

Dem naturwissenschaftlichen Unterricht an den höheren Schulen (Gymnasium, Realgymnasium, Oberrealschule) einen grösseren Einfluss auf die Heranbildung der Jugend zu verschaffen, ist das Ziel einer Bewegung, die seit langer Zeit in vielen pädagogischen Zeitschriften, in Versammlungen von Lehrern und Fachmännern zutage tritt. Eine besondere Bedeutung erhielten diese Bestrebungen, als im Jahre 1901 auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte die Frage des biologischen Unterrichts an den höheren Schulen eingehend zur Besprechung kam. Die aus über 100 Fachgelehrten bestehende Versammlung stimmte hierbei einhellig den von Dr. Ahlborn-Hamburg entworfenen Leitsätzen zu.

Da diese sog. „Hamburger Thesen“ wohl wenig über die Fachkreise hinausgedrungen sind, so dürfte ihre Anführung hier gerechtfertigt erscheinen. Sie lauten:

1. Die Biologie ist eine Erfahrungswissenschaft, die zwar bis zur jeweiligen Grenze des sicheren Naturerkennens geht, aber dieselbe nicht überschreitet. Für metaphysische Spekulationen hat die Biologie als solche keine Verantwortung und die Schule keine Verwendung.

2. In formeller Hinsicht bildet der naturwissenschaftliche Unterricht eine notwendige Ergänzung der abstrakten Lehrfächer. Im besonderen lehrt die Biologie die sonst so vernachlässigte Kunst des Beobachtens an konkreten, durch den Lebensprozess ständigem Wechsel unterworfenen Gegenständen und schreitet, wie die Physik und Chemie, induktiv von der Beobachtung der Eigenschaften und Vorgänge zur logischen Begriffsbildung vor.

3. Sachlich hat der naturgeschichtliche Unterricht die Aufgabe, die heranwachsende Jugend mit den wesentlichsten Formen der organischen Welt bekannt zu machen, die Erscheinungen des Lebens in ihrer Mannigfaltigkeit zu erörtern, die Beziehungen der Organismen zur unorganischen Natur, zu einander und zum Menschen darzulegen und einen Überblick über die wichtigsten Perioden der Erdgeschichte zu geben. Besonderer Berücksichtigung bedarf auf der Grundlage der gewonnenen biologischen Kenntnisse die Lehre von der Einrichtung des menschlichen Körpers und der Funktion seiner Organe, einschliesslich der wichtigsten Punkte aus der allgemeinen Gesundheitslehre.

4. In ethischer Beziehung weckt der biologische Unterricht die Achtung vor den Gebilden der organischen Welt, das Empfinden der Schönheit und Vollkommenheit des Naturganzen und wird so zu einer Quelle reinsten, von den praktischen Interessen des Lebens unberührten Lebensgenusses. Gleichzeitig führt die Beschäftigung mit den Erscheinungen der lebenden Natur zur Einsicht von der Unvollkommenheit menschlichen Wissens und somit zu innerer Bescheidenheit.

5. Eine solche Kenntnis der organischen Welt muss als notwendiger Bestandteil einer zeitgemässen allgemeinen Bildung betrachtet werden: Sie kommt nicht etwa nur dem zukünftigen Naturforscher und Arzt zugute, dem sie den Eintritt in sein Fachstudium erleichtert, sondern sie ist in gleichem Masse für diejenigen Abiturienten der höheren Schulen von Wichtigkeit, denen ihr späterer Beruf keinen direkten Anlass zum Studium der Natur bietet.

6. Der gegenwärtige naturgeschichtliche Unterricht kann dieses Ziel nicht erreichen, weil er von der Oberstufe ausgeschlossen ist, und weil die Lehre von den Lebensvorgängen und den Beziehungen der Organismen zur umgebenden Welt erfahrungsgemäss nur von Schülern reiferen Alters verstanden wird, denen die physikalischen und chemischen Grundlehren bereits bekannt sind.

7. Aus diesen Gründen ist es dringend notwendig, dass der biologische Unterricht an den höheren Lehranstalten — mit etwa zwei Stunden wöchentlich — durch alle Klassen geführt werde, wie es früher am Realgymnasium der Fall war.

8. Am Realgymnasium und der Oberrealschule dürfte sich die erforderliche Zeit voraussichtlich durch eine geeignete Verteilung der für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht vorgesehenen Stundenzahl, eventuell durch Abgabe einer sprachlichen Stunde, gewinnen lassen.

9. Der jetzt bestehende Mangel geeigneter Lehrkräfte wird verschwinden, sobald sich den Studierenden die Aussicht eröffnet, die für Oberklassen erworbene *Facultas docendi* in den beschreibenden Naturwissenschaften in ihrem späteren Lehramte auch wirklich ausnützen zu können.

Ein aus der Mitte der oben genannten Versammlung gewählter Ausschuss brachte nachher die Verhandlungen zur Kenntnis weiterer Kreise, aus welchen über 800 hervorragende Sachverständige ihre Zustimmung zu den Leitsätzen erklärten.

Auf der Versammlung derselben Gesellschaft im Jahre 1904 wurde sodann in der Gesamtsitzung der beiden wissenschaftlichen Hauptgruppen eine zwölfgliedrige Kommission ernannt, mit dem Auftrag, den gesamten mathematischen und natur-

wissenschaftlichen Unterricht an den höheren Schulen zum Gegenstand ihrer Beratungen zu machen.

Das Resultat der Verhandlungen legte sie der Versammlung zu Meran im Jahre 1905 vor. Ihre allgemeinen Ausführungen lauten:

„Die Kommission geht von der Ansicht aus, dass die Schule eine allgemein bildende Anstalt ist und bleiben soll.“

„Der hohe formale, sachliche und ethische Bildungswert der sprachlich-geschichtlichen Unterrichtsfächer soll nicht unterschätzt werden, aber sie kann mit Hinsicht sowohl auf die verschiedene menschliche Beanlagung als auf die äusserst wichtige Rolle der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildungselemente im Kulturleben der Gegenwart es nicht für richtig halten, dass es erforderlich ist, den Abiturienten aller höheren Lehranstalten eine vorwiegend sprachliche Bildung auf den Weg zu geben.“

Daraus ergaben sich folgende Leitsätze:

„1. Die Kommission wünscht, dass auf den höheren Lehranstalten weder eine einseitig sprachlich-geschichtliche, noch eine einseitig mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung gegeben werde.

2. Die Kommission erkennt die Mathematik und Naturwissenschaft als den Sprachen durchaus gleichwertige Bildungsmittel an und hält zugleich fest an dem Prinzip der spezifischen Allgemeinbildung der höheren Schulen.

3. Die Kommission erklärt die tatsächliche Gleichberechtigung der höheren Schulen (Gymnasium, Realgymnasium, Oberrealschule) für durchaus notwendig und wünscht deren vollständige Durchführung.“

Die besonderen Ausführungen sind in der Form von Lehrplänen mit entsprechenden Begleitworten über Ziel und Methode für die einzelnen mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer niedergelegt. Hierin werden für die Naturwissenschaften allein 7 Wochenstunden in jeder Oberklasse gefordert, ein Verlangen, das auch nach der Ansicht der Kommission zunächst nur die Oberrealschulen erfüllen könnten.

„In Bezug auf die Gymnasien hält die Kommission an dem Standpunkt fest, dass eine gründliche naturwissenschaftliche Bildung nach Massgabe ihrer Lehrpläne für die Abiturienten auch dieser Anstalten im höchsten Grad notwendig ist, jedenfalls solange bei den herrschenden Verhältnissen die weit überwiegende Mehrzahl der Männer, die später in leitender Stellung auf die Gestaltung unseres

öffentlichen Lebens Einfluss zu nehmen berufen sind, ihre Schulbildung dem Gymnasium verdanken.“

„Doch müssten zahlreiche Faktoren mitwirken, wenn von den alten Sprachen Stunden an die Naturwissenschaften abgegeben würden.“

Zu solchen Abtretungen wird das humanistische Gymnasium gerade jetzt, wo die Gleichberechtigung der drei Arten von Anstalten grundsätzlich anerkannt ist, nicht bereit sein; an eine Erhöhung der Gesamtstundenzahl aber kann umso weniger gedacht werden, als zurzeit die Forderung von erhöhter körperlicher Ausbildung der Jugend eher auf eine Verminderung der Unterrichtsstunden hinzielt. Freilich wird auch diese Bildungsanstalt, um nicht den Zusammenhang mit der allgemeinen Kulturbewegung zu verlieren, den Zeitbedürfnissen mehr und mehr Rechnung tragen müssen.

Zunächst aber kann es sich nur um die Frage handeln, ob und in welcher Weise im Rahmen der jetzt den Naturwissenschaften zugewiesenen Stundenzahl an den oberen Klassen des Gymnasiums neben Physik und Chemie auch die biologischen Fächer in einigermaßen fruchtbringender Weise berücksichtigt werden können.

Die vorliegende Arbeit will einen Versuch zur Lösung machen, wird sich aber lediglich auf die Verhältnisse, wie sie in Württemberg liegen, beschränken.

Hier wurden durch den Erlass der kgl. Oberstudienbehörde vom 16. Juni 1906 Mineralogie und Chemie vereinigt und die dadurch frei gewordenen Stunden an Kl. IX (O T) dem Unterricht in Biologie und Geologie zugewiesen.

Die Einreihung dieser beiden Fächer in den Unterrichtsplan erscheint um so notwendiger, als heutzutage viele aus dem Gymnasium hervorgegangene, im praktischen Leben stehende Männer die Unzulänglichkeit ihrer naturwissenschaftlichen Kenntnisse schwer empfinden.

Zahlreiche Abhandlungen haben sich über die Entwicklung der Naturwissenschaften und ihre Bedeutung für das Kulturleben der Gegenwart verbreitet, sind jedoch bei uns nur wenig ausserhalb der Fachkreise bekannt geworden.

Deshalb dürfte es angezeigt erscheinen, zunächst in kurzen Zügen die Errungenschaften des 19. Jahrhunderts auf diesem Gebiet zu verzeichnen.

In den sog. exakten Wissenschaften, Physik und Chemie, fasst die neuere Forschung auf dem Grundgedanken, die Naturvorgänge auf mechanische Bewegungserscheinungen und Kraftäusserungen zurückzuführen.

Aber nicht gesondert bloss werden Kräfte und Bewegungen studiert, sondern in ihrem Zusammenwirken als Arbeit oder Energie.

