt. In seinem Buche „Emil", welches bezüglich der Erziehung vieles Richtige und Wertvolle, aber nicht minder vieles Falsche und Unhaltbare enthält, legte er auch seine Grundsätze nieder, welche sich auf den naturwissenschaftlichen Unterricht beziehen: die Sinne des Kindes sollen zuerst gebildet werden. Das Kind soll messen, zählen, wägen, vergleichen lernen. Das Gesicht irrt oft und verleitet zu vorschnellem Urtheile. Der Unterricht in der Physik beginne mit den einfachsten Erfahrungen, ja nicht mit Apparaten. Die Aufmerksamkeit des Kindes wird sonst getheilt und auf die Gestalt der Apparate gelenkt. Ohne sich in die systematische Physik zu vertiefen, führe man die Jugend gleichwohl so, dass alle ihre Erfahrungen sich durch eine Deduction an einander reihen, damit sie dieselben mit Hilfe dieser Verknüpfung in ihrem Geiste ordne und sich ihrer, wenn es Noth thut, wieder zu erinnern vermöge. Bei dem Aufsuchen der Naturgesetze beginne man immer mit den gewöhnlichsten und am meisten in die Augen fallenden Erscheinungen. Bei dem, was der Schüler lerne, habe man zu fragen: Wozu nützt es? Das Kind soll alle menschlichen Arbeiten, alle Naturkörper nach ihren in die Augen fallenden Beziehungen zu seinem Vortheile, seinem Wohlbefinden und seiner Sicherheit schätzen.

Die pädagogischen Grundsätze Rousseau's wurden in dem 1774 gestifteten Philantropinum (einem Erziehungs-Institute) bei Dessau durch Johann Bernhard Basedow (geb. in Hamburg 1723, gest. zu Magdeburg 1790) zur Verwirklichung gebracht. Mit seinem „Elementarwerke" trat er als Reformator des Erziehungs- und Schulwesens auf und fand unter Fürsten und Privatpersonen warme Theilnahme und Unterstützung, namentlich einen thätigen Förderer seines Planes an dem edlen Fürsten Franz von Dessau. Leider war die naturwissenschaftliche Bildung Basedow's mangelhaft. Sein Elementarwerk erschien in drei Sprachen mit 100 illustrierten Tafeln. Dieses Buch sollte alles liefern und leisten, was zur Unterweisung und Bildung der Kinder bis zum 15. Jahre verlangt werden könne. In diesem Werke finden wir auf verschiedenen Tafeln Abbildungen von physikalischen Apparaten, welche den Kindern vorgezeigt werden

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sollten, so die Darstellung der schiefen Ebene, des Keils, der Schraube, Wage, Schnellwage, einer von zwei Männern getragenen Last, des Hebebaumes, der Winde, der Rolle, des Flaschenzuges, Barometers, Thermometers, Manometers, des Heronsballes, der Pumpe, Windbüchse, Feuerspritze, der Magdeburger Halbkugeln, der Magnetnadel, des Sprachrohrs und optischer Instrumente. Isoliert werden diese Apparate im Texte behandelt und nirgend finden wir ein Band, das sie verknüpfte.

Sein Hauptverdienst besteht darin, dass er allen Unterricht lebendig und naturgemäß verlangte, was auch Goethe anerkannte, und dass er seine Schüler mit jeder ermüdenden Gedächtnisarbeit verschonte. Er sagte: „Ich möchte in allen Schulstuben die Lehre an die Tafel schreiben: „Wenig Worte und viel Handlungen."

Um solche Handlungen oder Versuche ausführen zu können, verlangte er ein physikalisches Cabinet. Sein Cabinet am Philantropinum muss als ein für die damalige Zeit sehr reichhaltiges bezeichnet werden, denn es fehlte kein bedeutenderes Instrument, das für den damaligen Standpunkt der Wissenschaft wünschenswert war.

Das Verdienst, einiges aus der Physik in den Lehrstoff der Volksschule in der Mark Brandenburg aufgenommen zu haben, (von 1772 an) gebührt dem Gutsbesitzer Friedrich Eberhard von Rochow (geb. zu Berlin 1734, gest. ebenda 1805). In stillen Dörfchen seiner Güter blühten Musterschulen, deren Ruf weithin sich verbreitete.

Allerdings leitete ihn das Utilitätsprincip. In seiner „Instruction für Landschulmeister" verlangte Rochow, dass die Lehrer ihren Unterricht auf alles ausdehnen sollten, was im gewöhnlichen Leben vorfällt, oder den Kindern dereinst in jeder Lebensart nützlich sein kann. Vorzüglich sollten bezüglich des Gebietes der Naturlehre die Lehre vom Hebel, von der Schraube, der Rolle und der Wagenwinde in der Schule behandelt und mit diesen Gegenständen Versuche angestellt werden.

Nach diesem Manne trat ein offenbarer Rückschritt bezüglich des naturwissenschaftlichen Unterrichtes, besonders an den Landschulen ein, obwohl gerade in jener Zeit große Entdeckungen auf dem Gebiete der Naturlehre gemacht wurden. Man ließ einige Abschnitte physikalischen Inhaltes lesen und abschreiben. Junker veröffentlichte

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1787 in Halle ein „Handbuch der gemeinnützigen Kenntnisse für Volksschulen, beim Unterrichte als Materialien und bei Schreibeübungen als Vorschriften zu gebrauchen.“ Später nahm man verschiedene Abhandlungen aus der Physik in die Lesebücher auf, ließ dieselben jedoch meist nur lesen, und wenn es hoch kam, knüpfte man daran eine sehr kurze Erklärung, aber die Anschaulichkeit im Unterrichte war ganz verloren gegangen. An Schulen, in denen der physikalische Unterricht noch ertheilt wurde, schlug man einen ganz verkehrten Weg ein, man gieng vom Abstracten zum Concreten. Man definierte beim Anfange des Unterrichtes „Natur“, „Naturlehre“, „Körper“, „allgemeine Eigenschaften der Körper“ u. s. w. Wurden irgendwo wirklich Versuche angestellt, so geschah dies erst, nachdem man die betreffende Lehre vorgenommen hatte.

Johann Heinrich Pestalozzi (geb. 1746 zu Zürich, gest. 1827 zu Brugg im Aargau), der um Menschenbildung höchst verdiente Lehrer und Pädagog, gieng von dem Grundsatze aus, dass aller Unterricht mit der Anschauungslehre zu beginnen sei, und die Fortbildung der dem Menschen innewohnenden Kräfte auf naturgemäße Weise geleitet werden müsse. Die Methode habe nichts künstlich zu erfinden. Sein Einfluss auf das Schulwesen erstreckte sich jedoch mehr auf Theorie und allgemeine Praxis, als auf die Methode einzelner Unterrichtszweige.

Schulrath von Türk in Potsdam, der früher in dem Institute Pestalozzis gewesen war, veröffentlichte 1818 in Essen ein Werk: „Die Erscheinungen in der Natur. Ein Buch für Eltern, Erzieher und Lehrer, insbesondere zum Gebrauche an Volksschulen“. In diesem Buche hob er besonders die nächsten bekannten Naturerscheinungen hervor. Er sagt selbst von seinem Buche: „Es enthält fast lauter Dinge, die wir täglich vor Augen haben, die jedermann bekannt sind, obwohl nur wenige sie kennen, weil es nur wenige der Mühe wert achten, ihre eigentliche Beschaffenheit zu erforschen.“

Er drang auch auf Anschaulichkeit und gab Vorschläge, wie man physikalische Versuche mit Gegenständen des Hauswesens anstellen könne; aber es bleibt bei ihm dennoch immer das Wort im Vordergrunde und der Versuch tritt zurück. Zudem enthält sein Buch viele sachliche Unrichtigkeiten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In den folgenden Jahrzehnten machte die Methodik des physikalischen Unterrichtes keine erheblichen Fortschritte. Der Hauptzweck desselben wurde durch verschiedene Nebenzwecke beeinträchtigt. Solche Zwecke waren Förderung der Frömmigkeit, Beseitigung des Aberglaubens und Ergötzung und Belustigung der Schüler. Zur Förderung des ersten Zweckes wählte man jenes, woran man leicht einen Bibelspruch anschließen konnte, zur Vertreibung des Aberglaubens wählte man solches, mit dem abergläubische Überlieferungen sich verbinden ließen und zur Unterhaltung der Jugend musste das Außergewöhnliche, das Seltene dienen.

So wurde manches Fremdartige und Ungehörige in den Lehrstoff hineingezogen. Man hatte keine richtige Vorstellung von dem Verfahren, mittelst dessen man zur Aufstellung von Naturgesetzen gelangt. Man verkannte ganz, dass durch eine richtige Kenntnis der Naturerscheinungen der Aberglaube von selbst beseitigt, der Gedanke an einen allweisen und allmächtigen Urheber auch eben so von selbst belebt, dass ferner durch die vorwaltende Benützung physikalischer Spielereien die Wissenschaft zum Spielzeuge, der Lehrer aber zum Taschenspieler herabgewürdigt werde.

Nebstdem enthielten die Lehrbücher jener Zeit grobe Fehler, zahlreiche Ungenauigkeiten und Unwissenschaftliches. Die verbreitetsten Schriften waren: Melos, Naturlehre für Bürger- und Volksschulen, 1. Aufl. 1819. Diekmann, Naturlehre in katechetischer Gedankenfolge als Gegenstand der Verstandesübung und als Anlass zur religiösen Naturbetrachtung, für Lehrer in Stadt- und Landschulen, 1. Aufl. 1826. Hellmuth, Volksnaturlehre, 1. Aufl. 1800. Nur wer einen Blick in diese Lehrbücher (!) macht, kann sich einen Begriff von den methodischen Zuständen des physikalischen Unterrichtes jener Jahrzehnte machen.

So schreibt z. B. Melos über den Schnee: „Wenn die unteren Gegenden des Dunstkreises so kalt werden, dass die darin schwimmenden, wässerigen Dünste gefrieren, so entsteht Schnee. Der Psalm sagt: Gott gibt Schnee wie Wolle, er streut Reif wie Asche.“ Derselbe Verfasser sagt in der Lehre vom Schalle: „Es ist ungereimt, wenn man glaubt, dass der hohle Schall, der oftmals beim Zuwerfen eines Grabes entsteht, den bevorstehenden Tod eines anderen aus dem Orte oder der Familie andeuten soll. Ein solcher hohler Schall

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

kann auf einem schlecht gemachten Sarge verursacht werden." In Hellmuth-Fischers Volksnaturlehre heißt es: „Stellet euch einen Wagen von Gold mit beweglichen Rädern, mit einem Kutscher auf dem Bocke und zwei Personen im innern Raume vor, ja aber dies alles so überaus klein und nett, daß ein Floh an goldener Kette mit der Maschine davonhüpft."

In jener trüben Zeit erschien 1834 der „Wegweiser zur Bildung für deutsche Lehrer" von Adolf Diesterweg, Seminardirector zu Berlin (geb. 1790 zu Siegen in Rheinpreußen, gest. 1866), einem um die Vervollkommnung der Volksbildung höchst verdienten Schulmanne und einem vollendeten Meister in der Ausübung der Elementarmethoden.

Als Zweck des physikalischen Unterrichtes in objectiver Hinsicht stellt Diesterweg auf: 1. Die möglichst vollständige Kenntnis der Erscheinungen und Thatsachen in der Natur selbst; 2. Die Kenntnis ihres regel- oder gesetzmäßigen Verlaufes, und 3. die Erforschung der sie erzeugenden Ursachen. Seine Methode bestand in Folgendem: „Die Kenntnisse der äußeren Welt erlangt man durch äußere sinnliche Anschauung; die Auffassung der einzelnen Erscheinungen ist überall das erste. Der Unterricht hat folglich dem Schüler die Erscheinungen selbst zuerst vorzuführen oder ihn zu Beobachtungen zu veranlassen, wo solche im Leben gemacht werden können, oder ihn an diejenigen die er bereits gemacht hat, zu erinnern und sie mit ihm nach ihrem Anfange, Verlaufe und Ende zu besprechen. Der Grundsatz muss festgehalten werden: Möglichst viel sinnliche Anschauung selbst; also auch Versuche oder Experimente, wo und wie es nur möglich ist, und Hinweisung auf die täglichen und jährlichen Erscheinungen bei Tag und Nacht am Himmel und auf der Erde, in der Wohnstube, in der Küche und im Keller."

„Sind die Thatsachen aufgefasst und können die Schüler ihren Verlauf mündlich beschreiben, so folgt als zweites die Aufmerksamkeit auf und das Nachdenken über den gesetzmäßigen Verlauf der Erscheinungen, einer einzelnen, welche als Repräsentantin einer ganzen Classe zu betrachten ist, oder einer Mehrheit dem innern Wesen nach gleicher Erscheinungen. Also zuerst sinnliche Beobachtung, anschauliche Betrachtung, Bestimmung des Verlaufes und dann Aufsuchung des Naturgesetzes."

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das dritte ist die Aufspürung der den Gesetzen und Erscheinungen zugrunde liegenden verborgenen Ursachen und Kräfte. Also zuerst überall das Was, dann das Wie und zuletzt das Warum, oder Erscheinung, Gesetz, Ursache".

Dies ist wohl unstreitig der einzig richtige Weg für den Elementar-Unterricht. Nur diese inductive Methode ist bildend, denn sie schreitet vom Concreten zum Abstracten vor. Leider wurden die Vorschläge Diesterwegs für die Methode des physikalischen Unterrichtes von manchen Seiten missverstanden und auf den Stoff bezogen.

Das große Verdienst, Diesterwegs Vorschläge in zahlreichen physikalischen Lehrbüchern für die Volksschule praktisch zur Ausführung gebracht zu haben, gebührt dem Seminardirector J. Crüger.

Mehr noch brachte Dr. Bänitz in seinen Lehrbüchern, in denen er den physikalischen Unterricht in drei concentrischen Kreisen aufbaut, den Grundsatz zur Geltung: „Schreite vom Leichteren zum Schwereren vor."

Was insbesondere das österreichische Volksschulwesen betrifft, so erfuhr dasselbe nach dem Jahre 1774 eine bedeutende Reform, indem die große Kaiserin Maria Theresia den um das Schulwesen in Schlesien verdienten Abt Johann Ignaz von Felbiger zu diesem Zwecke nach Wien berief, wo ihm die Stelle eines Generaldirectors des Schulwesens für die österreichischen Staaten übertragen wurde. Er organisierte drei Arten von Schulen: 1. Normalschulen in den Provinzial-Hauptstädten, in denen nicht nur Religion, Lesen, Schreiben und Rechnen, sondern auch Geschichte, Geographie, Naturlehre, Anfangsgründe der Geometrie, Mechanik, kurz Wissenschaften gelehrt wurden, „in welchen sich der künftige Handwerker, Künstler, Landwirt, Chirurg, Apotheker üben musste." 2. Hauptschulen in größeren Städten, in denen dasselbe gelehrt wurde, was in den Normalschulen vorkam, jedoch nicht in demselben Umfange. 3. Trivialschulen, in diesen lehrte man Religion, Lesen, Schreiben und Rechnen. Beinahe ein Jahrhundert später erschien das Reichsvolksschulgesetz vom 14. Mai 1869, welches der Volksschule die Aufgabe zuweist, „die Kinder sittlich religiös zu erziehen, deren Geistesthätigkeit zu entwickeln, sie mit den zur weiteren Ausbildung für das Leben erforderlichen Kenntnissen und Fertigkeiten auszustatten, und die Grundlage für Heran-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bildung tüchtiger Menschen und Mitglieder des Gemeinwesens zu schaffen."

Durch dieses Gesetz erhielten die Realien, unter ihnen die Naturlehre einen angemessenen und hoffentlich bleibenden Platz im Lehrplane für Volks- und Bürgerschulen.

III. Literatur.

In Folgendem sollen insbesondere Werke angeführt werden, welche nur mäßige oder keine Anforderungen an das mathematische Wissen des Lesers stellen, ferner gemeinfassliche Schriften, welche die neuesten Fortschritte auf einzelnen Gebieten der Naturlehre behandeln und zur Erweiterung der Kenntnisse des Volks- und Bürgerschullehrers dienen können, dann Bücher, welche die Methodik oder Experimentierkunde der Naturlehre betreffen, und endlich solche, welche als Lehrbücher an unteren Classen von Mittelschulen, oder an Bürger- und Volksschulen gebraucht werden.

Arendt Dr. Rudolf. Der Anschauungsunterricht in der Naturlehre als Grundlage für eine zeitgemäße allgemeine Bildung und Vorbereitung für jeden höheren naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig 1869. 60 kr.

— Materialien für den Anschauungsunterricht in der Naturlehre. Leipzig 1 fl. 08.

Baenitz Dr. C. Lehrbuch der Physik in populärer Darstellung. Nach methodischen Grundsätzen für gehobene Lehranstalten so wie zum Selbstunterrichte bearbeitet. Mit 307 Abbildungen. Berlin, Mittler und Sohn 1881. 2,50 M.

Lüben schreibt im 23. Bande seines pädagogischen Jahresberichtes: Wir empfehlen das treffliche Buch besonders den Lehrern der Volks- und Bürgerschulen, nicht minder aber denen der Seminare.

— Leitfaden für den Unterricht in der Physik. Nach methodischen Grundsätzen bearbeitet. Mit 200 Abbildungen Berlin, A. Stubenrauch 1880. 1 M.

Auf jeder Seite des Buches bekundet der Verfasser, dass 'er es versteht das Wichtigste und Wissenswerteste auszuwählen und dieses in meisterhafter Weise zu vertheilen und zu ordnen. (Erziehung der Gegenwart, Dresden.)

— Physik für Volksschulen. Mit 115 Abbildungen. 10. Auflage. Berlin, Stubenrauch 1880. 0,60 M.

Eine vorzügliche Gabe für Volksschulen. (Mecklenburgsche Schulzeitung.)

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Balfour-Stewart. Physik. Deutsch von Warburg. 2. Auflage. Mit Abbildungen. Straßburg, J. Trübner. 0,80 M.

Dieses Werkchen kann den Schul- und Volksbibliotheken zur Anschaffung warm empfohlen werden.

Ballauf Ludw. Die Grundlehren der Physik in elementarer Darstellung. Für das Selbststudium bearbeitet. 3 Bände. Langensalza, Beyer und Söhne 1881. 10 M.

Das Buch hat namentlich die Bestimmung, für den Volksschullehrer und seine Bedürfnisse dienen zu sollen. Es führt den Leser in das Wesen der Physik nach neueren Anschauungen ein. Nur soll man sich nicht verleiten lassen, an das Studium des Buches zu gehen, wenn man sich nur gleichsam spielend mit den Lehren dieser Wissenschaft vertraut machen will. (Österreich. Schulbote.)

Brewer C. E. Katechismus der Naturlehre, oder Erklärung der wichtigsten physikalischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens. Bearbeitet von H. Gretschel. Mit 55 Holzschnitten. Leipzig, J. Weber 1876. 2 M.

Carl Ph. Die elektrischen Naturkräfte. Der Magnetismus, die Elektricität und der galvanische Strom mit ihren hauptsächlichsten Anwendungen. Mit 113 Holzschnitten. 2. Auflage. München, Oldenbourg. 3 M.

Dieses Werk bildet den 6. Band der so schnell beliebt gewordenen naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte."

— Die Wärme. Nach dem Französischen des Professors Cazin in Paris. Mit 92 Holzschnitten. 2. Auflage. München, Oldenbourg. 3 M.

Dieses Buch bildet den 3. Band derselben Volksbibliothek. Beide Arbeiten sind gleich weit entfernt vom bloßen Kathederton als von verständnisloser Verflachung.

Crüger J. Dr. Die Physik in der Volksschule. Ein Beitrag zur methodischen Gestaltung des ersten Unterrichts in der Physik. Mit 32 Holzschnitten. 13. Auflage. Leipzig, Körner 1880. 2 M.

— Naturlehre für Volksschulen. 16. Auflage. Mit 88 Holzschnitten. Leipzig, Körner 1880. 1 M.

— Grundzüge der Physik mit Rücksicht auf Chemie als Leitfaden für die mittlere physikalische Lehrstufe. 20. Auflage. Leipzig, Körner 1881. 2,50 M.

Es ist das eine für gehobene Anstalten bestimmte, concentrische Erweiterung des ersten Cursus, welche vom Leichteren zum Schwereren fortschreitend, auch die complicierten Gesetze und die zusammengesetzten Apparate umfaßt

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

und mit Andeutungen über die Einheit der Naturkräfte schließt. (Kehr's Geschichte der Methodik des deutschen Volksschulunterrichtes.)

Dauber A. Schul-Physik. Mit 101 Holzschnitten. Hannover, Hahn. 1875. 2,25 M.

Der Verfasser ist bemüht, den Schülern eine wohlgeordnete und befestigte Kenntnis der Grundbegriffe der Physik zu verschaffen und in ihnen die Lust an geistiger Thätigkeit und den Sinn für die Natur zu beleben.

Erler W. Lehrbuch der Naturlehre. 4. Auflage. Mit 203 Holzschnitten. Berlin, Dümmler 1874. 2 M.

Fahle und Lampe. Physik des täglichen Lebens. Rationelle Naturlehre. 2. Ausgabe. Leipzig, Quandt und Händel. 4 M.

Frick, Dr. Anleitung zu physikalischen Versuchen in der Volksschule, bearbeitet von F. H. Lehmann, Seminardirector. Mit 173 Holzschnitten. 2. Auflage. Braunschweig, Vieweg und Sohn 1870. 2,20 M.

Das Werkchen ist sehr praktisch angelegt. Die Beschreibung ist klar und fasslich, so dass man leicht darnach arbeiten kann.

— Die physikalische Technik oder Anleitung zur Anstellung von physikalischen Versuchen und zur Herstellung von physikalischen Apparaten mit möglichst einfachen Mitteln. 5. Aufl. Mit 998 Holzschnitten, Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1876. Preis M. 12.—

Gretschel Heinrich Dr. Katechismus der Physik. Mit 132 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, J. Weber. 1876 2 M.

Der Lehrstoff ist in correcter Weise gegeben, die Antworten sind in gedrängter Kürze gehalten.

Hamm, W. Die Naturkräfte in ihrer Anwendung auf die Landwirtschaft. Mit 64 Holzschnitten. München, Oldenbourg. M. 3.—

20. Band der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte".

Heussi J. Der physikalische Apparat. Anschaffung, Behandlung und Gebrauch desselben. Für Lehrer und Freunde der Physik. Leipzig, P. Frohberg, 1875. M. 10.—

Der Verfasser dieses höchst schätzenswerten Buches hat den Grundsatz festgehalten, alles das besonders zu berücksichtigen, was zur Veranschaulichung der jedem Gebildeten nächstliegenden, darum hier wichtigsten, Erscheinungen und Gesetze dient, und hat demnach „wissenschaftliche Specialitäten und amüsierende Curiositäten" übergangen. Die Apparate werden nicht nur durch das Wort, sondern auch durch das Bild veranschaulicht.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hofer J. Grundriss der Naturlehre für Volks- und Bürschulen. 6. Aufl. Wien, C. Gräser.

Dieses Buch hat durch wiederholte Auflagen seine Brauchbarkeit erwiesen.

Hoffmann Franz, Director der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Brünn, Lehrbuch der Physik beim Unterrichte an gewerblichen Fortbildungsschulen. 2. Aufl. Prag S. Tempsky 1879 M. 3.—

Der Verfasser behandelt alle Theile der Physik ohne Mathematik. Hervorgehoben zu werden verdient auch, dass so manche neuere Apparate z. B. das Telephon Berücksichtigung fanden.

Kauer A. Lehrbuch der Naturlehre für Lehrer- und Lehrerinnen bildungsanstalten. Wien Hölder. 1879, 1—3. Theil. 3. 42 M.

Koppe K. Der erste Unterricht in der Naturlehre. Mit 80 Holzschnitten. 5. Aufl. Essen, Bädeker, 1877. M. 1.20

Krebs G. Dr. Leitfaden der Physik u. astronomischen Geographie, insbesondere für höhere Töchterschulen. Mit 231 Abbildungen und 1 Spektraltafel. Leipzig Veit und Comp. 1881. M. 2,20

Der Lehrstoff ist sorgfältig ausgewählt und in übersichtlicher Weise dargestellt. Für den angegebenen Zweck ein recht brauchbares Buch.