Schall, Wärme, Licht, Elektrizität, Magnetismus sind Erscheinungsformen, von denen jede in besonderer Weise auf unsere Sinne wirkt; im Grund aber sind sie nur Energieformen und können als solche in einander umgewandelt werden. Die Möglichkeit der Umwandlung hat in Wissenschaft und Technik die wertvollsten Anwendungen gefunden. Das zu Ta' fliessende Wasser bewegt das Wasserrad, dieses die Dynamomaschine; sie verwandelt die mechanische Energie in elektrische, welche ihrerseits wieder in grösserer oder geringerer Entfernung vom Erzeugungsort in Licht, Wärme oder mechanische Arbeit umgesetzt werden kann.

Aber nur der Form nach kann sich die Energie verwandeln, nicht der Menge nach. Diese Erkenntnis, eine der grössten Entdeckungen auf physikalischem Gebiet, heisst der Satz von der Erhaltung der Energie. Was also in einem System von Körpern an Arbeit irgend welcher Form verschwindet, muss als Energie in irgend einer anderen Form wieder auftreten.

Die Frage nach dem innern Wesen der Naturvorgänge führte zur Aufstellung der allerdings hypothetischen, darum aber nicht minder fruchtbaren Begriffe der Materie und des Äthers.

Die Materie wird gedacht als gebildet aus äusserst kleinen elastischen Teilchen, die durch grosse Zwischenräume getrennt in mehr oder weniger rascher Bewegung sich befinden und deren Stösse wir als Wärme empfinden. Diese Teilchen oder Moleküle sind die Unterlage der Kräfte, die von ihnen ausgehen, und als solche die Träger der allgemeinen Anziehung. Eine scharfe Definition erfuhren sie namentlich auf chemischem Gebiet.

Im übrigen Weltraum kann aber die körperliche Materie nicht angenommen werden, sondern die Erklärung der Strahlungserscheinungen führte auf den Begriff des Äthers, eines alles durchdringenden, überall vorhandenen Mediums. Das Licht wird erklärt durch Schwingungen dieses Äthers, welche später als elektrisch angenommen wurden. Nach der elektromagnetischen Lichttheorie besteht das Licht aus äusserst kleinen Ätherwellen, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit 300 000 km in der Sekunde beträgt. Die Schwingungszahl ist eine ungeheuer grosse: für das rote Licht im Spektrum 400 Billionen, für das violette 800 Billionen in der Sekunde, während die Zahlen für die anderen Farben zwischen diese Grenzen fallen. Was wir also als Farbe unterscheiden, besteht lediglich in einem Unterschied der Schwingungszahl oder auch der Wellenlänge, die nach obigen Angaben zwischen 380 und 810 Milliontel Millimeter schwankt.

Aber jenseits der Grenzen des sichtbaren Spektrums sind noch andere Strahlenarten entdeckt worden. Die Strahlen, welche langsamer sind als die des Rot wurden als Wärmestrahlen nachgewiesen, die ganz langsamen mit etwa nur 100 Millionen Schwingungen per Sekunde sind, wie Hertz nachwies, elektrischer Natur und finden in der drahtlosen Telegraphie Anwendung. Ähnlich verhält es sich am andern Ende des Spektrums. Ein grosser Teil der Wellen, die auf die photographische Platte eine Wirkung ausüben, besitzt keine solche mehr auf das menschliche Auge. Man kann den ganzen sichtbaren Teil des Spektrums anthalten und doch wie sonst photographieren. Die noch schnelleren Schwingungen scheinen die Röntgenstrahlen und Radiumstrahlen zu sein.

Das Licht scheint somit ebenfalls durch die Schwingungen elektrisch geladener Atome verursacht, deren Grösse etwa $\frac{1}{1000}$ eines Wasserstoffatoms beträgt.

Ungemein gross ist neben diesen theoretischen Errungenschaften die Zahl der Entdeckungen in den Einzelgebieten der Physik und der Erfindungen im Gebiet der Technik. Es sei nur erinnert an den Ausbau der mechanischen Wärmetheorie und ihren Einfluss auf den Maschinenbau, an die Vervollkommenung des Mikroskops und der optischen Instrumente überhaupt, die Entdeckung der Fraunhofer'schen Linien und der Spektralanalyse, die Entdeckung der Röntgenstrahlen und der Radioaktivität, die Erfindung der Dynamomaschine, des elektrischen Glühlichts, des Telegraphen, des Telephons und der drahtlosen Telegraphie.

Die Chemie untersucht die Veränderungen des Stoffs und ihre Entwicklung zur heutigen Wissenschaft fällt fast ganz ins 19. Jahrhundert.

Theoretisch wird die Materie in Grundstoffe und Verbindungen unterschieden. Die Zahl der ersteren, die in der Form von Molekülen auftreten, ist 78. Zwischen ihnen wurde ein organischer Zusammenhang nachgewiesen und im sog. periodischen Gesetz festgelegt. Dadurch konnten noch unbekannte Elemente bis ins kleinste mit den zu erwartenden Eigenschaften angegeben werden. Und wirklich wurden auf diese Weise auch neue Grundstoffe gefunden.

Die Bildung der chemischen Verbindungen zwang zu der Vorstellung, dass die Moleküle zusammengesetzter Natur seien, dass sie aus Atomen bestehen. Der Begriff des Atoms ist mit Hilfe der Gay-Lussac'schen Volumgesetze und der Avogadro'schen Molekularauffassung im Zusammenwirken mit der Valenzlehre eine sichere Grundlage für alle chemischen Untersuchungen geworden, die fruchtbarste

Hypothese der Chemie, ja vielleicht im ganzen Gebiet der Naturwissenschaften. Auf ihr beruht die grosse Menge chemischer Entdeckungen und Erfindungen, so namentlich die Zusammensetzung (Synthese) organischer Körper aus einfacheren Verbindungen, die technische Herstellung der verschiedensten Produkte u. s. f.

Die Stereochemie sucht die räumliche Lagerung der Atome im Molekül zu bestimmen und mit ihrer Hilfe gelang es z. B. 40 verschiedene Zuckerarten herzustellen, während höchstens 10 in der Natur vorkommen.

Die Synthese ist schon bei einer grossen Reihe organischer Körper gelungen, von der Herstellung des Harnstoffs bis zum künstlichen Aufbau der sonst natürlichen Farbstoffe, des Traubenzuckers und einer Menge narkotisierender und schmerzstillender Mittel.

Besonders fruchtbar hat sich die Anwendung physikalischer Grundsätze und Methoden auf die Chemie erwiesen, so in der Spektralanalyse, mittels welcher die chemischen Bestandteile glühender Körper optisch zu ergründen sind, so in den Theorien der kritischen Zustände und der verdünnten Lösungen, welche einen tieferen Einblick in den Zusammenhang der physikalischen Eigenschaften mit der chemischen Zusammensetzung der Körper und in die chemische Verwandtschaft ergaben. Die elektrische Strömung durch äusserst verdünnte Gase zeigt sich in der Erscheinung der sog. Kathodenstrahlen, die eine photographische Wirkung hervorbringen, durch verschiedene Stoffe hindurchgehen und die Eigenschaften der so wichtig gewordenen Röntgenstrahlen haben. Die Forschungen ergaben, dass diese Strahlen elektrisch geladene kleine Körperchen sind, die mit ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit dahinfliegen und Elektronen genannt werden. Auch das in letzter Zeit so viel genannte Radium sendet sie mit Lichtgeschwindigkeit aus.

Das Studium dieser Strahlungserscheinungen hat die Vorstellung von Materie und Äther wesentlich beeinflusst. Was bisher als Äther angesehen wurde, besteht vielleicht nur aus positiven und negativen Elektronen, die nach Art der Gasmoleküle mit grosser Geschwindigkeit durcheinander fliegen. Ebenso sind wahrscheinlich die Atome der Chemie in Wirklichkeit aus viel kleineren Körpern zusammengesetzt, und bewiesen scheint diese Ansicht zu werden durch die Umwandlung der Radiumemanation in Helium. Anstatt 78 Grundstoffen wären nur noch zwei anzunehmen, das positive und negative Elektron.

Hier ist zunächst die Grenze der theoretischen Erkenntnisse. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass Materie und Äther nur Bilder sind, die zum Begreifen und Ordnen des wirklichen Geschehens dienen und die im Verlauf der Forschung wieder anderen vollkommeneren Platz machen können.

Die theoretischen Erkenntnisse der Chemie bildeten die Grundlage der heutzutage so hoch entwickelten chemischen Technologie; es seien nur angeführt die Darstellung der Metalle aus ihren Verbindungen, die Erfindung der Nitroverbindungen und ihre Verwendung bei der Herstellung von Explosivkörpern, die Rübenzuckerindustrie, die Leuchtgasfabrikation, die Erzeugung der Anilinfarbstoffe und der Teerprodukte.

Die Einwirkung des Lichts auf chemische Körper führte zur Erfindung der Photographie, die namentlich seit Einführung des sog. Trockenverfahrens auch für die Wissenschaft von hoher Bedeutung geworden ist.

Die Biologie ist die Wissenschaft vom Leben und den lebenden Wesen, also von den Pflanzen, den Tieren und dem Menschen.

Sie untersucht die Gesetze und Bedingungen der Entwicklung, Erhaltung und Fortpflanzung der Organismen. Sie beschreibt in der Morphologie die Formen der organischen Gebilde, untersucht in der Entwicklungsgeschichte das Werden dieser Formen vom Ei bis zum vollkommenen Wesen, das Entstehen der höher organisierten aus den einfacheren Gebilden im Verlauf der Erdgeschichte. Sie studiert in der Physiologie die Beziehungen der Organe zum Lebensprozess und setzt die chemischen und physikalischen Gesetze fest, die dabei wirken.

Von fundamentaler Bedeutung für die Entwicklung der Biologie war die Erkenntnis, dass Pflanzen, Tiere und Menschen aus Zellen aufgebaut sind. Die Zelle stellt in biologischer Hinsicht sich als eine nicht weiter teilbare Elementareinheit des organischen Lebens dar. Alle Erdenwesen sind entweder ein- oder mehrzellig. In den einzelligen Tieren und Pflanzen ist die Zelle das Gesamtorgan für alle Lebensverrichtungen, für Ernährung und Vermehrung, für Empfindung und willkürliche Bewegung.

Die mehrzelligen Wesen bilden sozusagen einen Zellenstaat mit zweckmässigster Arbeitsteilung und strengstem Zusammenwirken. Die Millionen Zellen aber gehen immer wieder aus einer einzigen Wiege, der befruchteten Eizelle, hervor. Fortgesetzte Zellteilung bewirkt das Entstehen der Gewebe und Organe, bis die vollkommene Entwicklung erreicht ist und in der Fortpflanzung der Kreislauf des Lebens von neuem beginnt.

Physiologisch betrachtet ist also das Leben ein ununterbrochener Energieprozess, ein stationärer Zustand, dessen einzelne Phasen auf die Erhaltung der Individuen und der Art gerichtet sind.

Die Zellentheorie ist die feste Grundlage für die Anatomie und Physiologie geworden; auf sie gründet sich die Zellulärpathologie, das Fundament der modernen Heilkunde.

Das Mikroskop ermöglichte in seiner fortschreitenden Vervollkommenung immer tiefere Einblicke in den feineren Bau der einzelnen Zelle und liess die äusserst verwickelten Vorgänge bei der Zellteilung und Befruchtung erkennen. Es enthüllte dem Auge die ganz neue Welt der einfachsten einzelligen Organismen. Diese kleinsten Lebewesen, Bakterien, Pilze, Algen, Protozoen, wurden erkannt als die Ursache der Gärung, des Fäulnisprozesses, und zahlreicher Pflanzen- und Tierkrankheiten. Ein neuer Zweig biologischer Forschung entstand: die Bakteriologie, die u. a. die Erreger des Milzbrands, des Typhus, der Cholera und anderer Infektionskrankheiten feststellte. Der Satz *omne vivum e vivo* wurde unwiderleglich auch für diese in ihren Keimen überall verbreiteten Mikroben und damit fürs ganze Organismenreich geltend nachgewiesen.

Das physiologische Experiment und die Anwendung der chemischen Methoden auf die Physiologie warfen neues Licht auf die Vorgänge der Atmung, der Blutbereitung, der Stoff-Aufnahme und -Ausscheidung und führten zur Entdeckung der anti- bzw. aseptischen Wundbehandlung und der anästhesierenden Mittel: Chloroform, Äther, Chloral.

Insbesondere hat in der neuesten Zeit die Entdeckung von Katalysatoren oder Enzymen in allen Geweben des Körpers die Aufklärung der Stoffwechselvorgänge gefördert. Die Gesetze des osmotischen Drucks wurden auch als im Organismus geltend nachgewiesen und die Tätigkeit der Lympfbildung und Drüsensekretion lässt sich nunmehr quantitativ analysieren. Auf der Erkenntnis, dass im Fall der Immunität die durch die kleinsten Organismen erzeugten Gifte, die sog. Toxine durch Antitoxine gebunden werden, beruht die in neuester Zeit so wichtig gewordene Serumtherapie.

Die pflanzenphysiologischen Versuche brachten Aufklärung über Geo- und Heliotropismus der Gewächse, über Photo- und Chemotaxis und stellten die Abhängigkeit der Funktionen und selbst der Formbildung von äusseren Faktoren fest. Die Anwendung der Molekularphysik auf organische Vorgänge im Pflanzenreich führte schliesslich zur Annahme einer allmählichen Entwicklung der Formen. Von grösster praktischer Bedeutung für die Landwirtschaft war die Entdeckung, dass für das Wachstum der Pflanze bestimmte Salze nötig sind, welche von ihr dem Boden entzogen werden, dass also, um spätere Ernten zu erhalten, diese Salze dem Boden wieder zurückgegeben werden müssen. Eine weitere für den

Ackerbau, ja vielleicht für die gesamte Chemie wichtige Erkenntnis ist die des Ursprungs der Nitrates im Boden. Man fand, dass die Bakterien in den Knöllchen der Leguminosen imstande sind, den Luftstickstoff in einer für die Pflanzen aufnahmefähigen Form im Boden festzuhalten.

In der Zoologie bedeutete die Einführung der vergleichenden Anatomie einen grossen Fortschritt. Durch sie wurde die Typentheorie begründet, die ihrerseits wieder zum Ausgangspunkt aller ferneren Klassifikationen im Tierreich geworden ist. Von besonderer Bedeutung wurde aber die Anwendung des Entwicklungsgedankens auf die biologischen Wissenschaften. Nach zwei Richtungen ist dieses Prinzip verfolgt worden: das allmähliche Werden des einzelnen Geschöpfes von der Eizelle bis zum vollkommenen Wesen wird in der geschichtlich mit der Keimblättertheorie beginnenden Ontogenie studiert. Andererseits fragt die Phylogenie nach einer natürlichen Entwicklung der organischen Formen im Lauf der Erdgeschichte und ist als sog. Darwin'sche Theorie unzweifelhaft die bedeutendste Erscheinung in der Biologie des vorigen Jahrhunderts. Sie hat der Forschung neue Gesichtspunkte eröffnet und besitzt vor anderen Anschauungen den Vorzug, mit unseren Erfahrungen übereinzustimmen und sie in einheitlicher Weise zu erklären. Ursprünglich sind in ihr zwei Grundgedanken verschmolzen: die Abstammungslehre und die Selektionstheorie. Die erstere sucht das allmähliche Werden der Organismen aus den einfachsten Grundformen festzustellen; die zweite forscht nach den Ursachen der Umbildung der Arten und glaubt sie zu finden im sog. Kampf ums Dasein, in der Auslese des Passendsten und in der natürlichen Zuchtwahl.

Die Abstammungslehre ist ein dauernder Grundpfeiler der biologischen Forschung geworden, über die Ursachen der Veränderung und Vervollkommnung der Organismen sind die wissenschaftlichen Meinungen noch geteilt.

In neuerer Zeit wurde gezeigt, dass die erblichen Formveränderungen, die sog. Mutationen, direkt beobachtet werden können und dass für bestimmte Vererbungscharaktere bestimmte Determinanten, möglicherweise in Gestalt von chemischen Verbindungen, in den Geschlechtszellen vorhanden sein müssen.

In der Geologie brach sich die Erkenntnis Bahn, dass zur Erklärung der Veränderungen auf der Erdoberfläche und der Überlagerung ihrer Schichten die jederzeit wirksamen Kräfte ausreichen, wie Hebungen und Senkungen, die nagende Wirkung des Wassers als Regen, Schnee und Eis, als Bach, Fluss und Meereswelle, die vulkanischen Erscheinungen, die Wirkungen des Windes, die chemischen Umänderungen der Gesteine. Ganz allmählich im Lauf kolossaler Zeiträume ist

demnach die Erdoberfläche verändert und aus einer Periode in die andere übergeführt worden, und noch jetzt geht dieser Prozess vor sich. In den versteinerten Tieren und Pflanzen müssen wir die uralten Ueberreste von Organismen sehen, die in der betreffenden Epoche wirklich gelebt haben. Die Versteinerungskunde weist zugleich eine zeitliche Aufeinanderfolge verschiedener organischer Formen in den verschiedenen geologischen Zeiträumen nach, eine Reihe, bei der die später erscheinenden Tier- und Pflanzenarten denen der Gegenwart immer ähnlicher werden. So ergibt sich auch auf diesem Wege die Annahme einer natürlichen Entwicklung der organischen Formen. Zwischen den ausgestorbenen und den lebenden Tieren besteht ein genetischer Zusammenhang; jene sind Vorläufer von diesen und ihre Versteinerungen die sichersten Zeugen der Stammesgeschichte der Tier- und Pflanzenwelt.

In der Astronomie brachte das vorige Jahrhundert die Entdeckung der Planetoiden und des grossen Planeten Neptun.

Die Anwendung der Spektralanalyse liess die chemische Natur der entferntesten Himmelskörper erkennen, förderte insbesondere die Physik der Sonne und gab Kunde von Bewegungen im Weltraum, die selbst mit den schärfsten Fernröhren unmöglich festzustellen waren. Durch die Photographie wurden Erscheinungen am Himmel sichtbar gemacht, die noch nie ein menschliches Auge gesehen und die der unmittelbaren Beobachtung sonst wohl noch lange unzugänglich geblieben wären.

Bekannt ist der mächtige Einfluss, den dieses Aufblühen der Naturwissenschaften mittelbar und unmittelbar auf das wirtschaftliche, soziale und geistige Leben ausgeübt hat.

Man weiss, dass die auf den naturwissenschaftlichen Errungenschaften aufbauende Technik unzählige Motoren und Maschinen in den Dienst der Menschheit gestellt hat, man kennt die Bedeutung neuer Erfindungen und Entdeckungen für die Grossindustrie mit ihrer Massenproduktion, für den Weltverkehr, für den Schutz des Handels und die Landesverteidigung, für die kolonialen Bestrebungen und für den wirtschaftlichen Wettbewerb der Nationen. Die Steigerung der Ertragsfähigkeit des Bodens, die Hebung seiner Schätze, die äusserste Ausnützung der vorhandenen und die Erschliessung neuer Energiequellen fordern die ausgedehnteste Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, welche ebensowenig bei der verständnisvollen Handhabung unserer hygienischen Einrichtungen und bei vielen anderen dem Gemeinwohl dienenden Anlagen zu entbehren sind. Auch im wirtschaftlichen Kampf der einzelnen Individuen, im Ringen um die Güter des

Lebens, um Reichtum und Macht, geben geistige Schulung und Technik den Ausschlag.

Ebenso bekannt sind die Umwandlungen, die im sozialen Leben das Jahrhundert der Entdeckungen und Erfindungen gebracht hat. Die Anforderungen an das Wissen und Können des Menschen sind ungemein gestiegen. Sie bedingen auf allen Gebieten eine weitgehende Arbeitsteilung, die vom Einzelnen immer mehr Unterordnung unter das Ganze verlangt, immer mehr Opfer für die Zwecke der Allgemeinheit und Beschränkung der eigenen freien Entfaltung. Ganz wie in der übrigen Natur, wo so vielfach die Interessen des Individuums denen der Gesamtheit weichen bzw. sich unterordnen müssen.

Nicht zu verkennen ist endlich die einschneidende Wirkung, welche die fortschreitende Naturkenntnis auf das gesamte Denken, auf Kunst, Geschichtsauffassung und Philosophie hatte. Auf dem festen Boden der Beobachtung und des Experiments stehend sucht die Naturwissenschaft die Wirklichkeit zu erklären, den nicht zu Tage tretenden Zusammenhang der Erscheinungen durch scharfsinnige Hypothesen und Theorien zu deuten und durch erkenntnistheoretische Untersuchungen ihren Bau zu festigen. Das Geschehen in der Natur als zusammenhängend aufzudecken, die uns umgebende Welt als ein von inneren Kräften bewegtes Ganzes zu erkennen und von der Stellung des Menschen in ihr eine klare Erkenntnis zu erlangen, ist die Aufgabe, die sich unsere Wissenschaft gestellt hat. Und schon sind viele Zusammenhänge aufgedeckt.