— Lehrbuch der Physik und Mechanik für Real- und höhere Bürgerschulen, Gewerbeschulen u. Seminarien. 4. Aufl. Mit 318 Holzschnitten, 2 lithographierten Tafeln und 1 Spektraltafel. Wiesbaden J. F. Bergmann. 1882, M. 3.60

Bei aller Fasslichkeit ist das Buch in streng wissenschaftlichem Geiste gehalten. Es behandelt in zusammenhängender Darstellung diejenigen Lehren der Physik, welche dem jugendlichen Alter zugänglich u. für Wissenschaft u. Leben besonders bedeutsam sind. (Dr. Baenitz in seinem Werke: „Der naturwissenschaftliche Unterricht an gehobenen Lehranstalten.")

Krist Jos. Dr. Anfangsgründe der Naturlehre für die Unterclassen der Mittelschulen, besonders der Gymnasien. 11. Aufl. Mit 210 Holzschnitten. Wien Braumüller, 1882 M. 3

Das Buch stützt alle Lehren auf vorgeführte Experimente und zeichnet sich durch Klarheit und präcise Fassung aus. Es enthält auch die Grundlehren der Chemie.

Lettau H. Naturlehre. Ein Wiederholungs- und Übungsbüchlein für niedere Elementarschulen. Mit 40 Abbildungen. 4. Aufl. Leipzig Ed. Peter, 1881, M. 0.20

Ein empfehlenswertes Schriftchen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Lommel E. Dr. Wind und Wetter. Gemeinfaßliche Darstellung der Meteorologie. Mit 66 Holzschnitten. 2. Aufl. München Oldenbourg. 1880 M. 3.—

Das Buch bildet den 10. Band der „Naturkräfte". Es zeichnet sich durch Klarheit und elegante Darstellung aus und ist ganz geeignet, bei dem Leser manche noch vorkommende irrige Ansichten zu berichtigen.

— Lexikon der Physik und Meteorologie. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1882. M. 4.—

Merkel Fr. Das Mikroskop u. seine Anwendung. Mit 132 Holzschnitten. München, Oldenbourg. M. 3.—

Bildet den 14. Band der „Naturkräfte."

Müller Joh. Dr. Grundriss der Physik und Meteorologie für Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen, sowie zum Selbstunterrichte, bearbeitet von E. Reichert. Mit 622 Holzschnitten und 1 Spektraltafel. 13. Aufl. Nebst einem Anhange, physikalische Aufgaben und deren Auflösung enthaltend. Braunschweig, Vierweg u. Sohn, 1881. M. 7.—

Die leichtfaßliche Sprache, die zahlreichen instructiven Holzschnitte, Vermeidung schwieriger mathematischer Entwicklungen werden dem Werke stets neue Freunde gewinnen. (Prof. Dr. Rothe im Pädagogischen Jahresberichte XXXIV.)

Netoliczka Eugen Dr. Die Physik in der Volks- und Bürgerschule. Anleitung zur Behandlung des ersten Unterrichtes in der Physik und Chemie für Lehrer und Lehramtscandidaten. Wien A. Pichler's Witwe & Sohn. 1879. 1. Band Methodik. fl. 1.— 2. Band Experimentierkunde. Mit 140 Abbildungen. fl. 1.—

Sowohl die „Methodik" als auch die Experimentierkunde, welche eine gediegene Anleitung zur Behandlung des ersten Unterrichtes in der Physik und Chemie bilden, werden mit Vortheil von jüngeren, dem Bürgerschullehramte sich widmenden Candidaten benutzt werden. Es wird durch sie gewiss eine, lange Zeit hindurch fühlbar gewesene Lücke ausgefüllt. (Prof. Dr. Wallentin im „Wegweiser durch die pädagogische Literatur".)

— Lehrbuch der Physik und Chemie für Bürgerschulen und die Oberclassen der Volksschulen in drei concentrischen Kreisen. 1. Stufe, für die sechste Classe. Mit 78 in den Text gedruckten Holzschnitten. 25. Auflage. 2. Stufe, für die siebente Classe. Mit 78 Holzschnitten. 17. Auflage. 3. Stufe, für die achte Classe. Mit 49 Holzschnitten. 9. Auflage. Wien, Pichlers Witwe u. Sohn. 1882. Preis jeder Stufe à fl. —.25.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wir können dieses Lehrbuch als in seiner Art vorzüglich bezeichnen und fügen nur den lebhaften Wunsch bei, dass man in Volks- und Bürgerschulen, an welchen ja dasselbe vielfach eingeführt ist, den Inhalt desselben und die Behandlungsweise des Lehrstoffes, wie sie durch dieses Buch vorgezeichnet ist, genau würdige und nicht in der einen Richtung das Maß überschreite, in der anderen dem Ziele zu ferne bleibe. (Prof. Dr. Wallentin im „Wegweiser für pädagogische Literatur.")

— Die Naturlehre für den Unterricht in den höheren Classen der Volksschulen. Mit 103 Holzschnitten. 10. Auflage. Wien, Pichler's Witwe, Sohn. 1882. fl. —.40.

Ein ausgezeichneter Leitfaden für den Physikunterricht an Volksschulen. Der Stoff ist methodisch verarbeitet. Immer ist zuerst der Versuch voraus geschickt, dann folgt die Erklärung. (Schweizer. Lehrerzeitung.)

Der Verfasser behandelt den physikalischen Lehrstoff gehobener Volksschulen in klarster und übersichtlichster Weise. Seine Entwickelung ist im höchsten Grade concis, die Darstellung lichtvoll und übersichtlich gegliedert. Die Abbildungen sind vorzüglich. Wir empfehlen es dringend allen Lehrern. (Baierische Lehrerzeitung.)

— Kleine Physik für die unteren Classen der Volksschulen in Gesprächsform. 4. Auflage. Verlag von Leykam Josefsthal in Graz, 1872 fl. —.30.

Dieses Werkchen wurde auch ins Schwedische und Slovenische übersetzt.

Wir begrüßen dieses Büchlein als eine sehr zeitgemäße Erscheinung. Die Auswahl aus dem großen Gebiete der Physik ist eine gelungene, denn sie traf gerade diejenigen Erscheinungen, deren Erklärung dem Volke am meisten noththut; desgleichen empfiehlt sich das Werkchen durch eine gemeinverständliche Sprache. Wir können dasselbe allen Lehrern Österreichs warm empfehlen. (Schulzeitung für Innerösterreich.)

Überall von der Erscheinung ausgehend, weiß der Verfasser seine Fragen so einzurichten, daß die Schüler das herrschende Gesetz in derselben selbst aufzufinden imstande sind. Und dies ist auch jedenfalls der richtige Weg für den physikalischen Unterricht in der Volksschule. Wem es also darum zu thun ist, seine Schüler mit den wichtigsten Erscheinungen und Gesetzen in der Natur und der vielfältigen Anwendung derselben im täglichen Leben auf eine angenehme und natürliche Weise bekannt zu machen, dem ist das Werkchen aufs Wärmste zu empfehlen. (Ungarischer Schulbote.)

— Physikalische Aufgaben nebst ihrer Auflösung für Unterrealschulen und Untergymnasien. Wien Hartleben's Verlag. 1867.

Der Inhalt ist von reicher Mannigfaltigkeit, größtentheils den Naturwissenschaften, der Geographie u. Industrie entnommen, ganz geeignet, das jugendliche Interesse anzuregen. Eine reiche Auswahl von Aufgaben, die jedem

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Talente das Zusagende zu bieten vermag, kann dem einsichtsvollen Lehrer eine höchst willkommene Unterstützung gewähren, und er wird da gerne die leichtesten Aufgaben für seine schwächeren Schüler am reichlichsten bedacht sehen. Dass dies hier wirklich geschehen, kann dem pädagogischen Takte des Verfassers nur zum Lobe gereichen. Das Werkchen verdient, dass die Lehrer des Faches auf dieses ihnen gewiß erwünscht kommende Übungsbuch aufmerksam gemacht werden. (Zeitschrift für österr. Gymnasien.)

Pfaff F. Das Wasser. Mit 57 Holzschnitten, 2. Auflage. München, Oldenbourg 3 M. Bildet den 4. Band der „Naturkräfte".

Pisko Fr. J. Dr. Licht und Farbe. Eine gemeinfassliche Darstellung der Optik. München Verlag von Oldenbourg. 1876, fl. 3.60

Dieses Werk bildet den zweiten Band der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte". Pisko ist einer jener wenigen Gelehrten, die es verstehen, die schwierigsten Lehren auf die anziehendste Weise zu popularisieren. Der gebildete Laie, der an der Hand dieses Führers das Gebiet der Optik betritt, wird es kaum merken, dass er es hier mit einem der schwierigsten Theile der Physik zu thun hat.

Radau R. Die Lehre vom Schall. Gemeinfassliche Darstellung der Akustik. 2. Auflage. München Oldenbourg. 1875, M. 3.

Radaus Akustik bildet den ersten Band der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek „Die Naturkräfte". Die wichtigsten Lehren vom Schalle werden in diesem Buche, ohne dass sie in eine streng systematische Reihenfolge gezwängt werden, auf eine den Leser fesselnde, nicht ermüdende Weise vorgeführt Das Buch ist mit vielen instructiven Holzschnitten versehen.

Reis P. Lehrbuch der Physik, einschließlich der Physik des Himmels, der Luft und der Erde. Gemäß der neueren Anschauung und mit den neuesten Fortschritten. Für Gymnasien, Realschulen und ähnliche Lehranstalten. 5. Auflage. Mit 297 Holzschnitten und 829 Aufgaben nebst Lösungen. Leipzig Quandt u. Händl. 1882. M. 4, 50

Für jeden, der seine Kenntnisse in diesem Fache nach dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft erweitern will, ein vorzügliches Buch, welches reichhaltigen Stoff enthält, und in den Anmerkungen eine elementar-mathematische Begründung der ausgesprochenen Sätze gibt.

— Naturlehre für höhere Töchterschulen. Erscheint in Lieferungen. Köln, M. Du Mont-Schauberg'sche Buchhandlung.

Von den vielen Lehrbüchern neueren Datums, welche die Naturlehre in der allerelementarsten Weise., d. h. mit Benützung der geringfügigsten mathematischen Vorkenntnisse behandelt, enthalten, nimmt dieses jedenfalls eine der hervorragendsten Stellen ein. (Wegweiser für pädag. Literatur.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schmidt, Hilfsbuch für den Unterricht in der Naturlehre an höheren Töchterschulen und bei der Repetition für das Lehrerinnen-Examen. Breslau, Morgenstern. 1879, M. 0.80.

Schödler F. Dr. Das Buch der Natur. Erster Theil: Physik, Astronomie und Chemie. 21. Aufl. Mit 400 Holzschnitten, einer Spektraltafel, Sternkarten und einer Mondkarte. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1879. M. 4.80.

Ein sehr empfehlenswertes Buch.

Schubert K. Anfangsgründe der Naturlehre für die oberen Classen der Volks- und Töchterschulen leichtfaßlich dargestellt. 9. Auflage. Mit Holzschnitten. Wien, C. Gräser. M. 1.68.

Schulze Rud. Dr. Die physikalischen Kräfte im Dienste der Gewerbe, der Kunst und der Wissenschaft. Mit 400 Holzschnitten, 15 großen Abbildungen außerhalb des Textes und 3 Buntdruckkarten. Leipzig, Paul Frohberg, 1878. M. 16.—.

Berücksichtigung der neuesten Forschungen, Einfachheit und Klarheit der Sprache, wahrhaft wunderschöne Ausführung der Figuren sind die Hauptvorzüge dieser bedeutenden literarischen Erscheinung. Es kann sich der mit wenigen physikalischen Lehren ausgerüstete Lehrer aus diesem Buche in den neuesten Fragen der physikalischen Forschung, soweit dabei das experimentelle und technische Gebiet in Betracht kommt, Raths erholen und es sollte dieses Buch in keiner Familien-Bibliothek fehlen. (Dr. Wallentin im „Wegweiser durch die pädag. Literatur.")

Siegmund Ferd. Die Wunder der Physik und Chemie. Für Leser aller Stände gemeinfaßlich bearbeitet. Mit 400 Illustrationen. Wien, Hartleben. M. 10.80.

Der Verfasser war sichtlich bemüht, durch eine klare, mit möglichster Vermeidung aller überflüssigen Fremdwörter, jedermann verständliche Sprache ein Buch zu bieten, das sich hoffentlich wie die früheren Arbeiten dieses Autors zahlreiche Freunde erwerben wird. (Pädag. Zeitschrift in Graz.)

Sprockhoff A. Grundzüge der Physik. Hannover 1880. Verlag von C. Meyer. M. 2.—.

— Schulnaturlehre. Die wichtigsten physikalischen Erscheinungen und die gebräuchlichsten Apparate und ihre Anwendung in Wort und Bild. Hannover, Meyer, 1880. M. 1.—.

— Einzelbilder aus der Physik. Erscheinungen und Apparate, deren Verständnis und Gebrauch besonders wichtig und leicht zugänglich ist. Hannover, Meyer, 1880. M. 0.50.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In den genannten drei Werkchen unternahm es der Verfasser, für verschiedene Schulverhältnisse das Wichtigste aus dem Gebiete der Naturlehre in knapper Form und übersichtlicher Anordnung darzustellen. Er geht von dem in vielen Elementarbüchern weniger beachteten Grundsatze aus, dass der Lehrstoff auf wissenschaftlicher Grundlage beruhen müsse, womit er jedoch nicht wissenschaftliche Behandlung des Stoffes gemeint wissen will, sondern dass alles, was gelehrt wird, auf dem Grunde wissenschaftlicher Forschung beruhe.

Swoboda K. Lehrbuch der Naturlehre für den Unterricht an achtclassigen Volks- und Bürgerschulen. In drei concentrischen Lehrstufen. Wien, Hölder 1879. 3 Bändchen à M. 0.52.

Teller Ed. Physik in Bildern. Leipzig Spamer's Verlag, 1878. 2 Theile. M. 6.—.

Diese Bilder sind so lebenskräftig und farbenreich, dass kaum eine zweite Sorte dieser Art vorliegen mag. Das Werk ist namentlich den Bibliotheken der Pädagogien zu empfehlen; sie werden den Zöglingen dieser Anstalten gewiss eine Quelle vieler vergnügter Stunden bieten, die zugleich auch wissenschaftliche Bildung ihnen erschließen. (Österr. Schulbote.)

Ule O. Warum und Weil. Fragen und Antworten aus den wichtigsten Gebieten der gesammten Naturkunde. 5. Auflage von Langhoff bearbeitet. Berlin, Klemann 1881. M. 3.50.

Ein sehr empfehlenswertes Buch.

— und A. **Hummel**. Physikalische und chemische Unterhaltungen. Ein Volksbuch. Mit 99 Holzschnitten. Leipzig Fleischer, 1872.

Die Verfasser betrachten als Hauptsache die Erläuterung der wichtigsten, überall im Leben entgegentretenden Erscheinungen und der Anwendung physikalischer und chemischer Gesetze auf die Gebiete des praktischen Lebens in Haus und Gewerbe.

Waeber R. Lehrbuch der Physik, mit besonderer Berücksichtigung der physikalischen Technologie und der Meteorologie. Mit 437 Abbildungen und 1 Spektraltafel. Leipzig J. Hirt und Sohn. 1878. M. 3.60.

Dieses Buch zeichnet sich aus durch zweckmäßige Beschränkung und sorgfältige Auswahl des Stoffes, durch Bestimmtheit und Bündigkeit der Darstellung und durch eine den strengsten Anforderungen der modernen Pädagogik entsprechende Methode der Durchführung. Es setzt geringe Vorkenntnisse voraus. (Österr. Schulbote.)

Wallentin Ignaz Dr. Grundzüge der Naturlehre für die unteren Classen der Gymnasien, nebst einem Anhange, die Elemente der mathematischen Geographie und Astronomie enthaltend. Mit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

242 Holzschnitten. Wien, Pichler's Witwe & Sohn. 1881. fl. 1.30.

Nach inductiver Methode vorwärts schreitend, verzichtet der Verfasser im Ganzen auf einen mathematischen Gang, hält sich mehr an die Versuche und wird sowohl hiedurch, als auch die vielen Holzschnitte sehr anschaulich. Sicher werden diese „Grundzüge" nicht weniger Beifall finden, als sein Lehrbuch für die oberen Classen der Mittelschulen. (Zeitschrift „Die Natur".)

Weinhold Ad. F. Vorschule der Experimentalphysik. Naturlehre in elementarer Darstellung nebst Anleitung zum Experimentieren und zur Anfertigung der Apparate. 2. Auflage. Mit über 400 Holzschnitten und 2 Farbentafeln. Leipzig, Quandt und Händel, 1874. M. 10.—.

Bei dem Weinhold'schen Buche ist es weniger der Lehrgang, welcher das Werk als eine hervorragende Erscheinung vor vielen anderen rühmlich hervorhebt, als vielmehr die geschickte Darstellung des Lehrverfahrens und besonders die Rücksicht auf die Anleitung zur Anfertigung der zum Experimentieren erforderlichen Apparate. Durch dieses Buch ist die „physikalische Technik" von Frick weit übertroffen. (Kehr, Geschichte der Methodik des deutschen Volksschulunterrichtes.)

Wirth G. Die Fortschritte der Naturwissenschaften mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Anwendung. Mit Illustrationen. Erscheint in Heften. Langensalza, Schulbuchhandlung.

Wir finden darin sehr faßlich abgehandelt: das Telephon, Mikrophon, den Phonographen, das elektrische Licht, die Spektral-Analyse, die elektrische Telegraphie, die Galvanoplastik, die Photographie, das Auge und das Sehen, Gasbeleuchtung 2c.

Zech P. Dr. Das Spektrum und die Spektralanalyse. Mit 33 Holzschnitten und einer Tafel. München, Oldenbourg M. 3.—.

Dieses Buch bildet den 15. Band der „Naturkräfte". Es ist anziehend und wissenschaftlich correct geschrieben.

Zöllner Jul. Die Kräfte der Natur und ihre Benützung. Mit 450 Text-Bildern, 3 Tonbildern und einem Titelbilde. Leipzig und Berlin, Otto Spamer.

Das Werk bildet eine physikalische Technologie. Der Verfasser hat die interessantesten Erfindungen physikalischer Natur neben einander gestellt und war bemüht, zugleich einen geordneten Überblick über das große Reich der Physik und einen Einblick in seine Gliederung und Gesetze zu geben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Für jene, die noch speciell in der Chemie sich näher belehren wollen, empfehlen wir einige leicht fassliche Werke:

Baenitz C. Lehrbuch der Chemie unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Technologie in populärer Darstellung. Mit 202 Holzschnitten und 1 Farbentafel. 4. Auflage, Berlin A. Stubenrauch, 1882. M. 2.—.

Wir erkennen in diesem Buche ein Muster von pädagogischer Lehrweise in Auswahl und Vertheilung des Stoffes an. (Zeitschrift „Die Natur".)

Johnston, Chemie des täglichen Lebens. Neu bearbeitet von Fr. Dornblüth. Mit 118 Abbildungen. Stuttgart C. Krabbe, 1882. M. 6.—.

Dieses Buch wird von verschiedenen Seiten als Musterbuch naturwissenschaftlicher Unterhaltung und Belehrung bezeichnet.

Reis, P. Erster Unterricht in der Chemie, vereint mit der Mineralogie. 2. Auflage, Mainz, von Zabern, 1876. M. 3.—

Roscoe H. E. Chemie. 2. Auflage, Deutsch von F. Rose. Straßburg, J. Trübner. M. 0.80.

Stöckhardt J. A. Die Schule der Chemie oder erster Unterricht der Chemie, versinnlicht durch einfache Experimente. 19. Aufl. Mit 219 Holzschnitten und 1 Spektraltafel. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1881. M. 7.—.

Ule O. Warum und Weil. Chemischer Theil von F. Langhoff. Mit Holzschnitten. Berlin, J. Klemann. 1878. M. 2.75.

Waeber R. Leitfaden für den Unterricht in der Chemie. Illustriert. 3. Auflage. Breslau, F. Hirt. M. 0.80.

IV. Zweck des physikalischen Unterrichtes.

Der Zweck des physikalischen Unterrichtes an Volks- und Bürgerschulen, ist ein doppelter, ein formaler und ein materieller. In ersterer Beziehung sollen die Sinne, der Verstand und das Gemüth durch denselben geweckt und gebildet werden, in letzterer Hinsicht soll der Schüler die naheliegenden und wichtigsten physikalischen und chemischen Veränderungen mit Rücksicht auf die Bedürfnisse des bürgerlichen Lebens und auf die Erscheinungen in der Natur kennen lernen.

Wie viele leben dahin, ohne zu beobachten, was um sie vorgeht, wie viele beobachten ungenau und unvollständig! Ich habe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schüler, sogar an Mittelschulen angetroffen, die mir nicht mit Sicherheit anzugeben wussten, ob Roth oder Violett die unterste Farbe eines Regenbogens sei, und doch hat jeder von ihnen bereits unzählige male in seinem Leben einen Regenbogen betrachtet.

Dr. Waitz schreibt in seiner allgemeinen Pädagogik: „Es geht mit dem Sehen und Hören, wie es mit dem Sprechen geht; jeder lernt es zwar von selbst, und um so besser, je gebildeter seine Umgebung ist; aber er lernt es nur so weit, als das unmittelbar praktische Bedürfnis ihn dazu nöthigt, und bringt es darin nie weiter, als zu einer sicheren mechanischen Fertigkeit; er gewinnt weder Einsicht in die Gründe seines Thuns, noch bewusste Herrschaft über seine einzelnen Thätigkeiten. Wie Weniges sieht ohne besondere Anleitung gewöhnlich der Bauer in der Natur. Wer unter ihnen aufwächst, bleibt gleich kurzsichtig, wenn ihm nicht eine höhere Bildung der Sinne durch besonderen Unterricht mitgetheilt wird."

Die meisten Kinder machen bereits ohne Anleitung und unbewusst naturwissenschaftliche Beobachtungen. Sie werden aufmerksam auf Erscheinungen des Schalles, das Pfeifen des Windes in Thür- und Fensterspalten, das Echo, das Nachklingen einer Thurmglocke nach dem letzten Schlage, sie bemerken, dass Blitz und Knall eines in der Entfernung abgeschossenen Gewehres nicht zugleich wahrgenommen werden, sie gewahren dies auch beim fernen Blitze, sie hören das Rollen des Donners, sie werden sehr bald auf die Witterungserscheinungen aufmerksam, auf die Erscheinungen des Lichtes, auf Spiegelbilder, die Spektralfarben eines Glasprismas, auf manche Brechungserscheinungen im Wasser, sie sehen Barometer und Thermometer, die dahinbrausende Locomotive, bemerken aber auch kleine Wirkungen des Dampfes in der Küche, sie machen die Erfahrung, dass an kalten Wintertagen das Steinpflaster in den Kirchen mit Brettern belegt wird, dass an einem heißen Sommertage eine den Sonnenstrahlen ausgesetzte Metallplatte uns beim Anfühlen wärmer erscheint als eine Holztafel, und so gibt es unzählige Dinge, welche den Kindern nach und nach auffallen. Die Kinder bringen demnach oft ein größeres Material der Erfahrung mit zur Schule, als wir ahnen, und dieses soll vor allem zur Bildung der Sinne und des Verstandes verwertet werden. Der berühmte englische Naturforscher Huxley wurde gefragt, wann der erste naturwissenschaftliche Unter-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

richt beginnen solle; er antwortete: Mit dem Aufdämmern der Intelligenz, das Kind sucht Belehrung in den naturwissenschaftlichen Dingen, sobald es zu sprechen beginnt. Der erste Unterricht, den es nöthig hat, ist ein Anschauungsunterricht; sobald es fähig ist zu irgend welchem Unterrichte, so ist es auch befähigt für ein kleines Maß von Naturwissenschaft."