Die Physik zeigt, wie dieselben Kräfte, die auf unserem Planeten tätig sind, im ganzen Weltall wirken, wie im steten Wechsel des Geschehens die Gesamtenergie der Welt von derselben Grösse bleibt und wie dieselben Stoffe, die unsere Erde und ihre Bewohner zusammensetzen, auch die Bausteine der entferntesten Himmelskörper sind.

Die Chemie weist die Unvergänglichkeit des Stoffes nach und führt die unendliche Mannigfaltigkeit der Materie in den Naturkörpern auf einige wenige Grundstoffe zurück, aus denen der Chemiker wieder dieselben oder neue vorher ungekannte Körper aufbaut. Im Verein mit Mathematik und Physik hat sich die theoretische Chemie eine vollkommen sichere Grundlage geschaffen und in der praktischen Anwendung ist sie ebenso unentbehrlich für Industrie und Gewerbe, wie für die Erforschung der Vorgänge in unserem Körper und für die Grundlagen der Hygiene.

Auch in der Biologie geht das wissenschaftliche Streben dahin, die Lebenserscheinungen auf wenige Ursachen zurückzuführen, die Bedingungen zu ermitteln,

unter denen Lebensäusserungen zustande kommen und vor sich gehen. Mittels des physiologischen Experiments, der mikroskopischen Untersuchungen, der chemischen Analyse und Synthese erforscht sie die Gesetzmässigkeit der Lebensformen und zeigt uns die Lebewesen als die Glieder eines zusammenhängenden Naturganzen.

Die Bedeutung und das Ziel der Biologie als reine Wissenschaft sind besonders schön ausgedrückt in den Worten Paulsens:

„Das Leben ist das Problem, das im Mittelpunkt wissenschaftlicher Forschung und alles philosophischen Nachdenkens steht; es ist das Problem aller Probleme. Hier berühren sich Materie und Seele, Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften. Die Konstruktion der Tatsache des Lebens ist darum entscheidend für die Weltanschauung überhaupt. Und daher ist die Tatsache, um deren Konstruktion hier gestritten wird, die Voraussetzung für das Verständnis aller Philosophie: ohne Biologie kein Verständnis der philosophischen Probleme und ihrer Lösungen“.

Die Geologie enthüllt uns das Schauspiel einer stetigen Veränderung der Erdoberfläche und der Kräfte, die dabei wirkten und noch tätig sind. Wir sehen die mächtigen Regungen des Vulkanismus in früheren Perioden und erkennen die gewaltigen Wirkungen, die mit der Erkaltung und Zusammenziehung der Erdkruste verbunden sind. Einbrüche, Hebungen und Senkungen finden statt; auf der abgekühlten Oberfläche sammelt sich das Wasser zu Ozeanen an; Kontinente tauchen im Meer unter und der Meeresboden wird zum festen Land. Gebirge erheben sich und werden vom Eis, Wasser und Wind wieder zerstört und zu neuen Gesteinsschichten abgelagert. Die Leiber der abgestorbenen Organismen sinken in die Schichten ein, versteinern und sind nach Jahrmillionen sprechende Zeugen all dieser Veränderungen. In der Tiefe der Erdkruste werden durch die chemischen Kräfte in grossartigstem Massstabe die Mineralien erzeugt und umgewandelt. Dies alles geschah in ungeheuren Zeiträumen nach vollständigster Gesetzmässigkeit, nach der auch die Entwicklung der Organismen von ihren Anfängen bis zur jetzigen Vollkommenheit vor sich ging. Die Geologie enthält so eine Geschichte der Erde, von der die eigentliche Weltgeschichte nur den letzten winzigsten Abschnitt bildet.

Soviel über die Geschichte und die allgemeine Bedeutung der Naturwissenschaften für das Kulturleben. In dem Masse aber, als sich dieses entwickelt und verändert, werden auch die Anforderungen an die Ausbildung der Jugend geändert und so unterliegt es keinem Zweifel, dass dem naturwissenschaftlichen Unterricht in unserer Zeit erheblich mehr Rechnung getragen werden muss als

früher. Über die Bedeutung dieses Unterrichts für die Schule verbreitet sich eine umfangreiche Literatur,^{*)} der nachstehende allgemeine Gesichtspunkte entnommen seien.

Die Naturwissenschaften dienen ebensosehr der allgemeinen Geistesbildung wie der Vermittlung von wichtigen Kenntnissen. Wie andere Lehrgegenstände sind sie geeignet, die Verstandesanlagen zu entwickeln und das Urteilsvermögen auszubilden. Ihre besondere Bedeutung tritt darin zutage, dass sie die Sinnesorgane schärfen, das Anschauungs- und Beobachtungsvermögen wecken und zur Entwicklung bringen. Sofern der Schüler scharf beobachtet, über das Wahrgenommene nachdenkt, daraus seine Schlussfolgerungen zieht und sie sachlich und sprachlich zum Ausdruck bringt, verrichtet er eine geistige Arbeit, der ein nicht geringer formaltbildender Wert innewohnt.

Nicht aus Büchern soll der Schüler seine naturwissenschaftlichen Kenntnisse sich aneignen, sondern durch unmittelbare Beobachtung der Erscheinungen, durch die Beschäftigung mit den Dingen selbst. Und in unseren Jünglingen lebt der Trieb, die sie umgebende Welt zu verstehen, den Zusammenhang von Ursache und Wirkung zu erkennen; zu erfahren, wie wissenschaftliche Erkenntnisse zustande kommen, welche Bedeutung den Hypothesen und Theorien zukommt.

Der naturwissenschaftliche Unterricht vermittelt ferner wichtige Kenntnisse, die heutzutage jedem, auch dem Juristen und Verwaltungsmann nötig sind, um die täglich mehr ins Leben eingreifenden Entdeckungen und Erfindungen auf den verschiedenen Gebieten menschlicher Tätigkeit verstehen und würdigen zu können und ein Verständnis für die positive Arbeit zu bekommen, durch die unsere wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse umgestaltet worden sind.

Sofern die Schule ihre Aufgabe darin sieht, alle Arten Geisteskräfte auszubilden, für jede Art höherer Berufstätigkeit die allgemeinen Vorbedingungen zu schaffen, wird sie nicht mehr umhin können, dem naturwissenschaftlichen Bildungsstoff als einer notwendigen Ergänzung der abstrakten Lehrfächer entsprechende Geltung zu verschaffen.

Die Meraner Kommission verlangt, wie schon Seite 5 gesagt ist, für die Durchführung ihrer Lehrpläne eine erhebliche Erhöhung der Stundenzahl in den Naturwissenschaften. Im Hinblick auf die umfassende Aufgabe und im Interesse der Gründlichkeit des Unterrichts kann diese Forderung nur gebilligt werden.

^{*)} Ein Verzeichnis der hier verwendeten Veröffentlichungen findet sich am Schluss dieser Schrift.

Vom Gymnasium ist aber vorerst eine solche Zuscheidung von Stunden nicht zu erwarten und doch treffen die Gründe, welche für die Einführung der Biologie und Geologie sprechen auch für diese Anstalt wie für die übrigen Mittelschulen zu. Es wäre desshalb von grossem Interesse gewesen, die Meinung der Kommission über Lehrpläne bei zunächst beschränkter Stundenzahl zu erfahren.

Bei der Auswahl des Stoffs ist am Gymnasium allerdings weise Beschränkung geboten. Der Unterricht wird aber jedenfalls auch hier einen Einblick in alle Teile des weiten Reichs der Natur geben und auf die einheitliche Auffassung des Naturganzen hinarbeiten müssen, indem er die einzelnen Fächer in enge Wechselbeziehung bringt. Sein Ziel wird neben der Vermittlung positiven Wissens hauptsächlich sein, dem Schüler befruchtende Anregungen zu geben, in ihm das Verlangen nach Erweiterung und Bereicherung seiner Erkenntnisse zu wecken.

In Württemberg ist durch Erlass der königl. Ministerialabteilung für die höheren Schulen vom 16. Juni 1906 die Verteilung des naturwissenschaftlichen Stoffs folgendermassen festgestellt:

In den Vorklassen und den Klassen I—III, also 4 Jahre lang zweistündig, Naturgeschichte; im Winter in der Regel Zoologie, im Sommer Botanik.

An den Klassen IV und V findet kein naturwissenschaftlicher Unterricht statt.

„Klasse VI: 2 Stunden; Grundbegriffe der Physik, Chemie und das Wichtigste aus der Mineralogie. (Kristallographie ist dabei nur kurz und anschauungsweise, ausserdem in Klasse VIII und IX im Zusammenhang mit der Stereometrie zu betreiben.)

Klasse VII und VIII Physik in 2 Wochenstunden.

Klasse IX in der ersten Hälfte des Schuljahrs: Ausgewählte Teile aus der Botanik und Zoologie (einschl. Anthropologie) in biologischer Betrachtungsweise. In der zweiten Hälfte des Schuljahrs Geologie.

Bei dem biologischen Unterricht ist die Aufgabe nicht, bestimmte sichere Kenntnisse bei den Schülern zu erzielen, sondern ihnen Einblicke in besonders bedeutsame Gebiete der lebenden Natur unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu eröffnen, sie dadurch zu umfassenderem und tieferem Verständnis der Natur heranzuführen und zu späteren eingehenderen Studien Anregung zu bieten. Es wird daher dem Lehrer anheimgegeben, aus der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Tiere und des menschlichen Körpers solche Teile auszuwählen, die nach seiner Ansicht vom Standpunkt der allgemeinen Bildung aus die wichtigsten

sind, wobei auch die Bevorzugung des seinen eigenen Studien und Interessen besonders Naheliegenden nicht ausgeschlossen sein soll.“

Für diesen biologischen Unterricht stehen 2 Wochenstunden zur Verfügung, während eine weitere an dieser Klasse der Astronomie vorbehalten ist.

Die naturwissenschaftlichen Fächer am Obergymnasium sind hier getrennt. Diese Trennung bietet mancherlei Vorteile gegenüber anderen Lehrplänen z. B. dem preussischen, wo Chemie, Astronomie und Biologie in den Rahmen des Physikunterrichts fallen.

Namentlich ergibt sie eine zweckmässige Austeilung der verfügbaren Zeit auf die verschiedenen Disziplinen und die Möglichkeit, das einzelne Fach jeweilig dem dazu besonders befähigten Lehrer zu übertragen.

Der Physik verbleiben wie bisher 2 Wochenstunden in 2 Jahreskursen. Bei dieser allerdings knapp bemessenen Zeit sind erhebliche Kürzungen und Abstriche am Lehrstoff nicht zu vermeiden. Aber auf Vollständigkeit muss hier schon verzichtet werden, sofern der Unterricht der Aufnahme- und Urteilsfähigkeit des Schülers entsprechen soll. Eine sorgfältige Auswahl und eine strenge Begrenzung des Stoffs werden daher so zu treffen sein, wie es einerseits der Selbstzweck des Fachs, andererseits die Konzentration des Unterrichts in den naturwissenschaftlichen Fächern überhaupt fordern. Wo hierin mehrere Lehrer tätig sind, werden eine Einigung über die Einzellehrpläne und eine gewisse Einschränkung der durch den amtlichen Lehrplan in weitem Mass gestatteten persönlichen Freiheit unerlässlich sein.

Für den physikalischen Unterricht stellt die Meraner Kommission folgende allgemeine Grundsätze auf:

1. Die Physik ist im Unterricht nicht als mathematische Wissenschaft, sondern als Naturwissenschaft zu behandeln.
2. Die Physik ist als Unterrichtsgegenstand so zu betreiben, dass sie als Vorbild für die Art, wie überhaupt im Bereich der Erfahrungswissenschaft Erkenntnis gewonnen wird, dienen kann.
3. Für die physikalische Vorbildung der Schüler sind planmässig geordnete Übungen im eigenen Beobachten und Experimentieren erforderlich.

Der letzte Grundsatz wird sich im Gymnasium schwer verwirklichen lassen, die beiden andern können auch für diese Anstalt massgebend sein. Namentlich enthält der erste eine Forderung, über deren Berechtigung, wie aus zahlreichen Abhandlungen hervorgeht, alle beteiligten Kreise einig sind.

Demgemäss sollen Anschauung und Beobachtung unter ausgedehnter Anwendung des Experiments die Grundlagen des physikalischen Unterrichts bilden; die Mathematik würde hierbei auf die grundlegenden Entwicklungen und einfacheren Beispiele sich beschränken. Ein Verfahren, das in unseren Gymnasien wohl längst sich eingelebt hat; denn schon die kurz bemessene Zeit und der Stand der mathematischen Schulung des Gymnasisten bedingen den empirischen Charakter des Unterrichts. Als Vorbild, wie im einzelnen Abschnitt der Stoff ausgewählt und behandelt werden könnte, mag hier dienen: Haas, Einführung in die Elektrizitätslehre. Zwölf gemeinverständliche Vorträge, die eigentlich für ein weiteres Publikum bestimmt, nur geringer experimenteller und theoretischer Ergänzung bedürfen, um auch den Bedürfnissen des Gymnasialunterrichts vollauf zu genügen.

Eine Erweiterung und Vertiefung der Physik nach der mathematischen Seite hin wäre aber nach der Ansicht berufener Kreise dann zu erzielen, wenn im Mathematikunterricht die angewandten Aufgaben in ausgiebiger Weise dem Gebiet der Physik entnommen würden.

Man wird diesem Gedanken auch bei uns in gewissem Grad zustimmen können. Die Erfahrung lehrt wenigstens, dass solche der Wirklichkeit entnommenen Beispiele die Jugend von heute ungleich mehr anziehen, als künstlich zurecht gemachte Aufgaben, die vielfach jeder praktischen Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit entbehren. Die Mathematik wird in den Augen des Gymnasisten nur gewinnen, wenn er ihre allgemeine Bedeutung für die Darstellung von Vorgängen in der Natur recht genau kennen lernt. Seine physikalische Einsicht aber erlangt eine grössere Sicherheit, wenn ihm auch über die Zeit des eigentlichen Physikunterrichts hinaus an der Hand entsprechender Aufgaben eine Wiederholung der Hauptgesetze geboten wird. Ein Festhaften des Gelernten wird eben auch hier nur durch ständige Uebung erlangt.

So bilden u. a. Uebungen im absoluten Masssystem eine wertvolle Schulung im logischen Denken und führen erst eigentlich in das Verständnis der Energieverwandlungen und ihres Zusammenhangs ein.

Eine gewisse Durchdringung des mathematischen und physikalischen Unterrichts wird das Interesse des Schülers nur erhöhen und ist möglich, ohne dass das System der Mathematik in seiner Vollständigkeit Schaden litte.

Von besonderer Bedeutung für beide Disziplinen wäre eine stärkere Betonung des Begriffs der funktionalen Abhängigkeit und die umfassendste Anwendung der Methode der graphischen Darstellung. Letztere liefert ja nicht nur allgemein verständliche Bilder des Geschehens in der Natur, sondern findet

heutzutage auch in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft und des praktischen Lebens ausgedehnte Verwendung.

Vom Lehrstoff könnten der Hauptsache nach die Kapitel über Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane und Verwandtes dem biologischen Unterricht zugewiesen werden. Die Theorie der Lösungen und die damit zusammenhängenden Erscheinungen des osmotischen Drucks, der Diffusion, der Ionenlehre u. s. f. setzen Kenntnisse in der Chemie voraus und müssen diesem Fach eingereiht werden. Damit hängt nun die vielerörterte Frage der Aufeinanderfolge von Physik und Chemie zusammen. Dass ein physikalischer Unterricht dem chemischen vorausgehen muss, wird allseitig als Notwendigkeit angesehen. So ist z. B. nach dem preussischen Lehrplan in Obertertia das wichtigste aus der Mechanik und Wärmelehre zu behandeln; in Unter- und Obersekunda folgt die in den physikalischen Unterricht eingeschlossene Chemie. Auch im Meraner Bericht ist ein vorbereitender Physikunterricht von einem Jahr vorausgesetzt. Wie weit bei uns an Kl. VI die Grundbegriffe der Physik behandelt werden sollen, ist im Lehrplan nicht ausgedrückt. Jedenfalls sollten sie im Interesse eines ausgiebigen Chemieunterrichts nicht zu viel Zeit wegnehmen, und doch hat dieser andererseits nicht geringe physikalische Kenntnisse zur Voraussetzung, soll er irgend von nachhaltigem Erfolg sein. Ein solcher ist aber anzustreben, da die Chemie in unserer Zeit mindestens dieselbe Bedeutung fürs öffentliche Leben erlangt hat, wie die Physik. Es fragt sich also, ob nicht eine Verlegung des chemischen Unterrichts in Kl. VII oder VIII sich empfehlen würde. Der Physikunterricht müsste dann mit Klasse VI beginnen und in VII oder VIII seine Fortsetzung finden. Verschiedene und schon oft genannte didaktische Gründe sprechen dafür.

„Die Tatsachen der Physik spielen sich im täglichen Leben vielfach vor dem Schüler ab. Er bringt eine gewisse Anschauung davon schon in den Unterricht mit. Es ist deshalb leicht, diese Anschauungen zu vertiefen und ihr Wesen schärfer zu fassen.“

„Der chemische Unterricht findet den Schüler ohne allen Besitz von Anschauungen und Vorstellungen des täglichen Lebens. Der Unterricht muss also solche schaffen und im Schüler Vorstellungsbilder wecken, auf Grund deren eine Begriffsbildung möglich wird, die ihm allmählich das Wesen der chemischen Erscheinungen zum Bewusstsein bringt und ihn zur Erkenntnis der diese Erscheinungen beherrschenden Gesetze führt.“

Ein erfolgreicher Chemieunterricht setzt also voraus, dass der Schüler eine gewisse Reife der Anschauung und der Uebung im induktiven Denken schon mitbringt, um mit dem nötigen Interesse überhaupt folgen zu können.

Ebenso sind, wie schon gesagt, für das richtige Erfassen der chemischen, namentlich auch der sog. chemisch-physikalischen Erscheinungen bestimmte grundlegende Kenntnisse und Begriffe aus der Physik unentbehrlich. Es seien nur genannt: Volumen und Masse; Arbeit und Energie; spezifisches Gewicht; Molekularkräfte; Gasdruck; fast die ganze Wärmelehre; Wirkungen des elektrischen Stroms u. s. f.

Die Konzentration des Unterrichts betreffend, käme noch folgendes in Betracht:

Die in die Stereometrie verlegten kristallographischen Betrachtungen würden bei Verlegung der Chemie in Kl. VIII dem Mineralogieunterricht parallel laufen und ihn so wesentlich unterstützen. Ebenso wären beide Disziplinen der Geologie und Biologie, deren Voraussetzung sie z. T. bilden, näher gerückt.

Im ganzen würde also ein schärferes Ineinandergreifen der Fächer und damit ein einheitlicherer Aufbau des naturwissenschaftlichen Unterrichts gewonnen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Vereinigung des mineralogischen und chemischen Unterrichts besonders zu begrüßen.

Die Aehnlichkeit der Mineralien zeigt sich vorzugsweise in den chemischen Merkmalen. Daher wird zur Gruppierung der Mineralkörper die chemische Zusammensetzung verwendet; sie ist das Wesentliche, die anderen Eigenschaften sind nur „Funktionen“ derselben.

Der Unterricht in Mineralogie wird also am besten auf chemischer Grundlage aufgebaut und damit rechtfertigt sich seine Verschmelzung mit dem Chemieunterricht. Für diesen selbst entspringt daraus der Vorteil, dass die Entwicklungen sich an bestimmte Naturkörper anlehnen können. Die Zahl der zu behandelnden Mineralien wäre allerdings zu beschränken und massgebend bei der Auswahl werden ausser den Bedürfnissen der Chemie namentlich die der Geologie und z. T. auch der Biologie sein müssen.

Auch in der Chemie kann von einer systematischen Behandlung keine Rede sein, sondern man wird, etwa dem Meraner Bericht folgend, die Auswahl so treffen, „dass die in der Natur am häufigsten auftretenden Elemente in ihren wichtigsten Eigenschaften und Verbindungen den Schülern bekannt werden“. Dabei wären „die wichtigsten allgemeinen Gesetzmässigkeiten aus den Erscheinungen herzuleiten und die zu ihrer Erklärung aufgestellten Theorien zum Verständnis zu bringen“. Endlich darf nicht versäumt werden, geeignete Ausblicke auf die Bedeutung zu eröffnen, welche die Chemie in technischer Hinsicht und im wirtschaftlichen und sozialen Leben erlangt hat.

Ein Buch, das diesen Anforderungen in hervorragender Weise gerecht wird, ist der „Leitfaden der Chemie und Mineralogie von Ohmann“. Er verflieht die beiden Unterrichtsgebiete zu einem einheitlichen Ganzen und ist in einem zweistündigen Jahreskurs methodisch und inhaltlich unseren derzeitigen Bedürfnissen trefflich angepasst. Deshalb dürfte eine kurze Besprechung des Lehrgangs gerechtfertigt sein. Nach ihm bilden „Naturkörper und Naturvorgänge die Ausgangspunkte und die Grundlage des Ganzen. Die chemischen Elemente sind gewöhnlich nicht das Gegebene, sondern werden aus möglichst charakteristischen Verbindungen einzeln erst gewonnen“. Ohne jegliche Vorwegnahme von Formeln, chemischen Gleichungen u. s. f. findet eine allmähliche Erarbeitung der chemischen Begriffe und Gesetze statt.