Wie oft hören wir Kinder fragen: „Was ist das? Wie, warum geschieht dies?" Der Mensch ist also ein geborner Physiker, er forscht nach Gesetzen und Ursachen einer Erscheinung. Sollen wir diesen Fingerzeig unbeachtet lassen? Die Wissbegierde des Kindes unterdrücken wollen, wäre gewissenlos. Den Fragen, in denen sich oft des Kindes reine Seele abspiegelt, und die es an uns mit Vertrauen unbefangen stellt, muss eine Antwort werden, und zwar eine richtige. Man darf nicht mit der Einwendung daherkommen, als wäre oft ein richtiger Aufschluss dem Kinde zu geben nicht möglich, weil er über der Fassungskraft desselben liegt, und deshalb müsse man entweder zu einer passenden Erdichtung seine Zuflucht nehmen oder jenes mit der Erklärung auf eine spätere Zeit vertrösten.

Beides aber verstößt nach unserer Ansicht gegen die Grundsätze einer gesunden Erziehung, da man bei ersterem eigentlich die Mühe eines doppelten Lernens, ja noch mehr herbeiführt, da später das Unrichtige auch vergessen werden soll, bei dem Hinausschieben aber wenig gewonnen wird, da die Neugierde des Fragenden nur noch gesteigert wird.

Werden diese Aufschlüsse dem Kinde nicht gegeben, so wird es dem Zufalle preisgegeben, natürlich die Urtheile der großen Menge mit Hast zu den seinen machen, und diese sind nicht immer die richtigsten. Wenn nun der junge Mensch in späterer Zeit zu dem eigentlichen Borne des Wissens schreitet, naht er da wohl als ein Unbefangener, kommt er nicht bereits mit Vorurtheilen erfüllt, und wird ihm dadurch nicht die Eröffnung einer reinen Ansicht der herrlichen Natur erschwert?

Hierin liegt ein wichtiger Grund, und wir dürfen zudem nicht übersehen, dass das Kind sehr frühe schon für die Natur empfänglich wird, wir dürfen nicht übersehen, dass das Kind selbst für Beobachtungen der Natur in dieser Reinheit ganz vorzüglich geeignet sei.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Den Drang des Kindes, die Natur kennen zu lernen, auf eine vernünftige Weise zu befriedigen, ist von unendlicher Wichtigkeit. Der erste Unterricht in der Naturlehre kann freilich kein systematischer sein, und darum höre ich von vielen Seiten rufen, ist er zu verwerfen, die Wissenschaft ist kein Spielzeug für Kinder.

Die Art und Weise des Vorganges, die wir meinen, kann aber unmöglich der Wissenschaft nachtheilig sein; eine schlichte allgemeine Angabe einer Thatsache, wie es die Gelegenheit darbietet, kann immer bei einem späteren geregelten Unterrichte vortheilhaft benützt werden. Eine solche gemachte Mittheilung, die sich dem Kinde einprägt, ist freilich nur ein einziges Samenkorn, aber selbst der größte Schüttkasten besteht aus einzelnen Körnern. Die Ordnung kann ein wissenschaftlicher Unterricht später leicht herbeiführen.

Je früher man hier anfängt, desto früher gewöhnt man die kleine Menschheit an geistige Genüsse; sie sollen frühzeitig daran gewöhnt werden, „dass der Mensch nicht allein vom Brote lebe."

Hat der erste Anschauungsunterricht und auch ein Theil des ersten physikalischen Unterrichtes als unmittelbare Aufgabe das Wahrnehmungsvermögen zu entwickeln, so wird der weitere Unterricht das Vorstellungsvermögen kräftigen und zu Vergleichen verschiedener Wahrnehmungen anregen. Roßmäßler sagt: „Zur Schärfung der Sinne und zugleich zur Schärfung der vergleichenden Anschauung gibt es kein besseres Mittel, als die vergleichende Betrachtung der Naturkörper."

So werden die Kinder nach und nach durch das Hervorheben von wesentlichen und das Absehen von zufälligen Merkmalen zu Begriffen, durch das Aufeinanderbeziehen, die Verbindung oder Scheidung neben einander im Bewusstsein befindlicher Vorstellungen, zum Urtheilen, und durch die Ableitung eines Urtheiles aus zwei gegebenen Urtheilen zu Schlüssen gelangen.

Der Unterricht in der Naturlehre soll ferner auch das Gemüth der Kinder bilden. Soll er dies jedoch imstande sein, so muss vor allem der Sinn für die Natur bei den Kindern belebt und geleitet werden. Derselbe könnte selbst dort, wo er im gesunden Keime bereits vorhanden ist, durch ein unzweckmäßiges Verfahren unterdrückt, statt gefördert werden. Der Gegenstand der Naturlehre ist aber so beschaffen, dass nur wirklich entschiedene Missgriffe im Unter-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

richte imstande wären, das Interesse des Jugend abzuschwächen. Ist nun der Natursinn unserer Schüler geweckt, empfinden sie bereits Freude an der Natur, dann wird auch ihr ästhetisches und sittlich-religiöses Gefühl und ihr Charakter beeinflusst.*) Wir wollen nur noch einige Worte von Waitz anführen: „Eine richtige Welt- und Lebensansicht für den Menschen ist nur möglich auf der Grundlage der Erkenntnis seiner eigenen und seines Verhältnisses zu der ihn umgebenden Natur."

Wenden wir uns nun zu dem materiellen Ziele. Unsere Volksschule hat nach der neueren Umgestaltung aufgehört, eine bloße Vorbereitungsschule für die Mittelschulen zu sein, sie erscheint gegenwärtig als ein in sich abgeschlossenes Ganzes. Die größere Anzahl der Schüler gehen nach zurückgelegter Volksschule nicht an Mittelschulen über, sondern wenden sich der Landwirtschaft, verschiedenen Gewerben und anderen Beschäftigungen zu, bei denen die Kenntnis der Grundlehren der Physik und Chemie einen unberechenbaren Nutzen gewährt. Die Zeit ist vorbei, in welcher schon die Aneignung von Handgriffen, von mechanischen Fertigkeiten, ein ängstliches Nachahmen des bereits seit Decennien Gleichgebliebenen genügte, um ein tüchtiger Handwerker, ein guter Landwirt u. s. w. zu sein.

Eine vollständige Volksschule soll daher die Schüler so weit bringen, dass sie nach ihrem Eintritte ins praktische Leben imstande sind, leichtfasslich geschriebene Werke, die ihr Berufsfach betreffen, sowie Zeitschriften für Gewerbetreibende, Landwirte u. s. w. zu verstehen, damit sie in ihrem Fache weiter vorwärts schreiben, nicht gedankenlos in den Tag hinein arbeiten, sondern sich des Grundes aller ihrer Manipulationen bewusst werden.

Da nach unseren Volksschulgesetzen die Schulpflicht bis zum vollendeten 14. Lebensjahre dauert, so können beim Unterrichte in der Naturlehre ganz erhebliche Resultate erzielt werden, denn die Knaben an den Unterrealschulen und an den Untergymnasien stehen

*) Eine ausführliche Beantwortung der Frage: „Welchen Einfluss übt ein gründliches Studium der Physik auf die Geistesrichtung und Charakterbildung der Jugend aus, und warum ist es von solcher Wichtigkeit, dass mit dem Unterrichte in dieser Wissenschaft je früher, je besser begonnen werde?" siehe: Die Physik in der Volks- und Bürgerschule von Professor Dr. Netoliczka. Wien Pichlers Witwe & Sohn 1879.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so ziemlich in denselben Jahren. Bei den ungeheuren Fortschritten in der Industrie, in den Gewerben und Künsten macht sich das Bedürfnis naturwissenschaftlicher Kenntnisse auch in diesen Kreisen immer mehr geltend, und nur jene Männer werden in der Concurrenz mit anderen bestehen können, welche eben befähigt sind, sich die neuen Erfindungen und Verbesserungen anzueignen. Wer dies nicht vermag, wird nothwendiger Weise gar bald von seinem Nachbar überflügelt werden.

Es wäre zu wünschen, dass selbst Jünglinge, welche Mittelschulen durchgemacht haben, sich Gewerben und praktischen Betriebsunternehmungen zuwenden möchten, denn was uns in Österreich noch immer zum großen Theile abgeht, das ist ein gebildeter Handwerkerstand. In dieser Beziehung herrschen leider Vorurtheile, die im Augenblicke noch unüberwindlich dastehen; jeder, der einige Classen einer Mittelschule „studiert" hat, hält sich schon für zu „gut" für den Betrieb eines Handwerkes und darin besteht der große Irrthum. Leider gibt es deshalb eine große Kluft zwischen den Gebildeten und dem sogenannten Volke, und man kann sich nicht recht von dem Gedanken losmachen, zum Gewerbe, zum Handwerke gehöre nichts, als die Kenntnis des Lesens, Schreibens und Rechnens.

Da nun einmal dieses Vorurtheil nicht augenblicklich ausgerottet werden kann, so trachte wenigstens die Volksschule so viel als möglich zu wirken, und behandle die Naturlehre nicht als einen nebensächlichen, sondern als einen wesentlichen Bestandtheil des Unterrichtes. Sie bemühe sich, den von ihr Scheidenden nicht bloß einzelne herausgerissene Bruchstücke, sondern ein, wenn auch noch so eng begrenztes, aber doch ein Ganzes mitzugeben, damit der Schüler die Kenntnis und das Verständnis der wichtigsten Naturerscheinungen, ihrer Gesetze und der in Haus, Wirtschaft, Werkstatt u. s. w. gebräuchlichsten Apparate ins praktische Leben mit hinübernehme.

V. Lehrstoff, seine Anordnung, Lehrplan.

Bei Auswahl des Lehrstoffes schadet noch früher ein „Zuviel" als ein „Zuwenig". „Ein Minimum, welches sicher erreicht wird, ist jedenfalls viel besser, als ein Maximum, das nur prunkvoll auf dem Papiere steht," sagt Kehr.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In der Auswahl des Lehrstoffes begegnen wir bei verschiedenen Lehrern unterrichtlichen Extremen. Während manche den Gegenstand fast auf dieselbe Weite behandelt wissen wollen, wie an den unteren Classen der Mittelschulen, glauben andere, dem Unterrichte in der Naturlehre wäre Genüge geleistet, wenn man sich auf die oberflächliche Besprechung der alltäglichen Wettererscheinungen, auf die Erwähnung des Regenbogens, auf die Vorzeigung einer Magnetnadel, auf die Hervorrufung einiger elektrischer Funken an einem Elektrophor oder an einer kleinen Elektrisiermaschine und dgl. beschränke.

Wiewohl nie strenge bis zu Einzelheiten vorgezeichnet werden kann, was durchgenommen werden muss, da Umstände und Verhältnisse oft so verschieden sind, so lassen sich doch in dieser Beziehung im allgemeinen leitende Grundsätze gewinnen.

Ein Hauptgrundsatz bei der Auswahl des physikalischen Lehrstoffes für Volksschulen sei: Man leite den Schüler vor allem an, alles was in den Bereich seiner Sinneswahrnehmungen kommt, was ihm demnach Umgebung, Haus, Wirtschaft, Werkstatt, vorzüglich aber die Natur, entgegenbringt, zu beobachten und verstehen zu lernen.

Man lehre ferner nur das, was zur Anschauung gebracht werden kann, und scheide alles aus, dessen Verständnis auf dieser Stufe des Unterrichtes nicht erreicht werden kann.

Die erste Stoffauswahl muss vor allem so beschaffen sein, dass sie den Schüler für physikalische Anschauungen empfänglich mache.

Nach und nach, in einem zweiten, dritten Curse wird der Kreis der Anschauungen und Mittheilungen immer mehr erweitert werden können, aber mit steter Rücksicht darauf, dass die größere Anzahl der Schüler nach zurückgelegter Volksschule nicht an Mittelschulen übergeht, sondern sich verschiedenen Gewerben, der Landwirtschaft, oder andern Beschäftigungen zuwendet.

Eine theoretische Einleitung mit den Begriffsbestimmungen von Natur, Naturgesetz, Physik, Chemie, Kraft u. s. w. ist für diese Schüler geisttödtend. Wer dies unternimmt, versündigt sich an dem jugendlichen Geiste, den er zum mechanischen Wiedergeben unverstandener, gedächtnismäßig erlernter Worte zwingt. „Was würde man," schreibt Crüger, „zu einem Leselehrer sagen, der im Beginne seiner Stunden den Kleinen eröffnete:" „Alles Lesen besteht darin,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dass die Lautzeichen in Laute übertragen werden. Alle Laute aber zerfallen in zwei Classen, die man Vocale oder Consonanten nennt."

Wir glauben, dass der pädagagische Fehler gleich groß ist, wenn man dem Kinde, ehe man dasselbe in die Natur einführt, erst eine lange Definition von der Natur gibt. Obwohl durchaus nicht vermieden werden darf, über Porosität, Theilbarkeit, Beharrungsvermögen u. s. w. an geeigneten Orten zu sprechen, so ist es doch durchaus nicht zu empfehlen, alle diese Begriffe in einem Capitel abzuhandeln, da man nicht mit Allgemeinem beginnen, sondern vom Concreten ausgehend zum Abstracten gelangen soll. Bei dieser Gelegenheit können wir nicht umhin zu bemerken, dass man den unpassenden Namen „Trägheit" durch Beharrungsvermögen und den für Kinder schwer fasslichen veralteten Ausdruck „Undurchdringlichkeit" durch einen anderen, über den die Physiker sich zu einigen hätten, ersetzen sollte.

Wir wollen nun versuchen, aus den einzelnen Abschnitten der Naturlehre dasjenige hervorzuheben, was für achtclassige Volks- und dreiclassige Bürgerschuleen als besonders wichtig zu bezeichnen wäre.

Die Lehre von der Wärme ist jedenfalls das nothwendigste Capitel.

Wir glauben, aus der Wärmelehre folgenden Stoff als geeignet und nöthig bezeichnen zu müssen: die Ausdehnung der Körper durch Wärme, da diese so häufig praktisch verwertet wird, anderseits auf dieselbe bei manchen Arbeiten Rücksicht genommen werden muss, das für jedermann wichtige Thermometer, Erörterungen über den Luftzug und die Winde, die Wärmeleitung mit besonderer Hervorhebung zahlreicher Fälle über die Anwendungen guter und schlechter Wärmeleiter, die Erwärmung des Wassers, das Schmelzen, das Erstarren tropfbar-flüssiger Körper, die Verdunstung und das Sieden mit größtmöglichster Gründlichkeit, ebenso wende man große Sorgfalt der Behandlung des Verbrennungsprocesses zu, da man die Anwendungen desselben theils zur Beheizung, theils zur Beleuchtung jedenfalls einer ausführlicheren Besprechung unterziehen muss, man gebe in der einfachsten Weise etwas über strahlende Wärme, ohne natürlich gewisse hieher gehörende Instrumente z. B. das Differentialthermometer zu berühren, man zähle die Quellen der Wärme auf, bespreche die meteorologischen Erscheinungen, die auf Wärme beruhen,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

als Wolken, Nebel, Regen, Schnee, Hagel, Thau und Reif und erkläre zuletzt die Haupttheile einer Dampfmaschine und das Zusammenwirken dieser Theile, ohne sich deshalb ängstlich in ein zu großes Detail einzulassen.

Es ist natürlich, dass der eben angegebene Lehrstoff nicht in ununterbrochener Reihenfolge vorgenommen werden kann, was auch in den Lehrplänen für österr. Volks- und Bürgerschulen gehörig berücksichtigt wurde. Manche der angeführten Gegenstände setzen Kenntnisse aus anderen Theilen der Physik voraus, und es ist daher nothwendig, dass in concentrischen Kreisen vorgegangen werde, und zwar so, dass in jedem Jahrgange alle Partien der Physik behandelt werden, und solche Theile, welche andere voraussetzen, erst nach letzteren an die Reihe kommen. So werden wir z. B. ehe wir den Verbrennungsprocess schildern können, im chemischen Theile über Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure u. s. w. sprechen müssen; so wird der Lehre von den Dampfmaschinen manches aus der Mechanik vorausgeschickt werden müssen.

In der Lehre vom Lichte muss der Stoff mit der größten Vorsicht und mit dem Aufwande der ganzen pädagogischen Erfahrenheit ausgewählt werden. Man darf sich durch das Anregende der Gegenstände nicht verleiten lassen, dem jugendlichen Geiste zu viel zu bieten. Wir müssen uns auf das Nothwendigste beschränken. Dahin gehört vor allem die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes und die Entstehung des Schattens. Mit geringer Mühe wird man dem Schüler die Überzeugung verschaffen, daß sich das Licht in geraden Linien fortpflanze und dass die Lichtstrahlen von der Oberfläche spiegelnder Körper so zurückgeworfen werden, dass der Reflexionswinkel immer dem Einfallswinkel gleich ist. Die Beobachtung der Sonnenstrahlen, wenn sie z. B. von der Oberfläche des stehenden Wassers oder eines glatten zurückstrahlenden Körpers überhaupt zurückgeworfen werden, sowie die vollkommene Ähnlichkeit des Bildes mit dem Objecte bei einem ebenen Spiegel führte zur Erkenntnis dieses wichtigen Gesetzes, welches durch unzählige andere Erscheinungen bestätigt wird. Bei der vorgenommenen Messung dieser Winkel macht man ferner die Bemerkung, dass der einfallende und reflectierte Strahl in einer und derselben Ebene, welche auf der spiegelnden Fläche senkrecht ist, sich befinden, auch folgt aus dem zweiten Gesetze, dass

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der auf die spiegelnde Fläche senkrecht auffallende Strahl in sich selbst reflectiert wird.

Dies führt zu weiteren praktischen Bemerkungen über unsere gewöhnlichen ebenen Spiegel. Die Erscheinungen an Hohlspiegeln und erhabenen Spiegeln (Convexspiegeln) dürfen nicht übergangen werden.

Ferner wird es als wichtig erscheinen, die Verhältnisse anzugeben, von welchen die Beleuchtungsstärke abhängt, wobei man größtentheils experimentell vorgehen muss. Nachdem man dem Schüler eine richtige Vorstellung von der Brechung der Lichtstrahlen theils durch Experimente, theils durch eine Zeichnung vermittelt hat, wende man sich zum Prisma.

Hat der Schüler das herrliche Sonnenspectrum bewundert, hat er sich überzeugt, dass das Sonnenlicht in sieben farbige Strahlen zerlegt werden könne, so wird es gewiss angezeigt sein, denselben auf die Folgen dieser Thatsache aufmerksam zu machen. Der Regenbogen mit seinem herrlichen Farbenspiele könnte nicht am Firmamente erscheinen, die Thautropfen, welche uns an manchem Morgen aus allen Grashalmen als strahlende Juwelen entgegenfunkeln, würden ihre Farbenpracht verlieren, die goldenen Säume des Morgen- und Abendrothes würden nicht mehr das sich über uns wölbende Himmelszelt schmücken, unsere Wiesen und das Laub der Bäume würde kein frisches Grün mehr zieren, die ganze Natur wäre farblos und würde unseren Tuschzeichnungen gleichen, wäre das Sonnenlicht einfacher und nicht zusammengesetzter Natur.

Obwohl man sich in die eigentliche Farbenlehre nicht zu tief einlassen darf, so wird man doch nicht umhin können, etwas über complementäre Farben zu sprechen. Zwar meint Crüger in seinem Werkchen „die Physik in der Volksschule", dass dieses Thema ohne Bedenken zu übergehen sei, doch können wir uns in dieser Beziehung der Ansicht des verdienten Pädagogen nicht anschließen, weil dieser Gegenstand für das praktische Leben und für den Zweck des Zeichnens von nicht geringer Bedeutung ist.

Jedes Kind spielt bereits mit einer Sammellinse, es kennt bereits den Brennpunkt, es weiß, dass dieselbe auch als Vergrößerungsglas dienen kann, am Lande gebraucht man an vielen Orten eine Glaskugel zur Verstärkung des Lampen- und Kerzenlichtes, die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Erzeugung von Bildern mittels der Zauberlaterne gehört zu den beliebtesten Unterhaltungen der Kinder; die meisten verstehen es bereits sich eine kleine Dunkelkammer herzustellen, ebenso versuchen sie gewiss die Brillen ihrer Eltern und finden bald, dass es auch Gläser gibt, die nicht vergrößern, sondern verkleinern; wie oft bietet sich den Kleinen eine Gelegenheit dar, in einen Guckkasten zu sehen, in den Städten findet sich fast in jedem Hause ein Stereoskop vor, und nicht selten wird den Kindern auch das Vergnügen zu theil, durch ein Mikroskop oder ein Fernrohr zu sehen.

Dies zeigt deutlich die Nothwendigkeit, die Wirkungen der Linsen, natürlich ohne das geringste mathematische Beiwerk mitzutheilen, auch wird eine Erklärung des zusammengesetzten Mikroskops und des Fernrohrs gewiss zu ermöglichen sein.

Man mache bei dieser Gelegenheit den Schüler auf die wichtigen Folgen der Entdeckung dieser beiden optischen Instrumente aufmerksam, wie es dem Menschen gelang, mit Hilfe der Fernröhre sich die Ansicht von Welten zu eröffnen, die Millionen Meilen von uns entfernt, im unermesslichen Raume ihre Bahn verfolgend, dahinrollen, und wieder mit Hilfe der Mikroskope in das unsichtbare Reich der Infusorien, in den geheimnisvollen Bau der Thier- und Pflanzenwelt einzudringen.

Wenn auch die Beschreibung des menschlichen Auges naturgeschichtlicher Art ist, so kann dieselbe doch nicht hier übergangen werden, da wir den physikalischen Hergang des Sehens erklären müssen; nebstbei sind auch die Begriffe von Kurz- und Weitsichtigkeit, grauem und schwarzem Staar und die Bedingungen eines deutlichen Sehens zu erläutern. Über das Auge und die Brillen herrschen noch, besonders auf dem Lande, so unrichtige Begriffe, dass es wahrhaftig sehr der Mühe lohnt, so ausführlich, als es auf der Stufe des Volksschulunterrichtes möglich ist, darüber zu sprechen. Da gegenwärtig Modelle der Augen bereits sehr billig zu haben sind, so wird dieser Gegenstand nicht allzu große Schwierigkeiten schaffen.

Wenn wir am Schlusse der Lehre vom Lichte noch einiges über Photographie mittheilen, so dürfte der Stoff für Elementarschulen hinreichend erschöpft sein.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Schall entsteht durch Bewegung der Körper. Das Kind wird diesen Satz bald erfassen. Es bemerkt, dass ein Trinkglas, an welches man anschlägt, tönt, aber sogleich zu tönen aufhört, wenn man das Glas mit der Hand berührt; dass die Stimmgabel durch das Anschlagen zum Tönen gebracht wird; dass die durch die Luft bewegte Peitsche einen Knall erzeugt; dass bei starkem Trommelschlag die Fenster erzittern — es hat Gelegenheit, diesen Satz bestätigt zu finden an dem Zirpen und Summen vieler Insecten, an mehreren seiner Spielzeuge z. B. der Maultrommel (Brummeisen), der Schnarre (Ratsche) u. s. w.

Man erläutere also vor allem die Entstehung des Schalles. Hierauf folgen Mittheilungen über die Fortpflanzung desselben in der Luft, im Wasser, in festen Körpern.

Dass sich der Schall im Wasser mit Leichtigkeit fortpflanzt, beobachtet die Jugend sehr oft beim Baden.

Über die Fortleitung des Schalles durch feste Körper können viele, die Kinder interessierende Beispiele gegeben und mehrere Versuche angestellt werden. Dies führt uns weiter zur Erörterung der Geschwindigkeit des Schalles. Jedem Kinde fällt es auf, dass, wenn in der Ferne ein Gewehr losgebrannt wird, man früher das Feuer sieht, und erst später den Knall vernimmt, dass man bei Beobachtung eines in ziemlicher Entfernung arbeitenden Holzhauers früher den Schlag sieht, ehe man ihn hört.

Die Bedingungen der Stärke des Schalles müssen ebenfalls besprochen werden. Den Einfluss der Masse des schwingenden Körpers, der Schwingungsweite, der Dichte des Schallmittels, der Entfernung vom schallenden Körper auf die Stärke des Schalles zu erörtern, kann keine Schwierigkeiten bieten. Man belebe nur den Unterricht durch viele Beispiele.