So wird z. B. ein Naturkörper nach seinem Vorkommen, seinen kristallographischen und physikalischen Eigenschaften betrachtet; sorgsam ausgewählte aufklärende Versuche schliessen sich an; in besonderen darauf folgenden Erläuterungen werden die neu gewonnenen Erkenntnisse festgelegt. „Wie sich der Kreis der Naturkörper nach und nach erweitert, vervollständigt sich allmählich das Bild, welches von den chemischen Erscheinungen und Gesetzen gegeben wird“.

Es ist dem Verfasser gelungen, den chemischen Lehrstoff durch folgerichtige Gedankengänge eng zu verknüpfen und das durchgeführte analytisch-induktive Verfahren ist geeignet, dem Schüler nicht nur die wichtigsten Kenntnisse zu vermitteln, sondern ihn auch zu genauem Beobachten und selbständigem Schliessen anzuleiten.

Inhaltlich zeigt der Leitfaden eine durchgreifende systematische Gliederung nach den in der Natur auftretenden Hauptgruppen der chemischen Verbindungen: Elemente und Schwefelverbindungen; Sauerstoffverbindungen und Oxyde; Wasserstoffverbindungen; Haloidsalze und -säuren; Sauerstoffsalze und -säuren.

In den Erläuterungen finden ausser den hergebrachten Tatsachen und Theorien insbesondere noch folgende ihren Platz: Verbrennungswärme, Massenwirkung; chemisches Gleichgewicht; der Molbegriff und die Raumfüllung des Mols bei gasförmigen Verbindungen; thermochemische Gleichungen; die Natur der Lösungen von Nichtelektrolyten und Elektrolyten; osmotischer Druck; Siedepunkterhöhung und Gefrierpunktserniedrigung; der elektrische Strom als Quelle chemischer Vorgänge; Ionenbildung und elektrische Zersetzung; Natur der Salze; Ionenreaktionen; chemische Energie; Spektralanalyse.

Die neuen physikalisch-chemischen Anschauungen sind also ausgiebig berücksichtigt und in vorbildlicher Weise ist gezeigt, wie diese nicht gerade einfachen Begriffe für den Schüler aufnahmefähig gemacht werden können.

Damit ist auch einer gegenwärtig fast allseitig gestellten Forderung genügt, nämlich: die engen Beziehungen, in denen Chemie und Physik zu einander stehen, im Unterricht zu betonen und das Verständnis für die Grundlagen der allgemeinen Chemie zu wecken.

Die Ausführungen des Leitfadens über die Silikate, die Verwitterung der Gesteine und über die wichtigsten gemengten Gesteine leiten in ungezwungener Weise zur Geologie über und bilden für diese eine gute Grundlage.

Manchem Lehrer wird der Abschnitt über die organischen Körper zu kurz erscheinen. Allein Masshalten ist gerade hier besonders angezeigt. Eine weitergehende Behandlung der organischen Chemie, etwa nach Massgabe des Meraner Programms, ist wegen Mangels an Zeit unmöglich, die blosser Erwähnung und Aneinanderreihung von Tatsachen und Begriffen aber ohne theoretische Begründung und Verbindung hat keinen didaktischen Wert. Dagegen könnten hier die chemisch-physiologischen Versuche von Ruoss*) passende Verwendung finden. Sie umfassen in 20 Nummern nicht nur das, was der Schüler aus der organischen Chemie etwa wissen soll, sondern dürften sich auch für den nachfolgenden biologischen Unterricht besonders wertvoll erweisen.

Für die Biologie und Geologie stehen in Kl. IX zwei Wochenstunden zur Verfügung; letzterem Fach ist hiebei die zweite Hälfte des Schuljahrs zugewiesen. Es mögen jedoch einige Gründe angeführt werden, die für die umgekehrte Reihenfolge der beiden Disziplinen sprechen. Bei der Vereinigung derselben in einen Lehrgang ist die Geologie als die Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner der allgemeinere Teil, der auch die Biologie als den spezielleren umfasst. Ersterer geht daher am besten im Unterricht voraus. Dazu kommt, dass einer vergleichenden Behandlung der Botanik und Zoologie der Entwicklungsgedanke zu Grunde liegen muss. Dieser ergibt sich aber nicht aus dem Studium der rezenten Pflanzen und Tiere, die nur feste Formen zeigen, sondern wird für den Schüler am ungezwungensten aus den paläontologischen Tatsachen und Beobachtungen erschlossen.

Auch wäre es sicherlich für den Geologieunterricht sehr fördernd, wenn er dem mineralogischen, dessen natürliche Fortsetzung sein dynamischer Teil ist, unmittelbar folgen könnte.

Sodann ist auf den Ausflügen, die ein notwendiges Erfordernis dieses Unterrichts sind, das Gelände im Herbst allenthalben zugänglicher als im Sommer

*) Gymnasialprogramm Cannstatt 1905 Nr. 702.

wo der Anbau manchen Platz und Weg versperrt. Auch die Zahl dieser teils verbindlichen, teils wahlfreien Ausflüge muss im Sommer in Hinsicht auf die bevorstehende Reifeprüfung in engeren Grenzen gehalten werden, als im Herbst.

Endlich finden manche Schüler Freude am selbständigen Beobachten und Sammeln; diesen wäre dann fast ein ganzes Jahr hindurch Gelegenheit gegeben, ihre Funde und Fragen dem Lehrer zur Begutachtung und Beantwortung vorzulegen.

Während in der Physik und Chemie der Hauptsache nach die fragend — entwickelnde Lehrform eingehalten werden kann, wird in der Geologie und Biologie die vortragsmässige Behandlung des Unterrichts eintreten müssen. Dies gebieten schon die Kürze der verfügbaren Zeit und die Übersichtlichkeit des immerhin verschiedene wissenschaftliche Gebiete umfassenden Lehrstoffs. Zudem ergibt sich aus der Erfahrung, dass hier das Interesse des Schülers durch den Lehrgegenstand selbst in erheblichem Masse geweckt und unterhalten wird und dass bei sorgfältiger Auswahl und Gruppierung des Stoffs ein nachhaltiger Erfolg des Unterrichts keineswegs ausbleibt. Bei besonders wichtigen Kapiteln kann ja immerhin die dialogische Form gewählt werden.

Die Gliederung des Lehrstoffs geschieht in der Geologie am besten nach dem Meraner Programm. Demnach zerfällt er in einen allgemeinen und einen historischen Teil. Der erstere beschäftigt sich mit den Kräften, welche bei der Umbildung der Erdrinde gewirkt haben und noch wirken, der zweite mit der Formationskunde und der Paläontologie.

Die geologischen Vorgänge sind charakterisiert durch die Wirkungen des Wassers, des Windes und der gesteinsbildenden Tätigkeit der Pflanzen und der Tiere, durch die vulkanischen Erscheinungen, die Gebirgsbildung und verwandte Prozesse.

Zur Behandlung im Unterricht können in ungefähr 6 Stunden nachstehende Punkte kommen:

Mechanische Wirkungen des Wassers. Niederschläge, fliessende Gewässer; Grundwasser und Quellen; Bäche und Flüsse. — Erosion: Die schlucht- und talbildende Tätigkeit des fliessenden Wassers; Herausmodellierung der Berge und Gebirge; Zerstückelung des Gesteins durch Frost. — Transport und Ablagerung durch die fliessenden Gewässer; Schichtenbildung; Gerölle.

Kiese, Sand, Schlamm; Deltabildungen. Mechanische Tätigkeit des Meeres, Sandsteinentstehung; Brackwasserbildungen.

Chemische Wirkungen des Wassers. Zerstörende und neubildende: Auflösung; Umwandlung und Auslaugung der Gesteine; Gips- und Steinsalzlager; Kalksinter, Kalktuff. Unterirdische Absätze aus Minerallösungen; Höhlenbildungen, Erdfälle. (Die Verwitterung der Gesteine und was damit zusammenhängt, kann schon in der Chemie behandelt werden).

Wesen der Gletscher. Innerer Bau und die Bewegung derselben; Moränen; Glazialschliffe; Moränenlandschaft; Eisberge.

Windwirkung. Dünen; Lössbildung.

Gesteinsbildende Tätigkeit der Tiere und Pflanzen. Absatz von Metallen durch organische Substanzen; Kalkabscheidung aus dem Meer durch Organismen; Kalksteinbildung im Meer; Korallenbauten.

In weiteren 6 Stunden können erörtert werden: Die kosmische Stellung der Erde; Kant-Laplace'sche Hypothese; Folgerungen aus der Abkühlung der Erde; Glutkern; Erdrinde, Wasser- und Lufthülle.

Vulkanismus. Wasserausbrüche in früheren geologischen Zeitaltern und deren Produkte: Granit, Porphy. Geschichtete und massige, erloschene und rezente Vulkane; Basalte, Trachyte, Laven. Warme Quellen; juveniles Wasser.

Einbrüche der Lithosphäre: Ozeanische Bruchfelder und Kontinentalblöcke Schollenbildung.

Säkulare Hebungen und Senkungen. Bildung der Gebirge: Tektonische Gebirge; Faltungen, Mulden, Sättel, Spalten und ihre Ausfüllungen; Gebirgsketten; Täler; Erdbeben.

Ein grosser Teil der geologischen Vorgänge kann durch unmittelbare Beobachtung und Anschauung in der Umgebung des Schulorts studiert werden. So lässt sich die Verwitterung des anstehenden Gesteins durch physikalische, chemische und organische Agentien überall leicht zeigen. Die unterwühlende und abschleifende Tätigkeit des Wassers wird am nahen Fluss oder Bach verfolgt; der Transport von Gesteinsmassen, die Ablagerung von Sanden, Kiesen und Geröllen sind bei jedem stärkeren Wasser zu beobachten. Man zeigt dem Schüler die Talbildung im weichen und harten Gestein, etwaige Trockentäler und die Ursache ihrer Entstehung. An alten Geröllen erkennt man den ehemaligen Lauf eines Flusses und aus dem Höhenunterschied der Talsohle von einst und jetzt die Grösse der Taleinsenkung. Quellen, die Tuffe abscheiden, werden aufgesucht und an Nagelfluhstücken wird die chemische Verfestigung lockerer Sedimente erklärt. Torfmoore lassen den Anfang der Kohlenbildung erkennen, erratische Geschiebe die Wirkung des Gletschereises.

Auch der geologische Bau der Heimat wird auf solchen Ausflügen dargestellt. An geeigneten Aufschlüssen lernen die Schüler die Schichten und Schichtenfolgen nach Gesteinscharakter und wichtigeren Einschlüssen unterscheiden und werden so zum Begriff der Formation geführt. Sie suchen an verschiedenen Orten dieselben Schichten auf oder verfolgen einen Wasserhorizont mit seinen Quellen. Man wird ihnen zeigen, wie die alleinstehenden Berge vom Gebirgsmassiv abgeschnürt wurden, wie der Landschaftscharakter einer Gegend vom anstehenden Gestein abhängt u.s.w. Solche Ausflüge sind ein treffliches Hilfsmittel für das rasche Erfassen geologischer Begriffe und erleichtern den Unterricht wesentlich. In diesem selbst werden an der Schultafel farbige Profile nach der geognostischen Karte oder nach Aufnahmen im Freien gezeichnet; die Faltung der Gebirge und die Abtragung wird am Modell, das man aus verschiedenfarbigem Plastolin anfertigt, sozusagen experimental gezeigt.

Die Formationskunde kann nur in Umrissen zur Behandlung kommen, indem hierfür etwa 20 Stunden übrig bleiben. Im wesentlichen wird man sich auf württembergische Verhältnisse beschränken müssen. Bei der Behandlung der einzelnen Formation ist strenge Zusammenziehung des Stoffs geboten; immerhin werden der allgemeine paläontologische Charakter, die Einteilung des Komplexes nach besonders hervorstechenden Schichten und Leitfossilien, die technische Wichtigkeit einzelner Schichten durch Erzführung oder sonstigen Gehalt an Mineralien und das Landschaftsbild Gegenstände der Besprechung sein können. Die verfügbaren Stunden dürften sich etwa so verteilen lassen: Urgebirge 3, Silur bis Dyas 4, Trias 4, Jura 4, Tertiär 3, Quartär 2 Stunden. Den Schluss wird eine Uebersicht über das Auftreten der Tier- und Pflanzenwelt in den einzelnen Perioden der Erdgeschichte bilden. Also: Erstes Auftreten und grösste Entwicklung bezw. Aussterben der Gefässkryptogamen, Nadel- und Laubhölzer, Trilobiten, Ammoniten, Belemniten; der Fische, Saurier, Vögel und Säugetiere.

Hieraus ergibt sich dann die Tatsache eines stetigen Fortschritts der Organismenwelt von einfacheren zu komplizierteren Lebensstufen, einer fortwährenden Umgestaltung der Faunen und Floren im Sinn der Vervollkommnung und der Annäherung an die Formen der Jetztzeit.

Bei der Bedeutung, welche der Entwicklungsgedanke für die heutige naturwissenschaftliche Forschung erlangt hat, ist eine Erörterung der Abstammungslehre auf der Schule nicht mehr zu umgehen. Doch kann es sich hierbei nur

darum handeln, die aus den paläontologischen Tatsachen gezogenen Konsequenzen durch einige Befunde der vergleichenden Anatomie zu erhärten. Auf eine ausführliche Darstellung muss von vornherein verzichtet werden, denn man wird R. Hertwig zustimmen müssen, wenn er sagt: „Die kritische Erörterung eines so fundamental wichtigen, zugleich aber ungeheuer schwierigen Problems kann mit Aussicht auf geistigen Gewinn für den Schüler wegen seiner bescheidenen Kenntnisse nicht gegeben werden“.

Immerhin aber erscheint es besser, wenn der Schüler von berufener Seite in ernsthafter Belehrung über das Wesentliche der Deszendenzlehre aufgeklärt wird, als wenn er, wie Paulsen sich ausdrückt, „den entwicklungsgeschichtlichen Gedanken aus irgend welchen wie immer getrübbten Quellen aufnimmt.“

Die Aufgabe des biologischen Unterrichts und seine Bedeutung für die allgemeine Geistesbildung sind in den Hamburger Leitsätzen (Seite 3) dargelegt und ausserdem in einer umfangreichen Literatur behandelt. Hier sei nur kurz auf die praktische Verwertung biologischer Kenntnisse in der Gesundheitspflege hingewiesen. Indem der Schüler einen Einblick in den Bau und die Funktionen seines eigenen Körpers erhält, lernt er ihn sachdienlich behandeln. Er erkennt die Wichtigkeit fortgesetzter körperlicher Uebung und die Gefahr sportlicher Uebertreibung. Ein sachgemässer biologischer Unterricht wird namentlich auch denen zu gut kommen, die später für das körperliche Wohl ihrer Untergebenen die Verantwortung tragen, also dem Offizier, dem Lehrer, Fabrikleiter und nicht zum letzten dem im Kolonialdienst Wirkenden.

Die Biologie vermittelt dem Schüler ferner die Kenntnis der Grundfragen der Hygiene: Ansteckung, Prophylaxis, Desinfektion, Sterilisierung, Serumbehandlung u. a. m. Ein Verständnis hiefür ist namentlich denen unerlässlich, die einst berufen sind, den auf dem Gebiet der Gesundheitspflege von den Sachverständigen angeordneten Massregeln zur entsprechenden Durchführung zu verhelfen.

„Es ist eine Schande unserer Zeit“, sagt Reinke, „wenn ein gebildeter Mann keine Ahnung von den fundamentalsten physiologischen Vorgängen: Ernährung, Wachstum und Fortpflanzung hat, und mancher Missbrauch der Jugendkraft ist auf die totale Unwissenheit in biologischen Dingen zurückzuführen“.

Im Untergymnasium wird der naturgeschichtliche Unterricht an der Vor-klasse und den Klassen I—III in je zwei Wochenstunden erteilt.

Das allgemeine Lehrziel wird hier sein, die Anschauung zu üben, die Jugend zur selbsttätigen Beobachtung anzuleiten und ihre Aufmerksamkeit zu

schärfen. Die spezielle Aufgabe wird darin bestehen, die Schüler mit den wichtigeren Formen, dem gröberen Bau, den Lebensvorgängen, dem Nutzen und Schaden namentlich der einheimischen Tiere und Pflanzen bekannt zu machen.

In der Methode hat bekanntlich die neuere Naturgeschichte mit der alten rein morphologischen Betrachtungsweise gebrochen. Sie sucht Bau und Lebensäusserungen der Organismen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen und in ihrer Abhängigkeit von der umgebenden Natur zu betrachten. Diese biologische Behandlung des Unterrichts ist besonders geeignet, dem stets wachen Kausalitätsbedürfnis der Jugend entgegenzukommen und so die Freude und das Interesse derselben an der Naturbeobachtung immer wieder zu wecken und zu erhalten.

Die Morphologie kommt dabei keineswegs zu kurz; denn die biologische Methode zwingt dazu, die Formen sorgfältig erst festzustellen, ehe nach ihrer Bedeutung gefragt werden kann. Auch führt das Vergleichen der Formen nach übereinstimmenden und unterscheidenden äusseren Merkmalen zu einer Systematik, die im Interesse der Übersichtlichkeit des weiten Unterrichtsgebiets nicht vergessen werden darf. Durch das Einreihen neuen Materials in die aufgestellten Gruppen ergeben sich von selbst leichtere Bestimmungsübungen. Ebenso wird der Lehrer im Schüler die Lust zum Sammeln und selbständigen Beobachten zu wecken suchen. Für letzteres bietet u. a. das Tier- und Pflanzenleben in unseren Gewässern eine reiche Fundgrube, die nur noch zu wenig für Unterrichtszwecke ausgebeutet wird.

Im Unterricht selbst wird die Anschauung am besten an den lebenden Tieren und Pflanzen geübt. Ferner bilden entsprechende Wandtafeln und namentlich schematische Zeichnungen, die man vor den Augen der Schüler entstehen lässt, wertvolle Hilfsmittel.

Diese neuere Naturbetrachtung nach den oben genannten Gesichtspunkten ist in trefflichen Lehrbüchern und Leitfäden durchgeführt, die dem Lehrer, was den Stoff anbelangt, die reichhaltigste Auswahl bieten. (Schmeil, Smalian, v. Hanstein u. a.) Doch sei auch die Warnung vor einem Zuviel im Aufsuchen der biologischen Beziehungen nicht vergessen. Kräpelin fasst sie in die Worte: „Es liegt eine Gefahr darin, dass man die morphologischen Befunde ganz ausschliesslich auf physiologische und ökologische Verhältnisse zurückzuführen sucht. Viele sogenannte Erklärungen sind Scheinerklärungen. Der Organismus ist ja nicht allein und nicht in erster Linie das Produkt der ihn umgebenden Verhältnisse, sondern das Endglied einer langen Entwicklungsreihe, welche, wie Tausende von Parallelreihen, ihren eigenen spezifischen Bildungsgesetzen gefolgt sind.“

Für den biologischen Unterricht in Kl. IX ist das allgemeine Ziel Seite 17 angegeben. Die Auswahl des Lehrstoffs ist dabei dem Lehrer in weitgehender Weise anheimgestellt.

Nach dem Meraner Bericht soll auf der Oberstufe im Schüler die Fähigkeit entwickelt werden, die das Leben kennzeichnenden Veränderlichkeiten, das Ineinandergreifen der Vorgänge und den Zusammenhang der Abhängigkeiten aufzufassen und in ihrer Gesetzmässigkeit zu begreifen.

Die spezielle Aufgabe wäre: Zusammenfassen der ökologischen Verhältnisse; Übersicht über die Existenzbedingungen der Tiere und Pflanzen, über ihre gegenseitigen Beziehungen und ihre Abhängigkeit von äusseren Verhältnissen; ferner die Lehre vom inneren Baue der Organe, von der Zelle und dem Zellenstaat als kurzem Abriss einer vergleichenden Anatomie und Physiologie; Anthropologie mit elementarem Kursus der physiologischen Psychologie.

„Es scheint dies um so mehr angebracht, als eine solche Belehrung geeignet ist, materialistischen und einseitigen Ideen, die in einem Teil der vielgelesenen populären Literatur und in den Köpfen unreifer Schüler eine Rolle spielen, durch wissenschaftliche Kritik entgegen zu wirken.“

Das genannte Pensum ist für uns viel zu gross. Wir werden uns darauf beschränken müssen, gewisse morphologische und physiologische Tatsachen auf vergleichend anatomischer Grundlage zu verknüpfen und unter möglichster Einhaltung der genetischen Methode die Verwandtschaft der Lebensformen zu zeigen. Den Schluss des Unterrichts wird die Betrachtung des Baus und der Lebensvorgänge des menschlichen Körpers bilden können.