Daran können sich Mittheilungen über Resonanz anschließen, die wegen der Wichtigkeit für musikalische Instrumente Erwähnung verdient.

Ebenso ist wegen der praktischen Anwendung das Gesetz nicht zu übergehen, dass der Schall bei dem Übergange aus einem Fortpflanzungsmittel in ein anderes, eine Schwächung erleidet, und zwar um so mehr, je größer der Unterschied in der Dichte der beiden Mittel ist, und je öfter der Schall genöthigt ist, aus einem Mittel in ein anderes überzugehen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Weiterhin ist zu behandeln die Zurückwerfung das Schalles, wohin wir das Echo, den Nachhall, die Sprach- und Hörrohre beziehen. Die höchst seltenen und keinem praktischen Zwecke dienenden Sprachgewölbe können wohl übergangen werden.

Die Behandlung des Wichtigeren über den Ton und die tönenden Körper bildet allerdings den schwierigsten Theil der Akustik. Dennoch treten uns auch hier keine unüberwindlichen Hindernisse entgegen, wenn wir eben in dieser Hinsicht nicht zuviel verlangen, sondern uns mit einem bescheidenen Maße begnügen. Jedem Lehrer stehen wohl bei Besprechung der Saiten- und Blasinstrumente eine Violine, eine Flöte und vielleicht auch einige Orgelpfeifen zu gebote.

Am Schlusse der Akustik das menschliche Stimm- und Gehörorgan zu beschreiben und die Entstehung der Stimme, und den Vorgang des Hörens der Hauptsache nach zu erklären, glauben wir als unbedingt nötig bezeichnen zu müssen.

Der Magnetismus ist unter den Naturkräften die geheimnisvollste. Im offenbarsten Gegensatze zu der ihm am nächsten verwandten Elekricität, welche sich lebendig und thätig allen Sinnen offenbart, steht der Magnetismus, der sich gewissermaßen schweigsam verbirgt.

Ungeachtet dieses Geheimnisvollen oder vielleicht eben deshalb scheint die Jugend eine besondere Vorliebe für Magnete zu haben. Welcher Knabe kauft sich nicht gerne für einige Kreuzer eine kleine Magnetnadel, oder einen hufeisenförmigen Magnet, mit dem er wieder die Klinge seines Federmessers magnetisiert und Nähnadeln oder Stahlfedern mit demselben emporhebt.

Man wird den Schüler mit den magnetischen Grunderscheinungen schrittweise bekannt machen, indem man ihm zeigt, dass die magnetische Anziehungskraft nicht an allen Stellen des Magnetes gleich stark sei, dass der Magnetismus anderen Eisen- und Stahlstäben mitgetheilt werden könne, und zwar Stäben aus weichem Eisen nur vorübergehend, den Stahlstäben dauernd, dass die Anziehung zwischen dem Magnete und dem Eisen eine wechselseitige sei, dass die magnetische Kraft durch Zwischenkörper, wie z. B. ein Blatt Papier, ein Brett hindurchwirke, dass sich ein gerades Magnetstäbchen, wenn es so aufgehängt wird, dass es sich in einer horizontalen Ebene drehen kann, mit dem einen Pole stets nach Norden, mit dem anderen gegen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Süden wendet. Letzteres führt zur Beschreibung der Einrichtung des Compasses, wobei man allenfalls die Declination der Nadel erwähnen kann. Die Verwendung der Magnetnadel bei der Schifffahrt, bei Reisen in der Wüste, in großen Wäldern, in eisenfreien Bergwerken, führt wohl jedes Büchlein an. Aber auch andere praktische Verwertungen des Magnetismus sollen hier angeführt werden, so z. B., dass auf der Anziehung der Magnete gegen Eisen, Stahl die Anwendung jener beruht, diese Metalle, wenn sie in Form von Feilspänen oder Staubtheilen mit anderen vermengt vorkommen, von letzteren zu sondern, dass man Arbeitern bei Nadelmaschinen und anderen Fabriken in die Augen gekommene Eisentheilchen mittels eines Magnetes herausziehen kann, dass Nadelschleifer auch häufig eine aus Stahldraht bestehende magnetische Gesichtsmaske haben, welche den Stahlstaub anzieht und so das gesundheitsgefährliche Einathmen desselben verhindert, dass Magnete bei der Telegraphie eine große Rolle spielen u. s. w. Man kann erwähnen, wie Taschenspieler häufig durch versteckte Magnete verschiedene Künste bewirken, die den Unkundigen in das größte Erstaunen versetzen, kurz man suche überhaupt so viel als möglich, diesem kleinen Capitel praktische Seiten abzugewinnen.

Ferner lassen sich ganz gut hieher beziehen die Wirkungen zweier frei beweglicher Magnete auf einander, was ein ganz nettes Experiment für die Schule liefert, die Angabe der Einflüsse, durch welche Magnete ihre Kraft einbüßen, wie sie demnach aufbewahrt werden müssen, die Beschreibung einer magnetischen Batterie und die Mittheilung, dass die Magnete durch das Magnetisieren anderer Stäbe nichts an Kraft verlieren.

Die Reibungs-Elektricität hat die geringste praktische Bedeutung. Doch gewähren andererseits ihre vielen Versuche der Jugend so viel Vergnügen, dass wir uns nicht entschließen können, dieselben als überflüssig wegzulassen, wie einige Pädagogen verlangen. Man übertreibe in dieser Beziehung nicht, weder nach der einen, noch nach der anderen Seite. Es ist freilich nicht zu empfehlen, alle möglichen elektrischen Spielereien den Kindern vorzuzeigen, aber es ist auch durchaus nicht nothwendig, jedes artige Experiment, welches den Kindern viel Freude macht, aus der Schule zu verbannen, weil es eben keine praktische Bedeutung hat.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Schüler hat, ehe ihm ein eigenes Büchlein über Naturlehre in die Hand gegeben wird, die elektrische Natur der Gewitter kennen gelernt. Bei dieser Gelegenheit musste der Lehrer bereits über einige elekrische Grunderscheinungen, über gute und schlechte Elektricitätsleiter, über das Überspringen elektrischer Funken zu guten Leitern, die Entzündung brennbarer Körper durch jene u. a. sprechen.

Wenn nun im höheren Curse mit einer Elektrisiermaschine experimentiert und diese erklärt werden soll, kann wohl nicht vermieden werden, zu zeigen, dass ähnlich den beiden magnetischen Zuständen auch hier zweierlei elektrische existieren, welche ganz leicht mit einer Glas- und Siegellackstange nachgewiesen werden können. Da sich die Knaben, wie wir aus Erfahrung wissen, Leidnerflaschen, ja kleine Elektrophore, um jene laden zu können, selbst anfertigen, so wird die Erklärung dieser Apparate nicht zu umgehen sein.

Hinsichtlich der atmosphärischen Elektricität interessiert es die jungen Zuhörer sehr, wenn man ihnen, natürlich für ihre Auffassungskraft berechnet, erzählt, wie Benjamin Franklin mittels Kinderdrachen nachgewiesen, dass der Blitz nichts anderes, als ein gewaltiger elektrischer Funke sei. Daran reiht sich die Erklärung des Donners, des Wetterleuchtens, die Angabe der Vorsichtsmaßregeln gegen Gewitter, die Besprechung mancher auf dem Lande noch herrschender Vorurtheile z. B. des Wetterläutens, der Sage von den Donnerkeilen, des irrigen Glaubens, dass das durch den Blitz entzündete Feuer durch kein Mittel löschbar sei, oder dass man bei vom Blitze Erschlagenen Figuren von Gegenständen, die in der Nähe gestanden, eingeätzt gefunden u. a., und endlich folgt die Erörterung der Blitzableiter.

In der Lehre vom Galvanismus darf wohl durchaus nichts besprochen werden, was nicht gezeigt werden kann. Denn was würde es nützen, über galvanische Ketten zu sprechen, wenn man dieselben dem Schüler nicht vorzeigen könnte! Die Wirkungen des galvanischen Stromes muss der Schüler sehen. Der große Unterschied zwischen der Reibungs- und Berührungselektricität wird ihm dann sehr bald auffallen.

„Wenn die Elektrisiermaschine nur schussweise wie eine Art Pistol wirkt, so wirkt die galvanische Elektricität strömend wie ein fortwährend fließender Wasserstrahl.“

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Hauptgegenstand der Behandlung in diesem Theile bleibt die Galvanoplastik, welche einer sehr ausgedehnten technischen und künstlerischen Anwendung fähig ist. Auch wird bereits das galvanische Vergolden, Versilbern, Verplatinieren, Verzinnen, Verzinken, Broncieren, das galvanische Ätzen so häufig betrieben, dass die Erörterung der Principien der Galvanoplastik jedenfalls in eine vollständige Volksschule gehört.

Der elektrische Telegraph ist eine so wichtige Errungenschaft, er tritt so häufig den Kindern entgegen, indem ihnen bei manchen Spaziergängen die Telegraphenleitung auffallen muss, oder indem sie in Bahnhöfen den Schreibapparat selbst zu Gesichte bekommen, dass eigentlich das ganze Capitel vom Elektromagnetismus bloß mit Rücksicht auf den Telegraphen behandelt werden soll, da ohnehin die anderen Gegenstände außerhalb des Gesichtskreises einer Volksschule liegen.

Ebenso dürfen wir den Schülern gegenüber dabei nicht unerwähnt lassen, dass der galvanische Strom für den Eisenbahndienst auch dazu benützt wird, um die neben den Wärterhäuschen und in Bahnhöfen angebrachten Läutewerke in Thätigkeit zu setzen, um das Herannahen eines Zuges rechtzeitig zu signalisieren, und dass man ähnliche Apparate anwendet, um in ausgedehnten Gasthöfen aus den Passagierzimmern bequem die Diener rufen zu können.

Bezüglich der Lehre vom Gleichgewichte und der Bewegung der Körper wird der praktische Lehrer sogleich mit fester Hand ins frische, volle Leben greifen. Er beginnt mit dem Lothe. Er zeigt wie alle Körper überall das Bestreben haben, zur Erde zu fallen. Dies führt ihn naturgemäß zur Erörterung, was wir unter dem Gewichte der Körper zu verstehen haben. Hierauf wendet er sich zum Hinabgleiten der Körper von schrägen Flächen. Ein Körper von runder Gestalt z. B. eine Kugel, rollt auf einer gegen den Horizont geneigten Ebene herab; flüssige Massen, wie das Wasser gleiten über die geneigte Fläche, welche ihnen als Bett dient.

So erhält er das Gesetz: Je steiler eine schräge Fläche ist, desto schneller bewegt sich ein Körper auf ihr hinab.

Hierauf folgt die Behandlung des freien Falles, aber natürlich ohne Aufwand mathematischer Formeln, ohne eine Atwoodsche Fallmaschine und dergleichen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im Schulzimmer wird der Schüler wenig Gelegenheit finden, zur Einsicht vom Wesen der Maschinen zu gelangen, aber wohl draußen in der vielseitigen Thätigkeit des Menschenlebens, und solche Gelegenheiten muss der Lehrer gewissenhaft benützen. Er wird die gewöhnlichen Werkzeuge und manche Geräthe des gewöhnlichen Lebens besprechen, so die Wage, die Schere, die Zange, den Spaten, den Schlüssel, die Schaufel, das Brecheisen, das Ruder, die Schafschere, die Zuckerzange, den Nussknacker, das Kräutermesser, die Blechschere, die Flachsbreche, den Dreschflegel, die Sense, den Bohrer, den Korkzieher, den Schraubstock, die Wirkung der Wagenräder, den Aufzug der Lampen, der Fensterrouleaux, das Schließen der Thüren mittels eines Gewichtes, die Drehbank, die Schleifmaschine, die Weinpresse, die Serviettenpresse, Messer, Meißel, Beile, Säge, Feile, Wagenwinde, Kurbel, ein Räderwerk, die Schraube ohne Ende u. v. a., soweit es eben Zeit und Gelegenheit zulässt.

Das Beharrungsvermögen und die Reibung ist zunächst den sogenannten einfachen Maschinen zu behandeln. Wir können in beiden Beziehungen auf so viele im täglichen Leben vorkommende Erscheinungen aufmerksam machen, dass die Erörterung dieser Gegenstände keine Schwierigkeit darbietet. Mehr Mühe erheischt die Lehre vom Schwerpunkte. Wiewohl wir durchaus nicht geneigt sind, den Schwerpunkt für die Volksschule als so abstract aufzufassen, dass wir ihn als den Angriffspunkt der Resultierenden sämmtlicher Schwerkräfte, die auf die Moleküle eines Körpers wirken, bezeichnen, und uns in diesem Punkte das Gewicht des ganzen Körpers vereinigt denken, so glauben wir doch anderseits, dass das Wort Schwerpunkt doch nicht so ganz ohneweiters aus der Schule entfernt werden könne. Die Lehre vom Schwerpunkte und von der Standfestigkeit der Körper ist von solcher Wichtigkeit für das Leben, dass sie nicht genug durch Beispiele und Versuche erläutert werden kann. Deshalb braucht man sich nicht in zu viele Spielereien einzulassen. Nach der bereits erwähnten Behandlung des freien Falles gelangt wohl das Pendel an die Reihe. Hier wird durch Versuche hauptsächlich zu zeigen sein, dass die einzelnen Schwingungen eines und desselben Pendels gleiche Zeitdauer haben, dass ein kürzeres Pendel schneller schwingt als ein längeres, dass die Schwingungsdauer von dem Gewichte der Kugel und der Natur ihrer Substanz unabhängig sei,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und endlich wird die Anwendung des Pendels bei Wanduhren besprochen werden müssen. Die wissenschaftliche Bedeutung des Pendels kann nicht berührt werden.

Die größten Schwierigkeiten dürften sich der Behandlung der krummlinigen Bewegungen, wie der Centralbewegung, des horizontalen und schiefen Wurfes entgegenstellen. Und doch darf man diese Bewegung nicht ganz übergehen. In vielen Lehrbüchern der Geographie wird bemerkt, dass die Anziehungskraft der Sonne die Planeten zwinge, sie in stillem Gehorsam zu umkreisen. Gelangt da nicht jeder aufgeweckte Schüler zur Frage: „Weshalb stürzen sie dann nicht in die Sonne?“ Das Wenige, was man über Centralbewegung sagen muss, gehört natürlich in den letzten Jahrescurs, wo die Schüler am reifsten sind.

Die Centrifugalkraft kann durch eine Reihe von Versuchen und Beispielen erläutert werden, doch fasse man dieselbe nicht als eine besondere, eigenthümliche Kraft auf, die in einer bestimmten Kraftquelle einen directen Ursprung hätte. Sie ist vielmehr nur eine Erscheinungsweise des Beharrungsvermögens, eine Folge der lebendigen Kraft, welche durch irgend einen Impuls oder durch die stetige Wirkung einer Kraft dem sich bewegenden Körper mitgetheilt worden ist.

Vom Stoße fester Körper kann wohl kaum mehr mitgetheilt werden, als dass die Wirkung desselben von der Masse und von der Geschwindigkeit abhänge und dass bei dem Stoße elastischer Körper, z. B. Kugeln, der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich sei.

Während bei festen Körpern die kleinsten materiellen Theilchen mit einer gewissen Beständigkeit in ihrer gegenseitigen Lage verbleiben, so dass es einer oft bedeutenden Kraft bedarf, um sie zu trennen, bei den gasförmigen aber dieselben förmlich von einander abgestoßen werden, so findet bei den tropfbaren Flüssigkeiten nicht gerade eine Abstoßung der Theilchen statt, aber ihr Zusammenhang ist so lose, dass durch den geringsten Anstoß eine Verschiebung bewirkt wird. Sie besitzen demnach keine selbständige Gestalt, und ihre Oberfläche wird durch die Schwerkraft der Erde geformt. Bei Oberflächen von geringer Ausdehnung macht sich die Krümmung nicht bemerklich und dieselben sind deshalb als horizontale Ebenen zu betrachten. Dies führt bereits zur praktischen Anwendung, dass

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

man den Wasserspiegel zur Bestimmung der Horizontalität einer Fläche benutzen kann.

Wenn sich nun unter dem Einflusse der Schwerkraft die Oberfläche einer Flüssigkeit ganz unabhängig von der Form des Gefäßes horizontal stellt, so folgt nothwendig, dass, wenn mehrere Gefäße mit einander unterhalb des Wasserspiegels in Verbindung stehen, das Niveau sich in allen in gleicher Höhe befinden muss. So erhalten wir das Princip für die hydrostatischen Springbrunnen und die Wasserleitungen der Städte. Beispiele für Communicationsgefäße finden wir hinreichend an unseren Gießkannen, Thee- und Kaffeekannen, Öllampen u. s. w.

Wir schreiten nun vor zur gleichmäßigen Fortpflanzung des Druckes in einer Flüssigkeit, und es wird selbst möglich sein, die Wirkung einer hydrostatischen Presse zu erklären, namentlich, wenn uns ein kleines Modell, oder wenigstens eine gute und große Zeichnung zur Verfügung steht. Brahma's hydrostatische Presse wird durchweg in den Lehrbüchern „hydraulische Presse" genannt; da bei derselben aber keine hydraulischen, sondern ausschließlich hydrostatische Gesetze in Anwendung kommen, so ist diese Bezeichnung eigentlich eine unrichtige.

Von besonderer Wichtigkeit für die Volksschule sind die Lehren vom Schwimmen. Das Experiment über den „Lehrsatz des Archimedes" kann an jeder Schule angestellt werden, da eine hydrostatische Wage schon selbst bei den billigsten kleinen Zusammenstellungen physikalischer Apparate vorkommt. Hier eröffnet sich dem Lehrer ein weites Feld von praktischen Mittheilungen über das Schwimmen des menschlichen Körpers, über Schwimmgürtel und Schwimmblasen, über die Mittel, wie man specifisch schwerere Körper in Flüssigkeiten zum Schwimmen bringen, wie man die Dichtigkeit von Flüssigkeiten beurtheilen kann. Aräometer, namentlich Procent-Aräometer, die heutzutage in jedermanns Händen sind, sollen abgehandelt werden; es gibt ja Alkoholometer, Wein-, Bier-, Most- und Milchmesser, Laugen- und Soolwagen, Zuckermesser u. a.

Die Haarröhrchenwirkungen, die im Leben so häufig vorkommen, nehmen selbst solche Schriftsteller auf, welche, wie Crüger, den Lehrstoff für Volksschulen ungemein beschränkt wissen wollen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aus der Lehre von der Bewegung flüssiger Körper können wir außer den Wasserrädern und der Mahlmühle kaum einen anderen Gegenstand empfehlen. Bezüglich der Luftarten ist dem Schüler vor allem klar zu stellen, dass die atmosphärische Luft ein wirklicher physikalischer Körper sei. Hierauf bespreche man die Eigenschaften der Luft, durch welche sie Ähnlichkeit mit Flüssigkeiten zeigt, oder auch sich von ihnen unterscheidet, vorzüglich ihre Elasticität.

Die Beschreibung und Erklärung des Barometers soll auf eine gründliche Weise geschehen, da dieses ein Instrument ist, welches in jedem Haushalte zu finden ist. Allerdings genügt es, wenn man nur das gewöhnliche Haus- oder Birnbarometer beschreibt und sich nicht auf Erklärung anderer Barometerformen einlässt. Auch hebe man hervor, in wie ferne zwischen dem Wetter und dem Steigen und Fallen des Quecksilbers im Barometerrohre ein Zusammenhang stattfinde, wieso demnach das Barometer als Wetteranzeiger betrachtet werden könne.

Hierauf folgen die Heber, die Pumpen, die Feuerspritzen, der Blasebalg.

Nun gelangen wir zu einem Apparate, der mit eben so großem Unrechte von einer Seite als unentbehrlich für die Schule hingestellt, von anderer Seite aber als ganz überflüssig betrachtet wird, wir meinen — die Luftpumpe. Es wird allerdings keinem vernünftigen Lehrer einfallen, seinen Schülern eine Luftpumpe in allen ihren Theilen zu beschreiben, wenn ihm keine solche zur Verfügung steht. Aber wer wollte einen Lehrer tadeln, der im Besitze einer solchen seinen Schülern die herrlichen Experimente über den Luftdruck und die Elasticität der Luft vorführt. Wir können unmöglich dem Ausspruche Klödens beistimmen, der da in einer Recension von Emsmann's vorbereitendem Curs der Experimentalphysik, in dem Schulblatte für die Provinz Brandenburg sagte: „Experimente mit der Luftpumpe gehören als zu verwickelt (!) nicht in den vorbereitenden Curs."

Weshalb sollte der Lehrer nicht auch seinen Schülern erzählen, wie Otto von Guericke, der Erfinder der Luftpumpe, 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg vor dem Kaiser und den versammelten Reichsfürsten mittels der Magdeburge-Halbkugeln die Stärke des Luftdruckes auf eine Staunen erregende Weise zeigte. Man hebe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ferner die Wirkung des Luftdruckes auf die Organismen hervor. Da die in den Organen der Menschen, Thiere und Pflanzen eingeschlossene Luft unter dem Drucke der Atmosphäre an der Erdoberfläche steht, und daher auch deren Spannkraft hat, so sind alle diese Organismen auf diese besonderen Druckverhältnisse angewiesen, und können im allgemeinen unter wesentlich anderen nicht leben. Der verminderte Druck (beim Besteigen hoher Berge, sowie im Luftballon) bewirkt dagegen die Ausdehnung der Organe, die zunächst (bis etwa 4000^{m} die Functionirung der Organe erleichtert, in bedeutenderen Höhen aber Athmungsbeschwerden, Schwindel und Ohnmacht herbeiführt, das Blut aus Nase und Mund treibt, sowie Mattigkeit, zumal in den Beinen, zur Folge hat. Es ist auch in der Schule vollkommen gerechtfertigt, dass man das Aufsteigen eines Körpers in der Luft durch einen Versuch zeige, d. h. einen kleinen Ballon steigen lasse. Ballons aus Goldschlägerhaut, auch solche aus Collodium bekommt man überall in den Magazinen zu kaufen. Ist der Ballon klein, so füllt man ihn mit Wasserstoffgas, größere steigen schon mit dem gewöhnlichen Leuchtgas.

Es wird die Schüler gewiss auch interessiren, wenn man ihnen einiges über die Erfindung des Luftballons und über die ersten Luftfahrten erzählt.

Da die Chemie an Volks- und Bürgerschulen nicht als selbstständiger Gegenstand, sondern als integrierender Bestandtheil der Naturlehre auftritt, so ist es natürlich, dass Mittheilungen aus der Chemie nur dort und insoferne gemacht werden sollen, als sie zum Verständnisse physikalischer Lehren unumgänglich nöthig sind, oder für die Bedürfnisse des bürgerlichen Lebens als unabweislich erscheinen. Deshalb wird wohl jeder Volksschüler belehrt werden müssen über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, des Wassers, über Salpetersäure, Ammoniak, über Kohlenstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, über Gruben- und Leuchtgas, über den Schwefel und seine Verbindungen mit Sauerstoff und Wasserstoff, den Phosphor, den Kalk und das Kalkbrennen, über die edlen und wichtigsten unedlen Metalle, über Potasche, Kieselsäure, das Glas, über Thonwaren, ferner über verschiedene Gegenstände aus der organischen Chemie, wie über die Zuckerarten, die Stärke, die Pflanzenfaser oder Cellulose, die Verwesung und die Fäulnis, die geistige Gährung, Destillation,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

über den Alkohol und Äther, die Essigsäure, die natürlich vorkommenden Fette, über die Seifen, Kerzen, Gasbeleuchtung, Pflanzensäuren, über ätherische Öle, Harze, Farbstoffe, Gerbstoffe, über das Bleichen, über Alkaloide, das Cyan, Eiweißkörper (Albuminate), Leimsubstanzen 2c.

Seit vielen Decennien hat sich in fast allen größeren Lehrbüchern eine gewisse Reihenfolge der verschiedenen Theile des physikalischen Lehrstoffes, man kann sagen, fortgeerbt. Wurden Lehrbücher für niedere Stufen nöthig, so wurden häufig Excerpte der größeren Werke gemacht, aber die gewöhnliche Reihenfolge wurde beibehalten. Die neueste Zeit nun, welche auf dem Gebiete der Pädagogik eine wertvolle Eroberung nach der anderen macht, hat auch in diese alte, aber bisher feste Mauer eine Bresche geschossen. Der beengende Wall einer systematischen Eintheilung für Lehranstalten, an denen ein System noch gar nicht beabsichtigt werden kann, ist gefallen, frei ist die Bewegung für den Lehrer geworden. Wer weiß jedoch nicht aus eigener Erfahrung, dass man sich, wenn man lange gewohnt war, sich in gewissen Gebieten zu bewegen, nicht sogleich mit völliger Unbefangenheit, mit vollendeter Sicherheit auf weniger betretenen Wegen oder gar in Gegenden zurechtfindet, wo man sich theilweise erst selbst den Weg bahnen soll.

Die guten Lehren, die uns auf diese Wanderung mitgegeben worden, sind allerdings kurz und fasslich: „Schreite vom Leichteren zum Schwereren, vom Einfachen zum Zusammengesetzten, vom Bekannten zum Unbekannten vor.“ Wenn es sich jedoch um specielle Anwendung dieser Regeln handelt, dürfte sich gar oft eine Meinungsverschiedenheit bei den Lehrern herausstellen, und wir sind überzeugt, dass, wenn die Anordnung des physikalischen Lehrstoffes ohne den geringsten Zwang jedem Lehrer überlassen wird, wir bei zehn Lehrern zehn verschiedene Anordnungen finden. Der eine meint, man müsse mit der atmosphärischen Luft beginnen, denn sie ist das uns überall Umgebende, sie ist die Grundbedingung des Lebens, wir athmen sie, wir fühlen sie im wehenden Winde, wir sehen sie als blauen Himmel, wir hören sie, wenn sie durch Ritze und Spalten pfeift. Der andere beginnt mit der Wärme, diesem für die Volksschule wichtigsten Capitel der Naturlehre. Ein dritter wünscht mit den Witterungserscheinungen anzufangen, denn was kann dem Kinde näher stehen,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wenn es aus dem Hause tritt, als das Wetter; es soll vor allem mit Regen, Schnee, Hagel, Nebel, Wolken, Blitz und Donner vertraut gemacht werden. Ein vierter hält sich an die Worte Rückerts: „Aus allen Höh'n, aus allen Tiefen, seh' ich die Strahlen des Lichtes triefen." Dieser wünscht mit dem Lichte zu beginnen. Ein fünfter entscheidet sich dafür, mit den Erscheinungen von der Schwere anzufangen, denn diese treten dem jugendlichen Geiste überall entgegen; das Kind sieht das Bleiloth, die Bewegungen der Wage, das Fallen des Balles, das Hinabfließen des Wassers u. s. w. Die Anordnung des Lehrstoffes, wie sie in dem österreichischen Lehrplan für achtclassige Volks- und Bürgerschulen angenommen wurde, ist folgende:

I. Cursus. (VI. Classe).

In wöchentlich zwei Unterrichtsstunden.

Zusammenhangsformen der Körper. — Loth, Gewicht, Schwerpunkt. — Ausdehnung durch die Wärme, Thermometer, Luftzug und Wind. — Natürliche und künstliche Magnete, Polarität. — Elektrisiermaschine. — Berührungselektricität, Volta'sche Säule. — Auflösung und Mischung. — Chemische Verbindung. — Wasser. — Luft. — Kohle, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Kalkbrennen. — Schwefel und Phosphor. — Fortpflanzung des Wasserdruckes, hydraulische Presse, Bodendruck. — Communicationsgefäße. — Schwimmen. — Luftdruck, Barometer, Heber. — Entstehung und Fortpflanzung des Schalles. — Geradlinige Fortpflanzung des Lichtes, Schatten. — Zurückwerfung des Lichtes, ebene Spiegel.

II. Cursus. (VII. Classe.)

In wöchentlich zwei Unterrichtsstunden.

Der Lehrstoff des I. Cursus wird wiederholt und die einzelnen Theile desselben werden durch folgende physikalische und chemische Gegenstände erweitert: Wärmeleitung. — Schmelzen, Verdampfen, Verdunsten. — Compass. — Galvanische Ketten. Galvanoplastik. — Die wichtigsten schweren Metalle. — Legierungen. — Verbrennung. Potasche. — Kieselsäure, Glas. — Die einfachen Maschinen. — Gleichgewicht und Bewegung. — Pendel. — Widerstände der Bewegung. — Aräometer. — Pumpen, Heronsball, Feuerspritze. — Nachhall, Echo. — Gekrümmte Spiegel. — Brechung des Lichtes und Farbenzerstreuung.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

III. Cursus. (VIII. Classe.)

In wöchentlich drei Unterrichtsstunden.

Der Lehrstoff des I. und II. Cursus wird übersichtlich wiederholt, und die einzelnen Theile desselben werden erweitert durch: Wärmestrahlung, Luftfeuchtigkeit. — Atmosphärische Elektricität. — Elektromagnet, Telegraph. — Stärke, Zucker, Cellulose. — Verwesung, Gährung. — Trockene Destillation, Leuchtgas. — Farbstoffe, Bleichen. — Fette. — Nahrungsmittel. — Centralbewegung. — Wasserräder, Mahlmühle. — Dampfmaschine. — Saiten- und Blasinstrumente, das menschliche Stimmorgan. — Das menschliche Ohr. — Das menschliche Auge, Brillen. — Mikroskop und Fernrohr. — Entstehung der Lichtbilder.

Kein Lehrbuch auf der Welt wird so vollkommen sein, keine methodische Anleitung zum Unterrichte so beschaffen sein, dass der verständige Lehrer bei seiner praktischen Arbeit, besonders nach jahrelanger Erfahrung, nicht im Einzelnen, wie im Ganzen, manche Verbesserung auffinden sollte. Der Lehrer bleibt beim Unterrichte die Hauptsache, und deshalb sind wir der Ansicht, man dürfe diesen durch allzu ängstlich vorgezeichnete Details in seiner freien Bewegung beim Unterrichte nicht zu sehr einschränken.

Wir glauben nur noch hervorheben zu sollen, dass es kaum zweckmäßig sein könne, ganz Fremdartiges unverbunden neben einander zu stellen. Der Lehrer suche nach Übergängen und Anschließungspunkten, wodurch es ihm möglich wird, eine Brücke zwischen dem fremdartig beisammen Stehenden zu schlagen. „Solche Übergänge und Anknüpfungspunkte finden wir," sagt Crüger, „darin, dass ein und derselbe Körper mehrfache Anwendung findet, wie der Stahl zum Magnetisieren und zum Feuerschlagen gebraucht wird; dass dieselbe Vorrichtung sich zu verschiedenen Versuchen gebrauchen läßt, wie das Loth durch einen Anstoß sich in ein Pendel verwandelt; dass dieselbe Erscheinung an verschiedenartigen Gegenständen eintritt, wie z. B. Wasser eben so gut fällt, wie feste Körper; dass ähnliche Erscheinungen auf verschiedenen Gebieten vorkommen, wie denn das Licht eben so gut eine Zurückwerfung erleidet, wie der Schall und dergleichen.

In der III., IV. und V. Classe werden an der Hand des Lesebuches und mit Hilfe von Anschauungsmitteln die einfachsten Kennt-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nisse vermittelt. Besonders zulässig erklärte Lehrbücher dürfen erst von der 6. Classe an in Verwendung genommen werden. In der III. und IV. Classe sind der Naturkunde überhaupt je eine, in der V. Classe drei Lehrstunden wöchentlich zugetheilt. In der I. und II. Classe entfällt dieser Unterricht gänzlich.

In der siebenclassigen Volksschule:

VI. Classe (6. Schuljahr.)
In wöchentlich 2 Lehrstunden.

In derselben soll der Lehrstoff des I. Cursus wie in achtclassigen Volksschulen durchgenommen werden.

VII. Classe. (7. und 8. Schuljahr.)
In wöchentlich 2 Lehrstunden.

Der Lehrstoff der 6. Classe wird wiederholt und die einzelnen Theile desselben werden in dem zweijährigen Turnus (7. und 8. Schuljahr) durch Folgendes erweitert:

Wärmeleitung. — Schmelzen, Verdampfen, Verdunsten. — Wärmestrahlung, Luftfeuchtigkeit. — Galvanische Ketten, Galvanoplastik. — Elektromagnet, Telegraph. — Atmosphärische Elektricität. — Die wichtigsten Schwermetalle. Legierungen. — Verbrennung, Potasche, Soda. — Verwesung, Gährung. — Fette. — Nahrungsmittel. — Die einfachen Maschinen. — Aräometer. — Pumpen, Heronsball, Feuerspritze. — Dampfmaschine. — Nachhall, Echo. — Das menschliche Ohr. — Brechung des Lichtes und Farbenzerstreuung. — Das menschliche Auge, Brillen, Mikroskop, Fernrohr.

In der III., IV. und V. Classe werden ebenfalls die einfachsten Kenntnisse mit Hilfe der Anschauung vermittelt, wobei die bezüglichen Stücke des Lesebuches zu verwerten sind. Hinsichtlich eines Lehrbuches gilt das oben Gesagte.

In der sechsclassigen Volksschule:

V. Classe (5. und 6. Schuljahr).
In wöchentlich 2 Lehrstunden.

In diesen beiden Schuljahren soll der Lehrstoff des I. Cursus vorgenommen werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

VI. Classe. (7. und 8. Schuljahr.)
In wöchentlich 2 Lehrstunden.

Lehrstoff wie in der VII. Classe einer siebenclassigen Volksschule.

In der III. und IV. Classe (3. und 4. Schuljahr) mit wöchentlich einer Lehrstunde für Naturkunde (Naturlehre und Naturgeschichte), sind die Stücke des Lesebuches zu verwerten. Ein Lehrbuch darf erst von der fünften Classe an in Verwendung genommen werden.

In der fünfclassigen Volksschule:

V. Classe. (6., 7. und 8. Schuljahr.)
Mit wöchentlich 2 Lehrstunden.

In jedem Jahre werden aus allen Theilen der Naturlehre einzelne wichtige Erscheinungen vorgenommen, so dass nach und nach eine Erweiterung und zugleich ein Wechsel des Lehrstoffes eintritt und am Ende des dreijährigen Turnus Folgendes abgehandelt ist:

Zusammenhangsformen der Körper. — Loth, Gewicht, Schwerpunkt. — Ausdehnung durch die Wärme, Thermometer, Luftzug und Wind. — Wärmeleitung. — Schmelzen, Verdampfen, Verdunsten. — Wärmestrahlung, Luftfeuchtigkeit. — Natürliche und künstliche Magnete, Compass. — Elektricität durch Reibung. — Gewitter. — Elektromagnet, Telegraph. — Wasser. — Luft. — Kohle, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure. — Verwesung, Gährung. — Eisen. — Einfache Maschinen. — Fortpflanzung des Wasserdruckes, hydraulische Presse. — Communicationsgefäße. — Schwimmen. — Luftdruck, Barometer, Heber. — Pumpen, Heronsball, Feuerspritze. — Schall und Echo. — Ebene Spiegel. — Brechung des Lichtes und Farbenzerstreuung. — Das menschliche Auge, Brillen. — Mikroskop, Fernrohr.

In der III. und IV. Classe (3. 4. und 5. Schuljahr) werden die einfachsten Kenntnisse aus der Naturlehre durch die Anschauung vermittelt, wobei die bezüglichen Stücke des Lesebuches zu verwerten sind. In der III. Classe sind der Naturkunde eine, in der IV. Classe drei Lehrstunden wöchentlich zugetheilt. Ein Lehrbuch darf erst in der V. Classe in Verwendung genommen werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In der vierclassigen Volksschule:

IV. Classe. (6., 7. und 8. Schuljahr.)
Mit wöchentlich 2 Lehrstunden für Naturkunde.

Der Lehrstoff aus der Naturlehre wie in der V. Classe einer fünfclassigen Volksschule. In der III. Classe (4. und 5. Schuljahr) mit wöchentlich zwei Lehrstunden für Naturkunde verfährt man wie in der III. und IV. Classe einer fünfclassigen Volksschule. Ein Lehrbuch darf erst in der 4. Classe verwendet werden.

In der dreiclassigen Volksschule:

III. Classe. 2. Abtheilung (7. und 8. Schuljahr.)
Mit wöchentlich zwei Lehrstunden für Naturkunde.

Mit Hilfe der Anschauung werden den Schülern im 7. und 8. Schuljahre die einfachsten physikalischen und chemischen Veränderungen zum Verständnisse gebracht, wobei die Erwerbs- und Ortsverhältnisse, und bei den Mädchen die Bedürfnisse der Haushaltung zu berücksichtigen, sowie die bezüglichen Stücke des Lesebuches zu verwerten sind. Ein Lehrbuch darf nicht in Verwendung gebracht werden.

In der zweiclassigen Volksschule:

II. Classe. 3. Abtheilung (7. und 8. Schuljahr.)
Mit wöchentlich zwei Lehrstunden für Naturkunde.

Der Vorgang wie in der III. Classe 2. Abtheilung einer dreiclassigen Volksschule.

In der getheilten einclassigen Volksschule:

In der Obergruppe, 3. Abtheilung (7. und 8. Schuljahr): Vorgang wie in der 3. Abtheilung der zweiclassigen.

In der ungetheilten einclassigen Volksschule:

In der dritten Abtheilung (7. und 8. Schuljahr) wie in der Obergruppe, 3. Abtheilung der getheilten.

Da in den unteren und mittleren Classen der Lehrer auf die wenigen Aufsätze in den Lesebüchern angewiesen ist, dennoch aber „die Kenntnis der wichtigsten und einfachsten physikalischen und chemischen Veränderungen mit Rücksicht auf die Bedürfnisse des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Lebens und auf die Erscheinungen in der Natur" mit Hilfe der Anschauung vermitteln soll, so dürften einige Worte über die Auswahl des zu Behandelnden nicht überflüssig sein. Der vorgeschriebene Lehrplan enthält in dieser Richtung eine Andeutung. Es sollen die Erwerbs- und Ortsverhältnisse und bei den Mädchen die Bedürfnisse der Haushaltung berücksichtigt werden. Wir haben bereits ausgesprochen, dass Haus, Wirtschaft, Werkstatt, vorzüglich aber die gewöhnlichsten Erscheinungen in der Natur den ersten Lehrstoff liefern müssen. Auch manche Spielzeuge der Kinder können auf dieser ersten Stufe benützt werden.

Die Luft, die wir athmen, das Wasser, das wir trinken, das Feuer, das uns im Winter wärmt und unsere Speisen bereiten hilft, liefern reichen Stoff für manche Stunde. Thermometer und Barometer, welche in keinem Hause fehlen, können recht gut erklärt werden. Die Beobachtungen, die beim Sieden des Wassers gemacht werden, führen unwillkürlich zur Erörterung der Anwendung des Dampfes, was um so besser gelingen wird, wenn den Ort eine Eisenbahn durchzieht, oder in der Nähe sich eine Dampfmühle, ein Dampfhammer u. dgl. befinden. Die Verdunstung führt zu Wolken, Nebel, Regen, Schnee, Hagel, Thau und Reif. Die Kinder sehen, dass die Lampe sogleich besser brennt, wenn ein Glascylinder aufgesetzt wird, sie haben ein Spielzeug „die tanzende Schlange," sie hören sehr oft, dass es in den Küchen raucht, wenn die Sonne auf den Schornstein scheint; dies gibt Veranlassung, vom Luftzuge zu sprechen, und eine leichtfassliche Erklärung der Winde zu geben.

Die Kinder gehen an einer Schmiede vorüber, sie sehen, dass die Eisenreifen in glühendem Zustande auf die Räder geschlagen werden, sie wissen, dass, wenn zuhause auf dem Herde im Topfe Wasser erhitzt wird, dasselbe sich hebt und selbst überlaufen kann, sie wissen, dass ein Glas leicht zerspringt, wenn in dasselbe eine heiße Flüssigkeit gegossen wird, dass Eis schmilzt, wenn es in das warme Zimmer gebracht wird u. s. w. Diese gewöhnlichen Thatsachen genügen die Ausdehnung der Körper durch Wärme und die Änderung ihres Aggregatzustandes durch dieselbe zu besprechen. Jedes Kind weiß, dass es sich die Hand nicht verbrennt, wenn es ein heißes metallenes Gefäß nicht mit bloßer Hand, sondern mittels eines Zeuglappens anfasst, dass das Bügeleisen, die Ofenthür, die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kaffeekanne hölzerne Handgriffe haben, damit sie sich nicht so heiß anfühlen lassen, dass man ein Zündhölzchen recht bequem halten kann, wenn es auch am anderen Ende brennt, während eine Stecknadel, die an einem Ende erhitzt wird, am anderen nicht gehalten werden kann. Das verschiedene Wärmeleitungsvermögen zu erläutern, wird demnach gewiss keine Schwierigkeiten machen. Das Löschen des Feuers soll jedenfalls besprochen werden, dabei können, wenn es nicht schon früher geschehen ist, Mittheilungen und kleine Versuche über Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure gemacht werden. Die Erwähnung der Reibzündhölzchen führt zur Erörterung einiger Eigenschaften des Schwefels und Phosphors.

Überhaupt soll die Beheizung und Beleuchtung, wobei das Leuchtgas nicht zu übergehen wäre, einer Besprechung unterzogen werden. Jedenfalls wird auch für die unterste Stufe des Capitel von der Wärme den meisten Unterrichtsstoff liefern.

Bei Behandlung der Luft kann der Luftdruck durch ein Reihe von Versuchen, zu denen man gar keine Apparate braucht*) veranschaulicht werden, und so werden die Kinder zum Verständnis eines Barometers gelangen. Hieran schließe man die Besprechung einer Pumpe, eines Blasebalges, eines Heronsballes, wodurch die Feuerspritze verständlich gemacht werden kann. Das Blaserohr und die Knallbüchse der Kinder sind gewiss auch geeignet, die Spannkraft verdichteter Luft nachzuweisen.

Eine gewöhnliche Gießkanne kann dazu benützt werden, um das Gesetz der Communicationsgefäße darzuthun, dies führt zur Erklärung der Springbrunnen und Wasserleitungen. Das Schwimmen und die Wasserräder bilden einen Stoff, welcher Kinder sehr interssiert.

Aus dem Capitel vom Gleichgewichte und der Bewegung fester Körper würden wir zur Besprechung empfehlen: Das Loth, den Schwerpunkt, die schräge Fläche, den Hebel, die Wage, die Rolle, das Wellrad und einige Andeutungen über das Pendel, von welchem das Kind doch weiß, wie wichtig es für die Wanduhr ist. Überhaupt können hier manche Geräthe und Werkzeuge des alltäglichen Gebrauches, von denen wir (Seite 59) eine große Anzahl angeführt

*) Siehe Experimentierkunde v. Dr. Netoliczka. Wien 1879. Pichler's Witwe und Sohn.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

haben, je nach Gelegenheit besprochen werden. Dabei wäre das Beharrungsvermögen, die Elasticität und Porosität der Körper zu erwähnen.

Bezüglich des Schalles sind wohl Andeutungen über seine Entstehung, seine Fortpflanzung in der Luft und das Echo hinreichend.

Ebenso beschränke man sich beim Magnetismus auf die Anziehung von Eisen durch einen Magnet, auf das Magnetisieren von Stahl und den Compass. Bezüglich der Reibungselektricität erwähne man nur soviel, als zur Erklärung des Gewitters und des Blitzableiters nöthig ist. Aus den übrigen Theilen der Elektricität genügt wohl die Beschreibung und Vorzeigung einer galvanischen Kette, des Elektromagneten und die Erklärung des elektrischen Telegraphen, der wohl an den meisten Orten besichtigt werden kann.

Aus der Lehre vom Lichte wäre zu behandeln; die geradlinige Verbreitung des Lichtes, der Schatten, die Zurückwerfung des Lichtes und der ebene Spiegel. Die Brechung des Lichtes, die Zusammensetzung des Sonnenlichtes aus sieben Farben, der Regenbogen, einiges über Brillen, das Mikroskop und Fernrohr, die dunkle Kammer und Lichtbilder.

Ob alles dies Angegebene wirklich behandelt werden könne, hängt übrigens von vielen Umständen ab, von der geistigen Befähigung der Schülergruppe, von der Gewandtheit des Lehrers und von den Hilfsmitteln, die ihm zugebote stehen.

Jedenfalls soll der Lehrer den Lehrstoff aus allen Theilen der Naturlehre nehmen, dabei aber den ewig wahren pädagogischen Satz vor Augen haben: „In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister."

VI. Unterrichtsverfahren, Methode.

Wenn auch der Ausspruch Oken's: Die beste Methode ist der Kopf und die Erfahrung des Lehrers" eine gewisse Wahrheit enthält, indem eine, bis in die kleinsten Einzelheiten angegebene, dann oft mechanisch durchgeführte Methode wenig Vortheil erwarten lässt, so muss doch anderseits zugegeben werden, dass gewisse didaktische Grundsätze niemals vom Lehrer unbeachtet gelassen werden dürfen.

Jedenfalls soll der Lehrstoff so behandelt werden, dass dieser Gegenstand nicht nur zu einem Mittel wird, Geist und Gemüth zu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

veredeln, sondern die Naturlehre soll auch die goldene Frucht mancher Nutzanwendung bieten, und zuletzt dem von der Schule Scheidenden als treue Freundin auf diesen Weg einen kleinen Geleitsbrief mitgeben. Wenn dieses aber stattfinden soll, so müssen die Anfänge der Naturlehre zugleich Anfangsgründe sein. Eine flache Behandlung darf heutzutage nicht einmal mehr in Elementarbüchern vorkommen.

Soll ein Bau überhaupt möglich sein, so müssen Grundsteine vorhanden sein. Diese Grundsteine bilden allein die Anschauungen, welche sich auf die Naturerscheinung, den Versuch, den Apparat beziehen. „Das sinnlich Aufgefasste haftet fester im Gedächtnisse, als hundertmal wiederholte Beschreibung und Erzählung", sagte schon der große Pädagoge des 17. Jahrhundertes Amos Comenius.

Man schlage das lebendige Buch der Natur vor den Schülern auf, und lehre sie, in demselben lesen. Es muss der ganze physikalische Unterricht an Versuche und Beobachtungen anschließen, die der Schüler vor Augen hat. Der Hauptgrundsatz des naturwissenschaftlichen Unterrichtes kann in die wenigen Worte gebracht werden: „Lehre nur das, was zur Anschauung gebracht wird."

Bekanntlich besteht die Beobachtung darin, dass wir das wahrnehmen, was sich unseren Sinnen von selbst und ohne unser Zuthun darbietet, der Versuch aber, dass wir die durch unsere Einwirkung hervorgerufenen oder von selbst eintretenden, von uns aber unter besondere Umstände versetzten Erscheinungen wahrnehmen. Wir verhalten uns offenbar bei ersterer mehr passiv, bei letzterem activ.

Die aufmerksamste Betrachtung der Erscheinungen, welche in der Natur von selbst eintreten, ist für sich allein nur wenig geeignet, unsere Erkenntnis derselben zu fördern; es wirken bei diesen so viele verschiedene Einflüsse zusammen, dass wir sie nicht alle zugleich zu übersehen vermögen und oft bei zwei zusammengehörigen Erscheinungen in Zweifel sein können, welche die Ursache und welche die Wirkung der anderen ist.

Das Experiment aber ist die lebendige Gegenwart. An diesem kann erst die Beobachtung gelernt werden; zeigen sich bei der münd-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lichen Wiedergabe derselben Lücken, so ergänze der Lehrer nicht direct, sondern weise noch einmal auf diejenigen Momente des Versuches, die zur Anschauung gebracht wurden.

Vor allem aber wird es sich für den Anfang nur darum handeln, dem Lernenden eine geordnete Reihe von Thatsachen vorzuführen und ihn anzuleiten, die Erscheinungen zu beobachten, d. h. alles richtig wahrzunehmen, was bei einem Versuche geschieht, und nichts zu übersehen. Es ist ein großer Irrthum, wenn man glaubt, dass jeder, der einen Versuch oder eine Naturerscheinung ansieht, diese auch wirklich genau sieht. Ein flüchtiges Ansehen genügt nicht. Man fordere nur einen solchen auf, die angesehene Naturerscheinung zu beschreiben, und man wird sich überzeugen, wie wenig derselbe gewöhnlich gesehen hat; deshalb fordere man von dem Schüler eine zusammenhängende und geordnete Wiedergabe der gemachten Beobachtungen.