Der Lehrgang könnte in ungefähr 40 Stunden sich über folgende Abschnitte verbreiten: 1. Wesen und Bedeutung der Zelle. 2. Bau und Leben der einzelligen Tiere und Pflanzen. 3. Vom Bau und von der Entwicklung mehrzelliger Pflanzen. 4. Von den mehrzelligen Tieren; kurze vergleichend-anatomische Betrachtung der Organsysteme durch die Reihe der Tierstämme mit besonderer Betonung der Wirbeltiere. 5. Anatomie und Physiologie des menschlichen Körpers und die Grundlehren der Hygiene im Anschluss an die Betrachtung der einzelnen Organfunktionen.

Auch hier werden farbige Zeichnungen an der Schultafel den Unterricht wesentlich unterstützen. Die Schüler haben auf dieser Stufe genügende Übung in räumlicher Anschauung, um durch die Darstellung entsprechender Schnittfiguren in das Verständnis der Gestaltungsverhältnisse der Körper eindringen zu können. Sodann ist neben einschlägigen Wandtafeln auch die Anwendung des Projektions-

apparats zu empfehlen. Ist damit ein Mikroskop verbunden, so lässt sich zum Beispiel ein erheblicher Teil der Kleinwelt des Süßwassers lebend zur Darstellung bringen.

Im einzelnen könnte der Lehrgang etwa nachfolgende Punkte enthalten:

Die Zelle als morphologisch-physiologische Einheit. (Gezeigt an mikroskopischen Präparaten.) Protoplasma; Kern, Chromatophoren, Centrosomen; Zellteilung, direkte und indirekte Kernteilung.

Die einzelligen Wesen. Bewegung und Formänderung; Nahrungsaufnahme und Verdauung, Ausscheidung; Atmung; Reizwirkung; Wachstum; Fortpflanzung. Schwierigkeit der Abgrenzung pflanzlicher und tierischer Wesen auf dieser Stufe.

Rhizopoden: Amöben, Foraminiferen, Radiolarien und ihre geologische Bedeutung. Hämosporidien: Bildung von Sporozoen, Makro- und Mikrogameten; Autoinfektion; Malaria.

Einiges über Flagellaten und Ciliaten; Enzystierung und Konjugation.

Kurzer Abriss der Bakteriologie. Saprophytische und parasitische Bakterien; Krankheiten erregende Bakterien; Fäulnis und andere Zersetzungs Vorgänge; Desinfektion, Impfung, Serumbehandlung.

Kieselalgen. Tange. Volvox.

Die mehrzelligen Pflanzen. Kurze Übersicht über die Hauptformen der Zellen, ihre Verschmelzung zu Gefäßen und ihre Differenzierung zu Geweben.

Mit Rücksicht auf den geologischen Unterricht erscheint es nun angezeigt, die Hauptgruppen des Pflanzenreichs, wie sie nach einander in der Erdgeschichte auftreten, nach Bau und Entwicklung zu charakterisieren. Es empfiehlt sich für unsere Zwecke, aus jeder Gruppe einen Vertreter auszuwählen und nach den genannten Gesichtspunkten zu betrachten. Man verfolgt also den Generationswechsel eines Mooses, zeigt dessen Verschiedenheit bei den Gefässkryptogamen und seine allmähliche Reduktion zu gunsten der Samenbildung bei den Gymnospermen und Angiospermen. An die Befruchtung einer Blütenpflanze schliessen sich Betrachtungen über Wachstumserscheinungen an.

Daraus ergeben sich Ausblicke auf die Ernährung und Ernährungsorgane sowie auf die Atmung der Pflanzen. Diese physiologischen Ausführungen finden dann wesentliche Unterstützung durch entsprechende Versuche, wie sie u. a. in Mäule Programm 1904 Nr. 685 in grosser Auswahl zu finden sind.

Die mehrzelligen Tiere. In kurzem Umriss: Die Eizelle; Wesen der Befruchtung als Parallele zu der pflanzlichen; Furchungsprozess; Blastula,

Gastrula; Keimblätter. Die Gewebearten; Epithelien, Bindesubstanz, Muskel- und Nervengewebe.

Begriff der Organe und Organsysteme. Vergleichend-anatomische Betrachtung derselben durch die Reihe der Tierstämme nach den Gesichtspunkten: Deck- und Stützorgane, Bewegungsorgane, Nervensystem und Sinnesorgane, Organe der Ernährung und des Stoffwechsels, z. Tl. Fortpflanzungsorgane und Entwicklung.

Der Schüler wird aber nur den richtigen Einblick in diese Verhältnisse bekommen, wenn er eine scharfe Vorstellung vom Gesamtaufbau eines Tieres hat. Erst dann wird er das Zusammenwirken der Organe klar erkennen und sie mit denen anderer Typen vergleichen können. Zu viele Formen müssen aber vermieden werden; also bleibt nur übrig, aus jedem Stamm einige Vertreter als Paradigmen auszuwählen. Bei der Wahl werden am besten die Rücksichten auf die Paläontologie und die Beziehungen der Tiere zum Menschen massgebend sein.

Es könnten so etwa ausgewählt werden: Von den Cölenteraten: *Hydra viridis*, ein Süßwasserschwamm, eine Koralle (Knospung, Tierstücke). Von den Würmern: der Regenwurm, eine Turbellarie und *Tänia*; Blick auf die Bryozoen und Brachiopoden. Von den Arthropoden ein Tracheenatmer und ein Kiemenatmer. Von den Mollusken: ein Tintenfisch, die Weinbergschnecke und die Teichmuschel. Alles nur in grossen Zügen ohne störende Einzelheiten.

Bei den Wirbeltieren wird die vergleichende Behandlung eingehender sein: Haut und Hautgebilde; das Skelett: Chorda, Wirbelsäule und Schädel, Gliedmassen; hier namentlich paläontologische Vergleiche, der Begriff rudimentärer Organe; das Muskelsystem; Verdauungs-, Kreislauf-, Atmungs- und Ausscheidungsorgane; Fortpflanzungsorgane in kurzer Skizze; Nervensystem und Sinnesorgane.

Auch hier ist die Gesamtdarstellung wenigstens eines Vertreters jeder Klasse nicht zu umgehen.

Endlich wird beim Menschen eine übersichtliche Wiederholung der Organe und Organsysteme nicht versäumt werden können. Ontogenetische und sexuelle Ausführungen werden am besten vermieden. Dagegen verlangen die Sinnesorgane eine eingehendere Behandlung; ebenso wird man nicht versäumen, bei den Funktionen des Nervensystems die Begriffe Reize und Empfindungen, Reflexe, automatische Bewegungen und Willenshandlungen in Kürze zu erörtern als eine wichtige Ergänzung der Anatomie und Physiologie des Gehirns.

Die Fragen der Gesundheitslehre werden am besten an die Behandlung der einzelnen Organfunktionen angeschlossen. Selbstverständlich darf es sich hie-

bei keineswegs etwa um Ratschläge zur Hebung von Krankheiten handeln, sondern der Schüler soll gesunde und sachliche Vorstellungen vom Getriebe seines eigenen Körpers erhalten und so die Bedeutung einer vernunftgemässen Lebensweise erfassen lernen.

Auf den Lehrstoff bis zum Schluss der Pflanzenphysiologie könnten 12 Stunden, auf den Abschnitt über die mehrzelligen Tiere 16 Stunden verwendet werden, so dass für die Anthropologie noch 12 Stunden blieben, die für deren Behandlung genügen dürften.

Literatur.

- Wangerin, Verhandlungen der Breslauer Ärzte- und Naturforscherversammlung 1903.
Wangerin, Allgemeiner Bericht der Unterrichtskommission der Ärzte- und Naturforscherversammlung in Meran 1905.
van't Hoff, die Entwicklung der exakten Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert.
O. Hertwig, Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert.
Eucken, die Lebensanschauungen der grossen Denker.
Reinke, Einleitung in die theoretische Biologie.
Wasmann, Moderne Biologie.
Credner, Elemente der Geologie.
Hermann, Physiologie.
Strasburger, Lehrbuch der Botanik.
R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie.
Haas, Einführung in die Elektrizitätslehre.
von Hanstein, Lehrbuch der Tierkunde.
Smalian, Grundzüge der Pflanzenkunde.
Schmeil, Lehrbuch der Zoologie.
" " der Botanik.
Gegenbauer, Vergleichende Anatomie.
Kräpelin, Leitfaden für den biologischen Unterricht.
Ostwald, Annalen der Naturphilosophie.
Verworn, Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen.

bei keineswegs etwa um Ratschläge zur Erhaltung des Körpers soll gesunde und sachliche Vorfälle des Körpers erhalten und so die Bedeutung der Naturwissenschaften fassen lernen.

Auf den Lehrstoff bis zum Schluss der Stunden, auf den Abschnitt über die Entwicklung der Naturwissenschaften werden, so dass für die Anthropologie und die Behandlung genügen dürften.

Lite

Wangerin, Verhandlungen der Versammlung 1903.

Wangerin, Allgemeiner Bericht der Naturforscherversammlung van't Hoff, die Entwicklung der Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert.

O. Hertwig, Entwicklung der Eukaryoten, die Lebensanschauung Reinke, Einleitung in die theoretische Biologie. Wasmann, Moderne Biologie. Credner, Elemente der Geologie Hermann, Physiologie.

Strasburger, Lehrbuch der Botanik R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie Haas, Einführung in die Elementare Biologie von Hanstein, Lehrbuch der Zoologie Smalian, Grundzüge der Pflanzenkunde Schmeil, Lehrbuch der Zoologie

„ „ der Botanik Gegenbauer, Vergleichende Zoologie Kräpelin, Leitfaden für den Zoologen Ostwald, Annalen der Naturwissenschaften Verworn, Beiträge zur Frage der Entwicklung an den höheren Säugetieren



ndern
enen
e er-

n 12
endet
deren

erver-

Ärzte-

n 19

rrichts

Lexis-Norrenberg, Reform des höheren Schulwesens in Preussen.
Lehrpläne und Lehraufgaben in Preussen.
Verhandlungen und Fragen des höheren Unterrichts in Preussen.
Direktorenversammlungen des Königreichs Preussen.
Lehrplan und Instruktionen für die österreichischen Gymnasien.
Naturwissenschaftliche Monatsschrift 1906.
Monatsschrift für die höheren Schulen.
Aufsätze und Abhandlungen von :
1902 Reinke, Landsberg, Kräpelin, Norrenberg.
1903 Dennert.
Natur und Schule.
Aufsätze und Abhandlungen von
1902 Schmid, Paulsen, Mühlberg.
1903 Schwarze, Reinke, Reh.
1904 König, Lang, Pfannstiel, R. Hertwig.