Man gehe überall von einfachen Versuchen aus, vermeide so viel als möglich Spielereien, eigentliche Kunststückmacherei aber gänzlich. Die Wissenschaft soll, und sei es auch auf der Elementarstufe, nie zum Spielzeug herabwürdigt werden, auch braucht sie nicht, wie manche glauben, den Kindern spielend beigebracht zu werden; dies schließt jedoch nach unserer Ansicht nicht aus, dass in einzelnen Fällen gewisse Spielzeuge, welche fast in jedes Knaben Händen sich befinden, zum Ausgangspunkte mancher Betrachtung benützt werden z. B. die tanzende Schlange, um das Emporsteigen der erwärmten Luft zu zeigen, der cartesianische Taucher zur Erläuterung des Schwimmens, die Knallbüchse und das Blaserohr für die Betrachtung des Druckes zusammengepresster Luft, ein Kreisel zur Darlegung des Beharrungsvermögens, die hängende Schaukel zur Erörterung der Pendelgesetze; ein Gummiball bei Besprechung der Elasticität, eine Balancierfigur in der Lehre vom Schwerpunkte, ein Aufstehmännchen bei der Besprechung der Standfestigkeit der Körper, der Papierdrache, um die Zerlegung einer Kraft in Seitenkräfte zu zeigen, die Maultrommel, die Mund-Harmonika für das Tönen elastischer Stäbe u. s. w.

Es ist natürlich, dass der Lehrer während des Experimentierens den Versuch besprechen muss. Doch kommt es vor, wie der Verfasser dieses Werkchens aus jener Zeit weiß, wo er als Mitglied des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

steiermärkischen Landesschulrathes Gelegenheit hatte, manche Volksschule kennen zu lernen, dass der Lehrer früher den ganzen anzustellenden Versuch erzählt, und dann ruhig experimentiert, ohne weiter viel davon zu sprechen.

Wir halten diesen Vorgang für verfehlt. Die erläuternden Worte des Lehrers müssen den Versuch begleiten, wenn die hervorgerufenen Erscheinungen durch die Sinne in das Innere der Schüler einziehen sollen. Man läuft im entgegengesetzten Falle Gefahr, dass die Schüler das Experiment gedankenlos anstarren, ohne imstande zu sein, nach demselben eine richtige Folgerung aus dem Gesehenen zu ziehen.

Häufig wird es nöthig, über einen und denselben Gegenstand mehrere Experimente nach einander anzustellen, aus welchen dann die Schüler jedenfalls selbst die entsprechenden Folgerungen ableiten müssen. Gelingt dies nicht sogleich, so ist es Sache des Lehrers, durch verschiedene Fragen und Hinweise auf verwandte Erscheinungen dieselben auf die richtige Antwort zu führen. Handelt es sich darum, ein Naturgesetz aufzufinden, so wird es nie gelingen, dies durch einen einzigen Versuch nachweisen zu wollen. Ja man muss nach mehreren angestellten Versuchen verwandte Erscheinungen aus dem Leben aufsuchen lassen, ehe man zur Aufstellung des Gesetzes vorwärts schreitet.

Wir hätten z. B. die Schüler zu dem Naturgesetze hinzuführen: „zunehmende Wärme dehnt die Körper aus, abnehmende zieht sie zusammen."

Lehrer: (Versuch 1.) Ihr seht hier eine schlaffe, nur mit wenig Luft gefüllte, zugebundene Thierblase. Was bemerkt ihr nun, wenn ich sie über einer Weingeistlampe vorsichtig hin- und herbewege?

Schüler: Sie erscheint bald voll und gespannt.

Lehrer: (Versuch 2.) Hier seht ihr, dass diese Eisenkugel durch diesen Messingring genau hindurchgeht, sobald ich sie nun erhitze, bringe ich sie nicht mehr hindurch.

Versuch 3. Ich kühle die erhitzte Kugel nun in kaltem Wasser ab; jetzt bringe ich sie wieder durch den Messingring hindurch.

Versuch 4. Durch einen zweiten Messingring geht die Kugel in gewöhnlichem Zustande nicht hindurch, was werde ich thun müssen, wenn sie dennoch hindurch soll?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schüler: Den Messingring erhitzen, damit er sich ausdehnt.

Versuch 5. In dieser Glaskugel, welche in ein gerades Röhrchen von geringem Durchmesser ausläuft, befindet sich Quecksilber, so dass es zum Theile in das Röhrchen hinaufreicht. Sobald ich die Kugel mit der Hand erwärme, steigt das Quecksilber im Röhrchen.

Versuch 6. Ich tauche die Kugel in kaltes Wasser, was geschieht?

Schüler: Das Quecksilber sinkt.

Lehrer. Wenden wir uns zu verwandten Erscheinungen im Leben.

Was thut man gewöhnlich, wenn ein Glasstöpsel in einem Flaschenhalse so fest sitzt, dass man ihn nicht herausbringen kann?

Schüler. Man erwärmt den Flaschenhals vorsichtig.

Lehrer. In welchem Zustande werden die Eisenreifen von den Schmieden auf die Wagenräder geschlagen?

Schüler. In glühendem Zustande.

Lehrer. Was geschieht, wenn die glühenden Eisenreifen wieder erkalten?

Schüler. Sie ziehen sich zusammen und umschließen dann fest das Rad.

Lehrer. Habt ihr einen ähnlichen Vorgang noch bei einem anderen Handwerke gesehen?

Schüler. Ja, beim Binder, wenn er die Reifen um ein Fass legt.

Lehrer. Was bemerkt man an Flüssigkeiten, welche in ganz angefüllten Gefäßen erwärmt werden?

Schüler. Sie laufen über.

Wenn nun der Lehrer um die aus allen diesen Fällen zu ziehende Folgerung fragt, so kann die richtige Antwort nicht ausbleiben.

Hierauf mache man noch verschiedene praktische Bemerkungen, man erwähne z. B., dass metallene Kessel, wenn sie eingemauert werden, wegen ihrer Ausdehnung in der Hitze, ringsum einen kleinen Spielraum erhalten müssen, dass Eisenbahnschienen aus derselben Ursache nicht ganz aneinander gerückt werden dürfen, dass die Formen der thönernen Geschirre, der Ziegel u. s. w. größer gemacht werden müssen, als letztere nach dem Brennen sein sollen, dass Glocken-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gießer auf diese Eigenschaft der Körper Rücksicht zu nehmen haben u. a.

Man beseitige ferner auch alles, was Zweifel an der Allgemeingiltigkeit des abgeleiteten Gesetzes erregen könnte. Man erkläre daher im vorliegenden Falle, weshalb Holz, Leder, Thon u. s. w. sich in der Wärme zusammenziehen.

Nachdem man so das Gesetz als eine feststehende Wahrheit dem Schüler eingeprägt hat, schreite man nun zu näheren Betrachtungen desselben. Bisher wurde veranschaulicht, dass feste Körper, Flüssigkeiten und luftförmige Körper durch die Wärme ausgedehnt werden, man zeige hierauf, dass Flüssigkeiten mehr als feste, luftförmige mehr als flüssige und dass unter den festen Körpern Metalle am meisten durch Wärme ausgedehnt werden.

Man veranschauliche durch Versuche, dass der Körper desto mehr ausgedehnt wird, je mehr die Wärme zunimmt. Hieran schließt sich die Bemerkung: da das Volumen für jede Temperatur (d. i. der Grad des Wärmezustandes eines Körpers) eine bestimmte Größe annimmt, so kann man von dem Grade der Ausdehnung auf den Grad der Erwärmung schließen. So gelangen wir zum Thermometer.

Kann man es selbst beim Unterrichte an Mittelschulen nicht billigen, wenn der Lehrer gleich einem Universitätsprofessor dociert, und somit manchem minder eifrigen Schüler Gelegenheit gibt, sich während des Vortrages mit ganz anderen Dingen zu beschäftigen, so gilt dies noch in erhöhtem Grade für den Lehrer an Volksschulen. Der Lehrer muss in fortwährendem Contacte mit seinen Schülern bleiben, und alle dadurch nöthigen, dem Lehrstoff ihre unausgesetzte Aufmerksamkeit zuzuwenden, dass er katechetisch mit ihnen zuwerke geht und unermüdlich bald an diesen, bald an jenen entsprechende Fragen stellt.

Der Hinweis auf Erscheinungen im gewöhnlichen Leben ist von größter Wichtigkeit, da diese dem Kinde am häufigsten entgegentreten, und dasselbe bei scheinbar sehr geringfügigen Dingen von seiner Umgebung auf sein „Warum“ in der Regel kein „Weil“ zu hören bekommt, wohl aber als Antwort vernimmt: „Das wirst du später lernen“. Ein bloßer Anschauungsunterricht, ohne das Zusammenfassen ähnlicher Erscheinungen, ohne Ableitung der Naturgesetze, ohne

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stete Beantwortung des „Warum" ist unfruchtbar. Man schafft in einem solchen Falle ein bloßes Gedächtniswerk.

In vielen Fällen wird auch eine Anleitung zur Vergleichung ähnlicher Erscheinungen und Apparate sehr vortheilhaft sein. So unterlasse man es z. B. nicht, bei der großen Ähnlichkeit des Barometers mit dem Thermometer auf die unterscheidenden Merkmale beider hinzuweisen, nämlich, dass die Röhre des Thermometers überall verschlossen, die des Barometers oben verschlossen, dagegen unten an der Kugel offen sei, damit die Luft Zutritt habe; dass das Steigen des Quecksilbers im Thermometer durch die Wärme, im Barometer durch den Luftdruck bewirkt werde; dass die Eintheilung am Barometer eine Millimeter- und Centimeter-Eintheilung und nur am oberen Theile ausgeführt, die Eintheilung am Thermometer eine Gradeintheilung sei; dass sich die Länge der Grade nach dem Abstande zwischen dem Eis- und Siedpunkte richte und an verschieden langen Thermometern verschieden sei; dass, während das Barometer eine bestimmte Länge hat, man dem Thermometer eine verschiedene Größe geben könne.

Man vergleiche ferner das Mikroskop und das Fernrohr, das Gusseisen und Schmiedeisen, einen gewöhnlichen Stahlmagnet und einen Elektromagnet, den Sauerstoff und den Stickstoff, die Saugpumpe und die Druckpumpe, die elektrische und magnetische Anziehung, ober-, unter- und mittelschlächtige Wasserräder, den hydrostatischen Springbrunnen und den Heronsball, die Springbrunnen und artesischen Brunnen, den gleicharmigen Hebel und die Rolle, die schiefe Ebene mit dem Keil und der Schraube, die Verdichtungspumpe und die Feuerspritze, den galvanischen Strom und den Entladungsstrom einer elektrischen Flasche, das Sprachrohr und Hörrohr, Hohlspiegel und convexe Linsen, erhabene Spiegel und hohle Linsen u. s. w.

Wenden wir uns wieder zu den sogenannten geringfügigen, unbeachteten Erscheinungen des gewöhnlichen Lebens, welche in der Regel ein Naturgesetz ebenso gut nachweisen, wie manches pompös in Scene gesetzte Experiment, so finden wir, dass gerade diese alltäglichen Erscheinungen, die eben wegen ihres häufigen Vorkommens um so mehr besprochen werden sollten, häufig von Lehrern und Lehrbüchern ganz übergangen werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Folgen dieses Fehlers ziehen sich durch die Mittelschulen bis zur Hochschule hindurch und der junge Mann, der die Brechung der Sonnenstrahlen in Regentropfen trigonometrisch berechnen kann, der die Interferenz, Beugung und Polarisation des Lichtes gründlich durchstudierte, wird häufig bei Fragen, welche ganz alltägliche Erscheinungen betreffen, in Verlegenheit kommen.

Praktische Gewandtheit im Unterrichten ist bei schwierigeren Gegenständen allein nicht ausreichend, der Lehrer braucht oft Geduld und Muth, um bei minder begabten Kindern durch Versuche, die verschiedensten Fragen, durch Zeichnungen, den Hinweis auf Ähnliches, ja selbst durch wiederholtes Betreten desselben Weges, da manches Kind langsam denkt, endlich die richtigen Vorstellungen hervorzurufen.

Der durch seine wissenschaftlichen Forschungen, wie durch seine populären Darstellungen gleich hochstehende Physiker Tyndall äußert sich auf folgende Weise: „Ich kann Knaben, welche Physik lernen, in der That nicht genug empfehlen, dass sie sich gewöhnen, bei Gegenständen, welche auf den ersten Blick schwierig erscheinen, zu verweilen; es ist wirklich wunderbar, was Geduld hier vollbringen kann, und kein Vergnügen kommt dem gleich, das ein Knabe empfindet, wenn er seine Ausdauer durch Überwindung einer Schwierigkeit belohnt sieht."

Sehr förderlich für den Unterricht sind Wiederholungen, so dass von Stunde zu Stunde das zuletzt Besprochene wieder durchgenommen wird, ja es wird manchmal empfehlenswert sein, sogar ein oder das andere Experiment noch einmal anzustellen. Zahlreiche Repetitionsfragen sind nicht nur nach jedem Paragraphen, sondern am Schlusse eines jeden Capitels und Abschnittes zu stellen.

Hat man ein Naturgesetz abgeleitet, so sucht man, da keine Veränderung ohne Ursache erfolgen kann, auch die Erscheinung zur klaren Einsicht der Schüler zu bringen, d. h. die Erscheinung zu erklären. Um die Ursache einer Erscheinung aufzufinden, muss man sehen, wie die Erscheinungen auf einander folgen. Ergibt sich nun, dass eine Erscheinung durch eine andere hervorgerufen wird, so ist diese die Ursache und erstere ihre Wirkung. Forscht man weiter nach der Ursache der zweiten Erscheinung, so stellt sich diese nicht selten als die Wirkung einer dritten Erscheinung dar, die abermals die Wir-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

kung einer vierten Erscheinung sein kann u. s. f. Auf diese Art gelangen wir zur Kenntnis einer Reihe von Naturerscheinungen, die im Zusammenhange von Ursache und Wirkung (im Causalnexus) stehen; allein die letzte in dieser Reihe ist immer eine Erscheinung, deren Ursache nicht sinnlich wahrnehmbar ist, und diese nennen wir Kraft. Ein Stein, den man aus der Hand läßt, fällt zu Boden; wenn man ihn aber an einem Faden aufhängt, so kann er nicht zu Boden fallen, spannt aber dafür den Faden so stark, als sein Gewicht zieht; ist aber der Faden zu schwach, so zerreißt das Gewicht den Faden. Das Gewicht des Steines ist hier die Ursache, dass er fällt. — Man könnte aber weiter fragen: Was ist die Ursache, dass der Stein ein Gewicht hat? Darauf erhält man zur Antwort: Die Erde zieht alle Körper mit einer Kraft an, die wir mit unseren Sinnen nicht unmittelbar wahrnehmen können. Das Wesen einer Kraft ist uns gänzlich verborgen; nur das Gesetz ihrer Thätigkeit ist Gegenstand unserer Erkenntnis. In der Annahme einer Kraft liegt immer etwas Hypothetisches, denn man setzt bloß voraus, dass gewissen Erscheinungen keine sinnlich wahrnehmbaren Ursachen entsprechen. Die Physik hat sich der wahren Lösung ihrer Aufgabe um so mehr genähert, je geringer die Anzahl der Kräfte ist, die sie zu ihren Erklärungen postuliert.

Durch den Schluss vom Besonderen auf das Allgemeine — Induction — sei es durch die bloße Erfahrung (Gewohnheit, Analogie) geleitet, sei es an der Hand bereits erkannter leitender Regeln, ergeben sich bestimmte Annahmen, Hypothesen, über die besondere Art der Verknüpfung gewisser Erscheinungen.

Müller sagt: Hypothesen sind gleichsam Fragen, die man an die Natur stellt, worauf sie aber nicht mit „Ja“ oder „Nein“ antwortet, sondern: „Es kann so sein“ oder: „Es kann nicht so sein.“ Neumann meint, Hypothesen seien nur Krücken, aber es sei doch besser, mittels Krücken, als gar nicht zu gehen. Sie haben allerdings für die Wissenschaft großen Wert, indem sie die Übersicht der Erscheinungen begünstigen, der Forschung neue Zielpunkte eröffnen, und durch die Anregung zu ihrer völligen Begründung oder Widerlegung die Auffindung der apodiktischen Erklärungen beschleunigen. Mehrere der vollendetsten Erklärungen, welche die Physik heutzutage aufzuweisen hat, konnten bei ihrem Ursprunge für nicht mehr als

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hypothesen gelten, und erhoben sich nur allmählich zum Range fest begründeter Wahrheiten.

In die Elementarschulen gehören sie jedoch nicht — nur Ausgemachtes darf in diesen vorgenommen werden.

Die Aufgabe des Lehrers ist es demnach, auf dem Wege der Induction oder durch die inductive Methode zu allgemeinen Wahrheiten oder zu Gesetzen zu gelangen. Der Gang kann nach dem Gesagten kurz auf folgende Weise zusammengefasst werden. Versuch (Erscheinung) und Beobachtung, Erklärung des Vorganges und Hervorhebung der Hauptmomente, ähnliche Erscheinungen und Vergleiche, allgemeiner Satz (Gesetz) und Befestigung desselben, Bedeutung und Anwendung für das gewöhnliche und gewerbliche Leben, Zusammenfassung des Erkannten und Einprägung des Gelernten in bestimmter und exacter Form.

Diesterweg sagt: „Der menschliche Geist kennt und entdeckt erst das Einzelne, Besondere, woraus er später das Allgemeine entwickelt. Dieser Anfang vom Einzelnen, Speciellen und Individuellen und der Fortschritt zum Allgemeinen hinauf ist also der naturgemäße Gang der Entwickelung. Darum schlägt jeder bildende Unterricht diesen Weg ein; wir nennen ihn, weil dadurch die Anlagen in ihrem Grundwesen ergriffen und entwickelt werden, den elementarischen, die Methode die Elementarmethode."

VII. Schriftliche Arbeiten, Zeichnungen.

Es ist allgemein anerkannt, dass neben dem Experiment nichts so sehr imstande ist, die Auffassung und das richtige Verständnis physikalischer Lehren zu fördern, als die Anwendung derselben auf einzelne besondere Fälle, vorzüglich mittels Rechnung.

Während meiner langen Lehrerlaufbahn theils am Gymnasium, theils an der Realschule hatte ich täglich Gelegenheit zu beobachten, mit welcher Vorliebe Schüler dieser Anstalten schon an den unteren Classen sich mit solchen Arbeiten beschäftigen. Ja sie fühlen sich nach dem Gelingen, besonders einer schwierigeren Lösung, gewissermaßen selbständig in ihrem geistigen Wirken. Ein Ähnliches wird

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

auch bei dem Volksschüler eintreten, wenn man ihm nur Aufgaben bietet, welche seiner Fassungskraft angemessen sind.*)

Wir wollen hier nur einige Beispiele aus verschiedenen Theilen der Physik anführen:

1. Wenn ein senkrecht in die Erde gesteckter Stab von 1 m Länge einen Schatten von 0·5 m Länge, und bei gleichem Sonnenstande ein Thurm einen Schatten von 30 m Länge wirft, wie hoch ist der Thurm? (60 m hoch.)

2. Ein Gegenstand befindet sich 2 Decimeter von einer Lichtquelle, wenn man nun denselben in eine Entfernung von 5 Decimetern bringt, viel schwächer wird jetzt seine Beleuchtung sein? ($6^1/_4$ mal schwächer.)

3. Wenn man ein Licht 2, das andere 3 Decimeter von einer Wand entfernt stellen muss, damit auf dieser von einem undurchsichtigen Stift zwei gleiche Schatten entstehen, wie verhalten sich die Lichtstärken zu einander? (Wie 4: 9.).

4. Welchen Weg legt der Schall in einer Minute zurück?

5. Wenn man auf einem Leuchtthurme den Blitz einer Kanone eines Nothsignale gebenden Schiffes 12 Secunden früher sieht, ehe man den Knall hört, wie weit ist das Schiff noch vom Leuchtthurme entfernt?

6. Welchen Weg legt der Schall bei einer Temperatur von 18 Grad Celsius in 8 Secunden in der Luft zurück?

7. Wenn ein Knabe und ein Mann, der anderthalbmal so stark ist, als der Knabe, an einer $2^1/_2$ m langen Stange eine Last tragen sollen, so dass die Kraft beider in gleichem Verhältnis in Anspruch genommen werden soll, wo muss die Last aufgehängt werden? (1 Meter vom Manne und $1^1/_2$ Meter vom Knaben entfernt.)

8. Wenn an einem Haspel mit einer Welle von 6^{cm} Halbmesser und einer Kurbel von 15^{cm} Länge einer Last von 2 Centnern das Gleichgewicht gehalten werden soll, welche Kraft ist dazu nöthig? (80 Kilogramm.)

9. Eine Last von 64 Kilogramm soll mittels eines gemeinen Flaschenzuges von 4 beweglichen Rollen gehoben werden. Welche Kraft ist anzuwenden? (Eine Kraft, welche 8 Kilogramm übersteigt.)

*) Etwa 600 Fragen und leichte Rechnungsaufgaben für Volksschüler findet man in dem 1. Bändchen des Werkes: „Die Physik in der Volks- und Bürgerschule" von Prof. Dr. Netoliczka.

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

10. Auf einer Eisenbahn, welche eine Steigung von $^1/_{300}$ hat, das heißt sich bei je 300^m Länge um 1^m erhebt, soll ein 13 Centner schwerer Wagen an dem Herablaufen gehindert werden; welche Kraft ist dazu nothwendig? (0·0433 Centner.)

11. Eine Brieftaube legt angeblich 10 Meilen in einer Stunde zurück, welche Geschwindigkeit hat sie?

12. Ein Körper fällt in der ersten Secunde $4{\cdot}9^m$; wenn nun ein Stein von einem Thurme fällt, und es vergehen 3 Secunden, ehe er den Boden erreicht, wie hoch ist der Thurm? ($44{\cdot}1^m$)

13. Wenn eine Locomotive eine Geschwindigkeit von 10^m hat, und nun so gebremst wird, dass sie in jeder Secunde $1{\cdot}25^m$ an Geschwindigkeit verliert, wie groß wird ihre Geschwindigkeit nach 8 Secunden sein? (Die Locomotive hat ihre Geschwindigkeit eingebüßt.)

14. Wenn eine Locomotive mit 10^m Geschwindigkeit binnen 5 Secunden ihre Geschwindigkeit verlieren soll, wie stark muss gebremst werden?

15. Auf einer Eisenbahn mit doppelten Schienen fahren zwei Züge in entgegengesetzter Richtung an einander vorüber, und zwar der eine mit 10^m, der andere mit 12^m Geschwindigkeit, wie weit sind diese Züge nach einer Minute von einander entfernt?

16. Welche Wege legt ein Körper im freien Falle in der 1., 2., 3. Secunde zurück? (In der 1. Secunde $4{\cdot}9^m$; in der 2. Secunde $3.\ 4{\cdot}9^m$; in der 3. Secunde $5.\ 4{\cdot}9^m$.)

17. Welche Wege legt ein Körper im freien Falle nach 1, 2, 3 Secunde zurück? — Nach der 1. Secunde $4{\cdot}9^m$; nach der 2. Secunde $4.\ 4{\cdot}9^m$; nach der 3. Secunde $9.\ 4{\cdot}9^m$.)

18. Eine Kugel würde mit einer Geschwindigkeit von 300^m vertical aufwärts geschossen, welche Geschwindigkeit hätte sie am Ende der 1., 2., 3. Secunde? — (Am Ende der 1. Secunde hätte sie die Geschwindigkeit $300-9{\cdot}8$; am Ende der 2. Secunde $300-2\,.\,9{\cdot}8$; am Ende der 3. Secunde $300-3\,.\,9{\cdot}8$.)

19. Wie lange wird ein mit 200^m Geschwindigkeit vertical aufwärts geworfener Körper steigen? (Der Körper wird so lange steigen, bis seine Wurfgeschwindigkeit durch die Schwerkraft vollständig aufgehoben, also bis in unserem Falle $200 = n \times 9{\cdot}8$ ist, dann erhält man $n = \frac{200}{9{\cdot}8}$, also 20·4 Secunden.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

20. Welchen Druck hat der Boden eines Gefäßes auszuhalten, wenn dasselbe eine Grundfläche von 1 Quadratmeter hat, und das Wasser darin 5^m hoch steht? — (Da das Gewicht eines Cubikcentimeters Wasser ein Gramm ist, so wiegt ein Cubikmeter Wasser (bei + 4° C): 1000 Kilogramm; daher hätte der Boden des Gefäßes einen Druck von 5000 Kilogramm auszuhalten.)

21. An einer hydrostatischen Presse betrage die an einem 30^{cm} langen Hebel wirkende Kraft 50 Kilogramm, die Entfernung des Angriffspunktes der Last vom Unterstützungspunkte sei 6^{cm}, die Durchschnittsfläche des weiteren Cylinders sei 50 mal größer als die des engeren; mit welcher Kraft wird der Preßkolben gehoben?

22. Ein Scalenaräometer sinkt im Wasser bis zum 100. Theilstriche von unten gezählt ein; wenn nun dasselbe in einer anderen Flüssigkeit bis zum 80. Theilstriche einsinkt, welches specifische Gewicht hat die Flüssigkeit? — (1·25, denn $s : 1 = 100 : 80$.)

23. Wie groß ist der Druck der Luft auf einem Quadratcentimeter bei einem Barometerstande von 760 Millimeter?

24. Wie groß ist der Luftdruck auf einen Quadratcentimeter in einer Taucherglocke, in welcher der Barometerstand 105^{cm} beträgt?

25. Man verwandle 30° Celsius in Grade nach Réaumur.

Sehr zweckmäßig ist es, so oft als möglich Fragen zu stellen, welche sich auf das praktische Leben beziehen und nach dem bereits erlangten Wissen der Schüler von diesen beantwortet werden können. Wir wollen als Beispiele einige Fragen aus der Wärmelehre anführen:

1. Warum springen dicke Gläser, in welche man eine heiße Flüssigkeit gießt? — (Infolge ungleicher Ausdehnung des spröden Glases, da sich die inneren Wände durch die Erwärmung schneller ausdehnen als die äußern.)

2. Warum kann man in diesem Falle dem Zerspringen vorbeugen, wenn man das Glas früher nahe über die Flüssigkeit hält, oder wenn man früher einen silbernen Löffel in dasselbe stellt? — (Weil im ersteren Falle eine allmähliche Erwärmung durch den Dampf stattfindet, und im letzteren, das Silber, als ein ausgezeichneter Wärmeleiter, viel Wärme an sich zieht.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

3. Warum legt man unter ein Glas, welches man auf einen heißen Ofen stellt, ein Blatt Papier? — (Weil Papier ein schlechter Wärmeleiter ist.)

4. Warum verstimmt sich ein Clavier, wenn es in ein kaltes Zimmer gebracht wird, und warum werden die Töne der Saiten höher? — (Bei abnehmender Wärme ziehen sich die Saiten zusammen, und werden daher mehr gespannt.)

5. Warum springen von dem brennenden Holze Theile mit Knistern ab? — (Weil sich die in den Poren befindliche Luft ausdehnt und Theilchen mitreißt.)

6. Warum zerspringen Kastanien, deren Schale vorher nicht aufgeschlitzt wurde, mit heftigem Knalle, wenn man sie ins Feuer oder auf heiße Asche legt? — (Weil die unter der Schale befindliche Luft durch die Hitze ausgedehnt wird.)

7. Warum werden die Wasserfässer für Löschanstalten im Sommer mit Wasser gefüllt, im Winter aber entleert? — (Weil sich sonst im Sommer das Holz zusammenziehen, im Winter dagegen beim Gefrieren des Wassers das Fass gesprengt würde.)

8. Warum sind bei bedecktem Himmel weniger Nachtfröste zu befürchten? — (Weil die Wolken die von der Erde ausgestrahlte Wärme zurückwerfen.)

9. Warum thaut es unter Bäumen nicht? — (Zurückwerfung der Wärmestrahlen.)

10. Weshalb bedecken die Gärtner in Frühlingsnächten die jungen Pflanzen mit Blumentöpfen, Glasfenstern, Strohmatten? — (Verhinderung der Wärmeausstrahlung.)

11. Warum pflegt man an manchen Orten die Äste der Bäume vor dem Ausbruche der Knospen mit Öl zu überziehen? — (Weil die glänzende Oberfläche ein geringeres Ausstrahlungsvermögen hat.)

12. Warum krümmt sich der Deckel eines Buches, welches in der Sonne liegt? — (Weil er nur an einer Seite erwärmt wird.)

13. Warum erkältet man sich in nassen Kleidern so leicht? (Weil bei der Verdunstung dem Körper Wärme entzogen wird.)

14. Warum werden Getränke dadurch abgekühlt, dass man die Gefäße, worin sie enthalten sind, mit nassen Tüchern umwickelt? —

15. Soll man bei einem Wannenbade früher das heiße oder das kalte Wasser hineingießen? (Das warme, weil es im entgegen-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gesetzten Falle sich mit dem kalten wenig mischt, indem das warme Wasser leichter ist, als das kalte.)

16. Warum raucht es in der Küche, wenn offene Schornsteine von heißen Sonnenstrahlen getroffen werden? — (Weil der Rauch nur so lange aufwärts steigt, als er wärmer ist, als die ihn umgebende Luft.)

17. Warum brennt ein Holzstock im Ganzen schlechter, als zertheilt? — (Weil im ersteren Falle eine kleinere Oberfläche desselben mit der Luft in Berührung kommt.)

18. Wie kann man einen Menschen retten, dessen Kleider in Brand gerathen, wenn kein Wasser in der Nähe ist? — (Wenn man ihn an den Boden drückt und die brennenden Stellen mit Decken, Kleidern u. dgl. bedeckt.)

19. Warum werden hohe Schornsteine in ihrem oberen Theile enger gebaut? — (Weil oben eine Abkühlung eintritt, welche mit einer Raumverminderung der Luft verbunden ist; bei gleicher Weite würde die äußere kältere Luft in den Schornstein fallen, um die Raumverminderung auszugleichen und dadurch die aufsteigende nach unten drücken.)

20. Warum sieht man in kalter Luft den ausgehauchten Athem? (Weil der durch das Athmen ausgestoßene Wasserdampf durch die kalte Luft verdichtet wird.)

21. Warum belegen sich bei starker Kälte die Fensterscheiben der Zimmer mit Eis? — (Weil der in den Zimmern vorhandene Wasserdampf, durch die kalte Luft verdichtet, sich an den Fensterscheiben in tropfbarer Form niederschlägt, sofort aber auch gefriert.)

22. Warum fällt der Rauch bei herannahendem Regen nieder, wenn die Luft still ist? — (Weil die im Rauche enthaltenen Kohlentheilchen aus der feuchten Luft Wasserdampf aufnehmen und dadurch schwerer werden.)

23. Warum empfinden wir vor einem Gewitterregen eine große Schwüle? — (Weil die Luft mit Dünsten gesättigt ist und unsere Ausdünstung verhindert.)

24. Warum schwellen manche Flüssigkeiten, wie z. B. Milch, welche sich in der Hitze mit einer Haut bedecken, beim Sieden an? — (Weil die Dampfblasen sich unter der Haut ansammeln, und dieselbe emportreiben.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

25. Warum finden wir an heißen Sommertagen im freien Felde die Hitze weniger drückend als zwischen den Häusern? — (Weil wir im letzteren Falle nebst den directen Sonnenstrahlen auch noch die von den erhitzten Wänden ausgestrahlte Wärme empfangen.)

Auch stylistische Aufgaben aus der Naturlehre sind zu empfehlen. Hartmann sagt in seiner „Volksschule": „Die Naturlehre gibt zu stylistischen Ausführungen der mannigfachsten Art Veranlassung. Diese Veranlassung zu benützen, ist aber nicht bloß um des Sprachzweckes willen, sondern auch um der Zwecke der Naturlehre selbst willen geboten. Es wird nämlich die Sicherheit im Beobachten, Beurtheilen und Schließen erst durch die mündliche oder schriftliche Ausführung der geistigen Verrichtungen erreicht. Nur wenn der Schüler in zusammenhängenden Darstellungen seine Beobachtungen beschreiben, seine Erklärungen ausführen, Gesetze herleiten und zurückführen, über die Erscheinungen der Natur, ihre Übereinstimmungen und Unterschiede überhaupt, geordnet sich aussprechen kann, ist der Zweck der Naturlehre erreicht. Überdies wird den Zwecken der Denkübung dadurch ein durch kein anderes Mittel zu erzielender Vorschub geleistet. Überhaupt sichert nur eine in die engste Beziehung zum Lehrgegenstande selbst gesetzte Sprachübung einen günstigen Erfolg. Darum sei die Naturlehre eine praktische Sprachschule."

Man könnte sieben Classen von Aufgaben unterscheiden; 1. geschichtliche Darstellungen, z. B. Die Erfindung des Luftballons; Benjamin Franklin, der Erfinder des Blitzableiters; die Erzählung von der Erfindung des Fernrohres; Otto v. Guerike, der Erfinder der Luftpumpe. 2. Beschreibungen von Vorrichtungen, z. B. die Beschreibung der camera obscura. 3. Beschreibung von Versuchen, z. B. was für Versuche sich mit einem Magneten anstellen lassen. 4. Schilderungen von Beobachtungen, z. B. das Gewitter. 5. Erklärende Abhandlungen, z. B. der Regenbogen; die Winde. 6. Vergleichungen, z. B. das Mikroskop und das astronomische Fernrohr; Vergleichung des Blitzes mit dem elektrischen Funken. 7. Aufsätze über die praktische Verwertung von Naturkräften und über den Nutzen verschiedener physikalischer Apparate z. B. über die Anwendung der Elektricität: über die Wichtigkeit des Telegraphen; über die Anwendung der Dampfkraft; Anwendung der Elasticität.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ein nicht zu unterschätzendes Hilfsmittel beim naturwissenschaftlichen Unterrichte überhaupt, beim physikalischen insbesondere, ist das Zeichnen. Bänitz sagt: „Was das Auge beobachtete, der Mund beschrieb, das muss die Hand imstande sein, darzustellen. Nur durch die Zeichnung kann die Gestalt eines Naturkörpers oder Apparates am treuesten wiedergegeben werden, und der Schüler zeigt so am besten, in wie weit das Auge richtig und genau auffasste. Hiedurch wird Auge und Hand geübt, und das doppelt Aufgefasste bleibt dem Schüler um so eher als unverlierbares Eigenthum."

Man wird hier sogleich einwenden: „Wie kann man von einem Volksschüler verlangen, dass er einen physikalischen Apparat nachzeichne? Was wird man dem armen Volksschüler nicht noch alles aufbürden wollen?"

Wenn wir diesen Punkt ohne Vorurtheil betrachten, so überzeugen wir uns, dass dieser Vorgang nicht nur keine Erschwerung, sondern eine Erleichterung des Unterrichtes ist. Als der Verfasser vor 27 Jahren vom Gymnasium an die Realschule kam, wurde Physik bereits in der ersten und zweiten Klasse gelehrt, und derselbe hatte in diesen beiden Classen 10—12jährige Knaben vor sich. Dessenungeachtet gab es keine Schwierigkeiten beim Entwerfen einfacher Zeichnungen an der Schultafel. Die Schüler mussten imstande sein z. B. eine Saugpumpe, ein Birnbarometer, einen Flaschenzug, ein Sicherheitsventil u. dgl. darzustellen. Ja, es gelang ihnen auch, eine Luftpumpe, eine Feuerspritze, eine hydrostatische Presse u. dgl. schematisch zu entwerfen.

Hier kommt es ja weniger darauf an, ob die Zeichnung „schön", sondern ob sie „richtig" sei. Überdies kann der Schüler manche Frage gar nicht beantworten, wenn er nicht die Kreide in die Hand nehmen soll. Wir weisen nur auf die sogenannten einfachen Maschinen hin.

Diese Forderungen für die Naturlehre können um so leichter erfüllt werden, als nach dem Lehrplane für österreichische Volks- und Bürgerschulen das Freihandzeichnen und das geometrische Zeichnen einen Bestandtheil des Unterrichtes bilden und das Lehrziel für das Freizeichnen auf folgende Weise bezeichnet wird:

„Fertigkeit im freien Auffassen und Darstellen ebener geometrischer Gebilde und Combinationen derselben, Darstellung räumlicher

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

geometrischer Gebilde nach perspectivischen Grundsätzen. Gewandtheit im Zeichnen nach ornamentischen Vorlegblättern und Modellen."

Zudem werden ausdrücklich für die 7. und 8. Classe Gedächtnis-Zeichnungsübungen vorgeschrieben.

Dass dieses geschieht, ist sehr wohlthätig, denn Augenmaß und Handfertigkeit können nicht früh genug geübt werden.

VIII. Behandlung eines Lesestückes.

Ehe ein Lesestück aus der Naturlehre vorgenommen wird, muss der Lehrer vor allem sich überzeugen, ob die Schüler jene Vorkenntnisse, die zur Auffassung desselben nöthig sind, bereits besitzen. Sollte etwas noch nicht vorgenommen worden sein, was in dem betreffenden Lesestücke bereits vorausgesetzt wird, so darf man selbstverständlich nicht früher das Lesestück vornehmen, bevor das Fehlende nachgeholt worden ist. Aber selbst in dem Falle, dass das Nöthige schon vor einiger Zeit mitgetheilt wurde, halten wir es für höchst empfehlenswert, jedenfalls durch Wiederholungsfragen das bereits Mitgetheilte den Schülern vollständig ins Gedächtnis zurückzurufen und allfällige Lücken auszufüllen.

Sowie bei der Geographie Landkarten, bei der Naturgeschichte gute Bilder, wenn schon die betreffenden Naturobjecte nicht immer gezeigt werden können, so sollen die entsprechenden Experimente immer die Worte des Lesestückes begleiten.

Dabei unterlasse man nicht, fortwährend passende Fragen an die Classe zu richten, die bald von diesem, bald von jenem beantwortet werden sollen.

Der Lehrer wird wohl auch nicht selten in die Lage kommen, mit der Kreide an der Tafel eine einfache schematische Zeichnung zur Erläuterung des Gesagten entwerfen zu müssen. Es ist natürlich, dass das Lesestück zuerst satzweise besprochen werden muss, und nicht sogleich ganz durchgelesen werden darf. Erst wenn jeder einzelne Satz dem Schüler klar geworden ist, lasse man das Lesestück ohne Unterbrechung durchlesen, und dann durch einen besseren, hierauf durch einen schwächeren Schüler die Wiedergabe des Gelesenen versuchen. Hat man sich überzeugt, dass die meisten Schüler das Gelesene aufgefasst und richtig verstanden haben, so wird man gewiss

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

auf eine ungezwungene Weise für eine nächste Lehrstunde einen passenden Übergang zu einem anderen Gegenstande des Lehrstoffes zu finden imstande sein.

Wir wollen unsere Ansicht an einem Beispiele durchzuführen versuchen. In dem deutschen Lesebuche für Volks- und Bürgerschulen (4. Schuljahr) von R. Niedergesäß finden wir ein Lesestück, welches eine Fahrt in der Taucherglocke auf den Meeresgrund schildert. „Wir waren in die Taucherglocke gestiegen, sie begann sich zu senken. Plötzlich erhielt jeder aus der Gesellschaft einen unbeschreiblichen Schlag in die Nerven des Gehirns, an die Schläfe, in das Ohr; man hatte die Glocke gesenkt und der Augenblick jenes Schlages war der, als ihr Rand die Wasseroberfläche berührte. Die Luft innerhalb der Glocke war mit einem male abgeschnitten von jeder Verbindung nach außen, von unten wurde sie nach oben gedrängt. Dies war die Ursache der heftigen Erschütterung, die wir empfanden. Die tödtlichste Angst bemächtigte sich plötzlich unser aller, unsere Gesichter erbleichten, der Mund wurde unwillkürlich aufgerissen, und eine solche Beklemmung erfasste unsere Herzen, dass es gar nicht zu beschreiben ist.

Wir schrien, aber unsere Stimmen hatten keinen Laut mehr, wir schlugen mit geballten Fäusten gegen die Wand der Glocke, und der Gedanke zuckte durch mein geschwächtes Bewusstsein, dass das Untergehen in diesem Augenblicke der Tod sei.

Die Glocke sank dann, das Wasser rauschte auf, die zusammengedrückte Luft kämpfte, es ward dunkel um uns her, oder mein Auge sah nicht mehr. Erst nach einer Weile athmeten wir wieder freier. Woher kam das?

Die wohlthätige Veränderung kam von dem Eindringen frischer Luft, die man uns vermittelst eines Schlauches zuführte, der in die Glocke mündete und mit dem Ufer in Verbindung blieb.

Jetzt sanken wir beruhigt und erheitert tiefer bis zu dem Grunde des Gewässers, wo wir noch immer so viel Licht genossen, um Sand, Steine und Muscheln zu unseren Füßen im Wasser deutlich zu unterscheiden. Einige Zeit verweilten wir unten, eingeengt von der tödtlichsten Beklemmung; dass es ein angenehmer und gemüthlicher Aufenthalt gewesen sei, lässt sich keineswegs behaupten. Auch schwindelte mir der Kopf von der Nervenerschütterung; ich fühlte

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Übelkeit, bestieg mit schwankenden Schritten wieder das Ufer und hatte den ganzen Tag über ein Gefühl von Unwohlsein."

Ehe wir dieses Lesestück lesen lassen, müssen wir offenbar vorbereitende Fragen und Versuche vorausschicken.

Lehrer. Ich lege hier ein Buch auf den Tisch.

Kann ich zugleich ein zweites an dieselbe Stelle legen?

Schüler. Nein, es müsste zuvor das erste Buch beiseite geschoben werden.

Lehrer. Können zwei von euch gleichzeitig an einer und derselben Stelle stehen?

Schüler. Nein.

Lehrer. An der Stelle, wo also ein fester Körper sich befindet, kann nicht zugleich ein anderer fester Körper sein. Wie kommt es aber, dass man dennoch einen Nagel in ein Brett einschlagen kann?

Schüler. Die Holztheilchen werden durch den Nagel zur Seite geschoben.

Lehrer. Was geschieht, wenn man die Hand in ein mit Wasser ganz angefülltes Glas taucht?

Schüler. Es fließt Wasser aus dem Glase.

Lehrer. Wenn man einen Stein in ein nicht ganz mit Wasser gefülltes Gefäß taucht, was bemerkt ihr?

Schüler. Dass das Wasser im Gefäße steigt.

Lehrer. Wenn der Stein gerade die Größe eines Cubikdecimeters hätte -- wie viel Wasser würde er verdrängen?

Schüler. Genau ein Cubikdecimeter.

Lehrer. An der Sache wird nichts geändert, wenn wir statt Wasser eine andere Flüssigkeit z. B. Weingeist, Öl u. dgl. anwenden würden. Also auch Flüssigkeiten gestatten nicht, dass gleichzeitig mit ihnen andere Körper denselben Raum einnehmen.

(Versuch a.) Ein in einem unten geschlossenen Cylinder luftdicht anschließender beweglicher Kolben läßt sich nicht bis auf den Boden des Cylinders herabdrücken, weil die im Cylinder befindliche Luft nicht entweichen kann. Dies beweist, dass die Luft, wenn auch zusammendrückbar, dennoch dem Eindringen eines anderen Körpers in denselben Raum einen Widerstand entgegensetzt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(Versuch b.) Soll eine Flüssigkeit aus einem Trichter in eine Flasche fließen, so darf der Trichter nicht luftdicht an dem Flaschenhalse anliegen, damit die Luft aus der Flasche entweichen könne. Zuerst fließt allerdings etwas Flüssigkeit durch den Trichter in die Flasche, aber nur so lange, bis die in letzterer enthaltene Luft so weit zusammengedrückt ist, dass sie der eindringenden Flüssigkeit das Gleichgewicht zu halten vermag.

(Versuch c.) Wird ein Trinkglas mit der Öffnung auf Wasser gestürzt und hinabgedrückt, so dringt wenig Wasser ein, weil nicht zugleich dort Wasser sein kann, wo Luft ist.

Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn in dem Glase ein anderer luftförmiger Körper sich befinden würde. Also auch die luftförmigen, somit alle Körper besitzen jene Eigenschaft, welche die Physiker Undurchdringlichkeit nennen.

Wie in dem umgekehrten Trinkglase oben stets Luft bleibt und nicht durch das Wasser verdrängt werden kann, so muss auch in einem großen, unten offenen Kasten aus Metall, den man ins Wasser senkt, oben Luft bleiben. Nun beschreibe man die Taucherglocke und entwerfe zugleich mit der Kreide an der Schultafel die Zeichnung derselben.

Hierauf kann ein Versuch mit einem Modelle angestellt werden, wenn ein solches in der Lehrmittelsammlung sich vorfindet. Man bekommt ein derartiges Modell aus Messing mit Glasfenstern und mit Kette in Pichler's Lehrmittelanstalt in Wien um den Preis von 3 fl. 50 kr.

Nun erst kann mit dem Lesen des Lesestückes begonnen werden. Die erste Empfindung, welche die Taucher nach dem erwähnten Lesestücke bei dem Herablassen der Glocke ins Wasser hatten, war ein Schlag an die Schläfe, in das Ohr, ein Druck auf das Gehirn. Um dies dem Schüler verständlich zu machen, stelle man folgenden Versuch an:

(Versuch d.) Man verschließe durch einen gut eingeölten und luftdicht schließenden Kolben einen mit Luft gefüllten Cylinder, drücke den Kolben nach unten und hebe dann plötzlich den Druck auf. Der Kolben fährt sofort in die Höhe.

Die zusammengedrückte Luft sucht sich nämlich wieder auszudehnen und übt dadurch auf den Kolben einen Druck aus. Wäre

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

irgend ein Gegenstand in dem Cylinder, so würde derselbe ebenfalls diesen Druck aushalten müssen, und zwar einen um so stärkeren, je mehr wir die Luft zusammenpressen.

In der Taucherglocke wird nun die eingeschlossene Luft durch das Bestreben des Wassers, in diesen Raum einzudringen, zusammengepresst, und bewirkt daher in dem Augenblicke, in welchem die Glocke ins Wasser gesenkt wird, durch ihre plötzliche Verdichtung diesen Schlag.

Nach der Schilderung versagte den Rufenden bald die Stimme, das Athmen wurde beschwerlicher. Soll das Athmen ungehindert vor sich gehen, so darf die Luft, die wir einathmen, weder zu dicht, noch zu dünn sein. Ihr werdet schon gehört haben, dass Personen auf sehr hohen Bergen von Athembeschwerden und selbst Übelbefinden befallen wurden.

Aber nun eine Zwischenfrage. Weshalb ist die Luft auf hohen Bergen weniger dicht als im Thale?

Die Erde ist von einer Lufthülle umgeben, welche man Atmosphäre nennt. Ihre Höhe kann man nicht genau angeben. Sie wird durch die Anziehungskraft (Schwerkraft) der Erde festgehalten, denn sonst würde sich die Luft infolge der Ausdehnsamkeit im Weltraume verbreiten. Die Luft ist also schwer, wie man auch durch folgenden einfachen Versuch nachweisen kann.

(Versuch e.) Man schiebe in eine oben und unten offene Glasröhre von etwa 2 cm. Durchmesser einen gut anschließenden Kolben von unten bis an das obere Ende hinauf und verschließe diese Öffnung luftdicht durch eine Blase. Zieht man den Kolben zurück, so wird die Röhre luftleer und die Blase durch die Schwere der äußeren Luft in die Röhre gedrückt.

Über jedem Stücke der Erdoberfläche ist eine Luftsäule gelagert, welche, da die Luft schwer ist, auf die Unterlage drückt. Denken wir uns die Luftsäule in Schichten getheilt (hier ist eine Zeichnung an der Tafel zu entwerfen), so erleidet jede Schichte von der darüber befindlichen Luftmasse einen um so stärkeren Druck und wird infolge dieses Druckes um so mehr verdichtet, je tiefer sie liegt.

„Die Tauchenden schlugen mit geballten Fäusten an die Wand der Glocke.“ Sie wollten dadurch nach oben ein hörbares Zeichen geben, dass sie wieder hinaufgezogen werden wollen. Der Schall

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wird nämlich durch die Metallkette, an welcher die Glocke hängt, sehr gut fortgeleitet, desgleichen durch das Wasser.

(Versuch f.) Wird mit einem Hammer an eine Glocke unter dem Wasser geschlagen, so hört man den Schall ganz deutlich.

Feste Körper leiten den Schall oft noch besser als die Luft.

(Versuch g.) Man kann das Schlagen einer Taschenuhr auf eine ziemliche Entfernung wahrnehmen, wenn man das eine Ende einer Stange an die Uhr, das andere an das Ohr bringt.

„Die Lungen athmeten freier, als uns mittels eines Schlauches, der in die Glocke mündete, frische Luft zugeführt wurde."

Die atmosphärische Luft ist nämlich der Hauptsache nach ein Gemenge von zwei Gasen (Luftarten), dem Sauerstoff und Stickstoff. In fünf Litern Luft sind nahezu ein Liter Sauerstoff und vier Liter Stickstoff enthalten. Der Sauerstoff, auch die Lebensluft genannt, ist jener Bestandtheil, der zum Athmen und zur Unterhaltung des Feuers nöthig ist. Wäre dieses Gas nicht vorhanden, so könnte kein Thier leben, kein Licht brennen. Durch das Athmen und Verbrennen wird dieser Sauerstoff verbraucht, jedoch wird er, wie ihr an einer anderen Stelle hören werdet, in der Natur auch wieder erzeugt.

(Versuch h.) Wenn ich also ein Licht unter eine Glasglocke stelle und den Zutritt frischer Luft hindere, indem ich am Rande, wo die Glocke auf dem Tische steht, die Zwischenräume zwischen dem Tische und der Glocke mit Unschlitt luftdicht verschließe, was geschieht?

Schüler. Das Licht wird bald verlöschen.

Lehrer. Seht, es ist wirklich so, das Licht hier brennt immer matter — jetzt ist es erloschen. Warum?

Schüler. Weil der in der Glasglocke vorhanden gewesene Sauerstoff bereits verzehrt ist.

Lehrer. Jetzt ist noch der zweite Bestandtheil vorhanden. Dieser heißt?

Schüler. Stickstoff.

Lehrer. Und ihr bemerkt schon eine seiner Eigenschaften. Nämlich?

Schüler. Dass er zur Unterhaltung des Feuers nicht taugt.

Lehrer. Zum Athmen taugt er auch nicht, denn ein Thier, jetzt hineingebracht, würde ersticken. Was würde geschehen, wenn

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ich auf eine ähnliche Weise wie früher, ein Thier unter die mit gewöhnlicher Luft erfüllte Glasglocke bringen würde?

Schüler. Es müsste unzweifelhaft nach einiger Zeit sterben.

Lehrer. Weshalb denn?

Schüler. Weil durch Athmen ebenfalls die Lebensluft verzehrt wird und bloß Stickluft zurückbleibt.

Ebenso ist es bei der Taucherglocke.

(Versuch i.) Lässt man ein brennendes Wachslichtchen auf einer Korkscheibe auf dem Wasser schwimmen, stellt darüber ein umgekehrtes Trinkglas und drückt nun das Glas ins Wasser hinab, so sieht man das Wachslichtchen noch fortbrennen, wenn auch das Glas tief eingetaucht ist. Nach kurzer Zeit aber verlöscht es.

Auf diese Weise lassen sich viele Übergänge zu verwandten Gegenständen, zur Erklärung des Verbrennungsprocesses, zu Mittheilung und Versuchen über Kohlensäure, anderseits zur Behandlung des Luftdruckes, der Heber, Pumpen u. s. w., zur Besprechung der Fortleitung des Schalles durch die Luft u. dgl. leicht bewerkstelligen.

IX. Experimente in der Volksschule.

Die Experimente in der Volksschule müssen nach unserer Ansicht von folgenden Gesichtspunkten aus behandelt werden.

A. Die Versuche müssen einfach sein. Je leichter sie anzustellen sind, je weniger die dabei nöthige Vorrichtung die Aufmerksamkeit des Schülers erregt, je mehr jedoch die hervorgerufene Erscheinung den jugendlichen Geist fesselt, desto besser. Man hört so häufig von Lehrern der Volksschule die Klage: „Wie sollen wir experimentieren, wenn wir so wenig Apparate besitzen?“ Der Mangel an Apparaten verurtheilt den Lehrer durchaus nicht zur Danaidenarbeit, die Naturlehre ohne Versuche vornehmen zu müssen. Wie vieles können wir schon leisten ohne jeglichen physikalischen Apparat, wenn wir nur Gegenstände des täglichen Gebrauches, die sich in jedem Haushalte befinden, zu unseren Zwecken zu benützen verstehen. Ein Glas Wasser, ein Lampencylinder, ein Kerzenlicht, ein Blatt Papier, ein Glastrichter, ein Glasröhrchen, ein Stück Kautschuk, ein Korkpfropf, ein Ei, ein wenig Kochsalz u. s. w. sind doch überall zu haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Verfasser dieses Werkchens hat im Jahre 1874 eine Reihe von Vorträgen „über den physikalischen Unterricht an Volksschulen" vor einer großen Versammlung von Lehrern und Lehramtscandidaten gehalten, wobei er es unternahm, ganze Partien der Physik z. B. die Wärmelehre, die Hydrostatik, die Aërostatik experimentell ohne einen einzigen eigentlichen physikalischen Apparat abzuhandeln.

Wir wollen ein Beispiel in dieser Beziehung anführen.

Was sich mit einem Trinkglase zeigen läßt.

1. Flüssige Körper nehmen die Form ihrer Behälter an.

2. Die Theile flüssiger Körper lassen sich leicht von einander trennen. Neigen wir über einem schrägen Brette ein Glas mit Wasser, so fallen zuerst kleine Wassermengen herab, die sich von dem übrigen Wasser trennen. Bei einem geneigten festen Körper würde es nicht der Fall sein, dass sich Theilchen trennen.

3. Das Hinabfließen des Wassers auf schräger Fläche.

4. Die Tropfenbildung beim Fallen kleiner Wassermengen.

5. Über die wagerechte Stellung der Wasseroberfläche. Das Wasser im Trinkglase bildet immer zur Zeit der Ruhe eine wagerechte Ebene, man mag das Glas aufrecht oder schräg halten.

6. Über die Adhäsion. a) Neigt man beim Ausgießen von Wasser das Glas nur ein wenig, so wird das Wasser von der Außenwand des Glases angezogen und fließt an derselben hinab, statt vertical zu fallen.

b) Läßt man auf die Mitte der Wasseroberfläche des Glases einen Tropfen Öl fallen, so verbreitet sich derselbe, Kreise bildend, sehr schnell über die ganze Wasserfläche.

c) Bestreut man einen Finger mit Bärlappsamen und taucht denselben in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, so wird derselbe nicht benetzt.

7. Über das Gesetz der Communication. a) Schiebt man in ein Trinkglas ein senkrechtes anschließendes Brettchen, das nicht ganz auf den Boden hinabreicht, so dass das Gefäß

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dadurch in zwei Abtheilungen getheilt wird, und gießt man nun Wasser in das Glas, so stellt sich die Oberfläche wagerecht und in beiden Behältern gleich hoch.

b) Wenn man eine weite, oben und unten offene Röhre in ein Glas Wasser taucht, so stellt sich das Wasser darin ebenso hoch wie im Glase.

8. Über Capillarität. a) Man halte in das Wasser des Glases das untere Ende von einem Stücke Löschpapier oder Zucker.

b) Stellt man ein sehr enges Glasröhrchen in Wasser, so steigt dieses im Röhrchen hinauf, und zwar um so höher, je enger das Röhrchen ist.

9. Über die sogenannte Elementarwelt. Man gieße auf das Wasser im Glase etwas Öl, und auf dieses vorsichtig etwas Weingeist.

10. Über das Schwimmen. Ein Ei schwimmt im gewöhnlichen Wasser nicht, im Salzwasser schwimmt es; setzt man mehr Salz zu, dass das Wasser noch dichter wird, so schwimmt das Ei natürlich wieder, aber es sinkt nicht mehr so tief ins Wasser ein, wie früher.

11. Über die Theilbarkeit. Man gebe ein Stückchen Karmin, oder ein Tröpfchen Lakmus in ein mit Wasser halb angefülltes Glas, und sobald die vollkommene Lösung eingetreten und das Wasser schön roth gefärbt ist, gieße man in kleinen Mengen so lange reines Wasser zu, als man eine Färbung wahrnimmt.

12. Über den Athmungsprocess. Man löse in dem Wasser des Glases etwas Kalk auf und blase die ausgeathmete Luft mittels eines Röhrchens in das Kalkwasser. Dieses wird dadurch getrübt, weil sich die Kohlensäure mit der aufgelösten Kalkerde verbindet, woraus kohlensaurer Kalk entsteht, der im Wasser unlöslich ist.

13. Über den Luftdruck. a) Wenn wir ein Trinkglas bis oben mit Wasser füllen, dasselbe hierauf mit einem Blatt Papier bedecken und, während wir mit der flachen Hand fest andrücken, das Glas umkehren, so können wir nun die Hand wegziehen, ohne dass das Wasser ausfließt.

b) Wenn wir ein Trinkgläschen an den Mund setzen, so dass es überall fest aufsitzt und nun den Athem anziehen, wodurch die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Luft aus dem Glase größtentheils gezogen wird, so sitzt das Gläschen fest, sobald wir aber hineinathmen, fällt es sogleich herab.

14. Über die sogenannte „Undurchdringlichkeit" der Körper. Taucht man die Hand in ein Glas Wasser, so steigt das Wasser in demselben, und fließt ein Theil des Wassers über.

15. Über die Heberwirkung. Wenn man ein Röhrchen mit einem Ende in ein Glas Wasser taucht, und am oberen Ende mit dem Munde saugt, so steigt das Wasser im Röhrchen in die Höhe.

16. Über die Entstehung des Schalles. Wenn man an ein Trinkglas anschlägt, entsteht ein Ton, der sogleich aufhört, wenn man das Glas mit dem Finger berührt.

17. Über Knotenlinien beim Schalle. Man nehme ein Kelch- oder Kaffeeglas, fülle dasselbe $^2/_3$ mit Wasser, bestreue die Oberfläche mit Bärlappsamen. Streicht man stark mit einem Violinbogen am Rande des Glases, so werden beim Eintreten des Schalles die sich losreißenden Theile einen Sprühregen über die Flüssigkeit und der Bärlappsamen eine Figur bilden.

18. Wasser ist ein schlechter Wärmeleiter. Wenn man in das Glas zuerst kaltes, dann warmes Wasser gießt, so fühlt sich der Boden des Glases nach einiger Zeit noch kühl an, während der obere Theil des Glases warm erscheint.

19. Über das Beharrungsvermögen. a) Legt man auf ein Kartenblatt, das auf einem Glase liegt, eine Münze und schlägt das Kartenblatt schnell weg, so fällt die Münze in das Glas.

b) Zieht man ein mit Wasser gefülltes Glas rasch an sich heran, so gießt man auf der entgegengesetzten Seite über.

20. Über die Schwungkraft. Ein in einen Reif gesetztes Glas Wasser kann man durch rasches Umschwenken in dem Reife erhalten.

21. Über die Brechung des Lichtes. Wenn man ein Stäbchen, einen Bleistift u. dgl. schief ins Wasser hält und längs des Stabes hinabblickt, so erscheint dieser an der Oberfläche des Wassers gebrochen. Diese Erscheinung findet nicht statt, wenn wir den Stab senkrecht ins Wasser halten.

22. Über die Farbenzerstreuung. Wenn man Sonnenstrahlen auf ein mit Wasser gefülltes Trinkglas auffallen läßt, und hinter dem Glase in geringer Entfernung ein weißes Papier hält,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so bemerkt man auf demselben die Regenbogenfarben. Besonders gut gelingt der Versuch, wenn man das Glas am äußersten vom Fenster abgewendeten Rande eines Tisches aufstellt und das Papier etwas tiefer, als die Tischplatte ist, horizontal hält.

23. Über die Wirkungen einer biconvexen Linse. a) Vergrößerung der nahe an das mit Wasser gefüllte Glas gehaltenen Gegenstände. b) Vereinigung der Strahlen mittels eines mit Wasser gefüllten Glases zu einem Brennpunkte.

24. Über die Thaubildung. Wenn man ein mit frischem, kalten Wasser gefülltes Glas in ein warmes Zimmer bringt, so bemerken wir, dass es anlauft.

25. Über Elektricität. Wenn man das Glas in sehr trockenem, am besten in etwas erwärmtem Zustande mit Flanell reibt, so zieht es kleingeschnittene Papierstückchen an.

Eine Reihe von solchen Versuchen findet sich in meiner „Experimentierkunde für Volks- und Bürgerschulen," (Wien 1879, Pichler's Witwe und Sohn;) z. B. was sich mit einem Kerzenlichte zeigen läßt; — Versuche mit einem Blatt Papier; — Versuche mit einer Stange Siegellack.

B. Wenn die Versuche einfach sind, so sind sie gewiss auch nicht kostspielig, und dies ist für die Volksschule sehr wichtig, da ihr keinesfalls große Summen zur Anschaffung theurer Apparate zur Verfügung stehen. Vieles kann sich der Lehrer selbst ohne große Mühe herstellen.

C. Die Experimente müssen so gewählt werden, dass aus denselben die allgemeinen physikalischen Wahrheiten ohne Schwierigkeit abgeleitet werden können. Man wähle daher, besonders im Anfange, nicht solche, aus denen Verschiedenartiges entwickelt werden kann, denn sonst würde die Beobachtung nicht auf einen Punkt concentriert werden, und es würde vielleicht gerade die Hauptsache dem jungen Anfänger entgehen.

D. Die Experimente müssen in natürlicher Reihenfolge vom Bekannten zum Unbekannten aufsteigen, ebenso vom Einfachen zum Zusammengesetzten. So wird jedenfalls das Experiment mit einem einfachen Heber vorauszugehen haben dem mit einer Saugpumpe, der Versuch über Farbenzerstreuung mit einer mit Wasser gefüllten

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Flasche dem mit einem Glasprisma, der Versuch über Zusammendrückbarkeit der Luft mit Hilfe einer Thierblase, oder mittelst eines umgekehrt ins Wasser getauchten Trinkglases dem Versuche mit dem Modell einer Taucherglocke, der elektrische Versuch mittelst geriebener Glas- und Siegellackstangen jenem mit einer Elektrisiermaschine u. s. w.

E. Die Experimente müssen von dem Lehrer jedesmal vor dem Unterrichte vorbereitet werden.

Nichts ist misslicher, als wenn Experimente vor den Schülern nicht gelingen. Abgesehen, dass dadurch viel Zeit verloren geht, so wird durch solches Misslingen jedenfalls das Ansehen des Lehrers geschädigt. Es ist eine bekannte Sache, dass namentlich das erstemal nicht alles gelingt, man versuche in einem solchen Falle von neuem, aber man versuche nicht gedankenlos und verliere vor allem nicht die Geduld. Die erste Grundbedingung für das Experimentieren ist Geduld.

Sind schon für das Gelingen physikalischer Experimente Reinhaltung der Apparate, sowie große Ruhe und Bedachtsamkeit des Experimentierenden nothwendige Grundbedingungen, so gilt dies um so mehr bei den eigentlichen chemischen Versuchen. Wer diese beiden Grundbedingungen außeracht lässt, wird ein Misslingen vieler Experimente herbeiführen und dabei leicht sich selbst, sowie seine jungen Schüler in Gefahr bringen.

Vor den Gefahren, die von dem einen oder anderen Stoffe drohen, wird an den betreffenden Stellen meiner Experimentierkunde gewarnt und angegeben, wie einem Unfalle vorgebeugt werden kann.

Ferner würden wir anrathen, jeden Versuch, bevor er in der Schule gezeigt wird, mindestens einmal anzustellen, und bereits vor dem Beginne des Unterrichtes alle Gegenstände, welche zu den vorzunehmenden Versuchen nöthig sind, in gehöriger Ordnung auf dem Experimentiertische bereit zu halten, und sich von der Unverletztheit der Retorten, Gläser u. s. w. zu überzeugen. Man mache sich auch zur Regel, jedes Glas und jede Flasche, worin ein fester oder flüssiger Körper enthalten ist, mit einer Etiquette zu versehen, und den Namen des Inhaltes deutlich darauf zu schreiben.

Manche feste Körper und Flüssigkeiten können wegen ihres ähnlichen Aussehens leicht mit einander verwechselt und dadurch Unglücksfälle herbeigeführt werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nach beendigter Lehrstunde entziehe man die Materialien sogleich dem Bereiche der Schüler und verwahre sie in einem verschließbaren Schranke. Die Reinigung der chemischen Apparate soll so bald als möglich geschehen.

Jeder Lehrer der Naturlehre ist mehr oder weniger gezwungen, mancherlei technische Arbeiten zum Behufe seiner Experimente zu verrichten, ja er kommt nicht selten in die Lage, manchen schadhaft gewordenen Apparat wieder brauchbar machen zu müssen. Je mehr Geschick er in dieser Beziehung besitzt, desto größer ist der Vortheil für die Schule. Denn da selbst bei der größten Achtsamkeit dennoch zuweilen wegen eines unbedeutenden Fehlers der Apparat seine Leistungsfähigkeit verliert, so geschieht es an solchen Schulen, wo sich die Lehrer nicht selbst zu helfen wissen, dass nach und nach Apparate den Kasten füllen, deren Wirkung die Schüler nicht zu sehen bekommen. Freilich will damit nicht gesagt sein, dass der Lehrer jeden Apparat wieder herzustellen imstande sein sollte, in manchen Fällen bleibt nichts übrig, als sich an einen verlässlichen Mechaniker zu wenden. Dies sollte aber nur in den dringendsten Fällen geschehen, da es besonders an kleinen Orten wirklich mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden ist. Soll nun der Lehrer selbst Abhilfe treffen oder gar manche Gegenstände selbst anfertigen, so braucht er dazu vor allem Werkzeuge und zwar gute Werkzeuge. Diese allein genügen aber nicht, der Lehrer muss auch eine gewisse Arbeitsfertigkeit erlangen. Dies geschieht erstlich durch Übung, dann aber dadurch, dass man den betreffenden Handwerkern manche Handgriffe ablauscht.

Hier glauben wir auf die bei Knaben vielfach vorhandene Neigung aufmerksam machen zu müssen, allerlei Dinge und Versuche, die sie in der Schule gesehen haben, selbst anfertigen und anstellen zu wollen.

Dieser Umstand hat einerseits viele Lichtseiten, anderseits aber auch manche starke Schattenseiten, wenn diese Neigung vonseite des Lehrers keiner Aufmerksamkeit gewürdigt und nicht in die richtigen Bahnen geleitet wird. Wer weiß nicht aus seiner eigenen Jugendzeit, wie manche Knaben mit ihren freien Stunden oft nichts Vernünftiges anzufangen wissen, und wie sie oft auf recht unzweckmäßige Weise ihre Mußezeit verwenden, die sie doch zu ihrer geistigen und körperlichen Erholung benützen sollten. Leere Tändeleien werden

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

diesen Zweck nie erfüllen. Spiele und immer Spiele befriedigen die aufgeweckteren Jugend nicht ganz. Es ist daher durchaus nicht tadelnswert, wenn sich Kinder auf nützliche Weise beschäftigen, und so eine gewisse Handfertigkeit und einen praktischen Sinn erlangen, welche beide ihnen im Leben sehr zustatten kommen, aber es darf in dieser Richtung nicht zu weit gegangen werden.*)

Wer weiß es nicht, dass sich auch ganz kleine Knaben bereits Retorten u. dgl. kaufen, und sich Chemikalien zu verschaffen verstehen, um dann hinter dem Rücken ihrer Erzieher Experimente, oft sehr gefährlicher Art, anzustellen.

Der Lehrer muss hier warnend und belehrend einschreiten, sobald er von solchen Vorgängen Kunde erhält.

X. Lehr- und Hilfsmittel.

In neuerer Zeit wurden für Volksschulen verschiedene billige Collectionen physikalischer und chemischer Apparate veranstaltet. Bei Beurtheilung solcher Collectionen handelt es sich wohl vorzüglich um die Beantwortung zweier Fragen. Erstens: „Sind die Sammlungen so zusammengestellt, dass mit ihrer Hilfe die an den Volksschulen zu behandelnden physikalischen und chemischen Lehren ausreichend veranschaulicht werden können?“ Zweitens: „Ist auch jeder einzelne Apparat so beschaffen, dass er seinem Zwecke vollkommen entspricht?“ Es wäre geradezu unmöglich in ersterer Beziehung die Wünsche aller Lehrer zu befriedigen, denn hier gehen die Ansichten und Wünsche oft weit auseinander. Der eine hält zuweilen das für unumgänglich nöthig, was ein anderer als entbehrlich bezeichnet.

Professor Günter hat drei Collectionen physikalischer Apparate veranstaltet. Die erste enthält 23 Nummern für den Preis von 15 fl., die zweite 32 Nummern für 25 fl. und die dritte 52 Nummern für 45 fl. Für den Unterricht in der Chemie hat Professor Günter zwei Collectionen veranstaltet, eine mit 32 Nummern für 15 fl. und eine mit 39 Nummern für 22 fl. Diese Sammlungen sowie auch alle übrigen Apparate für den Unterricht in der Physik und Chemie an Volks- und Bürgerschulen sind zu beziehen durch

*) Empfehlenswert ist in dieser Beziehung: „Des deutschen Knaben Handwerksbuch von Barth und Niederley. Bielefeld und Leipzig, 1875.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Lehrmittelanstalt Pichler's Witwe & Sohn in Wien, V. Margaretenplatz 2.

Außerdem nennen wir noch für physikalische Apparate und chemische Geräthschaften und Präparate:

W. J. Hauck, k. k. Hofmechaniker, Wien, IV. Kettenbrückgasse 20.
Dr. Houdek und Hervert, Prag, Karpfengasse Nr. 10.
Franz Batka, Prag, Bergstein 35·7 — I.
Franz Steflitschek, Wien, VI. Bürgerspitalgasse Nr. 26.
W. J. Rohrbeck's Nachfolger, Wien, Kärntnerstraße Nr. 59.
Alois Kreidl, Prag, Hußstraße Nr. 7.
F. Fasching, vormals Rospini, Graz, Bürgergasse Nr. 13.
Karl Wokurka, Graz, Herrengasse 13.
F. Miller, Universitäts-Mechaniker, Innsbruck.

Von Prof. Dr. Bock's plastischen anthropologischen Lehrmitteln würden wir für den physikalischen Unterricht empfehlen: das Auge, das Gehörorgan und den Kehlkopf. (Zu beziehen durch Pichler's Witwe & Sohn in Wien.)

Für gewisse Gegenstände leisten auch Wandtafeln gute Dienste. Unter diesen wären hervorzuheben: Bopp's acht Wandtafeln in Farbendruck. Sie enthalten 1. den Schreibtelegraphen; 2. das Auge und die Linsen; 3. die Luftpumpe; 4. die Saug- und Druckpumpe; 5. die Feuerspritze; 6. die hydrostatische Presse; 7. die Locomotive; 8. die Gasanstalt. Dieselben kosten in einer Mappe 4 fl. 32 kr., auf Leinwand aufgezogen 8 fl. 16 kr., Text dazu 48 kr.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Inhalt.

		Seite
I.	Geschichte der Naturlehre	1
II.	Geschichte des physikalischen Volksschulunterrichtes	25
III.	Literatur	33
IV.	Zweck des physikalischen Unterrichtes	43
V.	Lehrstoff, dessen Anordnung, Lehrplan	48
VI.	Methode	72
VII.	Schriftliche Arbeiten, Zeichnungen	81
VIII.	Behandlung eines Lesestückes	89
IX.	Experimente in der Volksschule	95
X.	Lehr- und Hilfsmittel	102

Buchdruckerei von Karl Prochaska in Teschen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf