

Dr. HUGO KRÜSS, **Neue Wege und Ziele naturwissenschaftlicher Arbeit.**

Die Entwicklung der Naturwissenschaften seit der letzten Jubiläumsfeier unseres Vereins in einem kurzen Vortrage zu schildern, ist unmöglich. Der Einzelne ist zudem nicht im Stande, die Fortschritte der Forschung im letzten Vierteljahrhundert in allen Zweigen der Naturwissenschaft erschöpfend darzustellen.

Deshalb werde ich unter dem Thema „Neue Wege und Ziele naturwissenschaftlicher Arbeit“ nur wenige charakteristische Züge dieser Entwicklung vorführen können ¹⁾ und dabei mich zuerst der reinen Wissenschaft zuwenden, sodann die angewandten Naturwissenschaften berücksichtigen und endlich einige sich daraus ergebende allgemeine Gesichtspunkte hervorheben.

In der Baukunst, der neuzeitlichen sowohl wie der des Altertums gilt der Grundsatz, daß Grundriß und Aufriß eines Bauwerkes seinem Zweck entsprechen müsse derart, daß schon der äußere Anblick erkennen läßt, wozu es dienen soll. So hoffe ich, durch einige wenn auch nur skizzenhafte Striche

1) Das Material zu den vorliegenden Ausführungen wurde u. a. folgenden Veröffentlichungen entnommen:

EMIL BAUER. Themen der physikalischen Chemie. 1912

P. CURIE. Die Entdeckung des Radiums. 1912

C. DUISBERG. Wissenschaft und Technik in der chemischen Industrie. 1911

EMIL FISCHER. Neue Erfolge und Probleme der Chemie. 1911

VOLKMAR KOHLSCHÜTTER. Forschung und Erfindung in der Chemie. 1911

MAX PLANCK. Über neuere thermodynamische Theorien. 1912

OTTO THILO. Naturforschung und Technik. 1910

FREDERICK SODDY. Die Chemie der radioaktiven Elemente. 1912

WALDEMAR VOIGT. Physikalische Forschung und Lehre in Deutschland während der letzten hundert Jahre. 1912

B. WEINSTEIN. Die Grundgesetze der Natur und die moderne Naturlehre. 1911

A. WOHL. Organische Chemie und die Lehre vom Leben. 1912

Ihnen das Gebäude naturwissenschaftlicher Forschung doch soweit vorstellen zu können, daß Sie ein Gefühl für seine Schönheit und seine hohe Bedeutung mitnehmen.

Wie auf allen Gebieten so ist auch in den Naturwissenschaften eine weitgehende Arbeitsteilung eingetreten, und der einzelne Forscher ist häufig durch die ihn wie eine hohe Mauer umgebende Menge von Forschungsergebnissen nicht mehr im Stande, ein auch nur einigermaßen ausgedehntes Gebiet zu übersehen, geschweige denn die gesamten Naturwissenschaften.

Damit aber der häufig regellos aufgehäuften Turm nicht einstürze und wie beim Turmbau zu Babel allgemeine Sprachverwirrung eintrete, ist man gerade in den letzten Jahrzehnten vielfach und ernstlich bemüht gewesen, die Grundlagen zu verbreitern und zu vertiefen und das ganze Material mit Hypothesen und Theorien zu durchziehen und so Gerüste herzustellen, durch die die einzelnen Teile fest und haltbar miteinander verbunden werden.

So ist neben der ungeheuren Mehrung der Forschungsergebnisse eine sehr verstärkte Tätigkeit des Zusammenfassens als den letzten Jahrzehnten charakteristisch zu bezeichnen.

Das zeigt sich vor allem auf dem Gebiete der Physik, wo durch eine große Zahl von Entdeckungen, die sich in die bisher herrschenden Anschauungen nicht ohne weiteres einordnen ließen, alte Theorien vollkommen erschüttert schienen, so daß ein moderner Schriftsteller nicht ganz zu Unrecht behaupten konnte, die ganze Physik gleiche augenblicklich einem Trümmerhaufen, in den erst wieder Ordnung gebracht werden müsse. Das wird denn auch versucht. Neue Theorien treten auf, aber vielfach fehlt ihrer eleganten mathematischen Form noch das Fleisch und Blut der wirklichen Erfahrungswelt.

Einen überaus zutreffenden Beleg für das soeben Gesagte bieten eine Reihe von Entdeckungen, die bisher geltende Grundbegriffe der Physik wie auch der Chemie ins Wanken brachten. Sie führten von den Untersuchungen PLÜCKER's und HITTORF's

über die elektrischen Entladungserscheinungen in höchst verdünnten Gasen zur Entdeckung der Kathoden- und später der Kanalstrahlen als Bewegungen negativer und positiver Elektrizität, der die Entdeckung der Röntgenstrahlen mit ihren besonderen und wichtigen Eigenschaften folgte.

Das Studium dieser Strahlungen zwang zu der Annahme, daß die bisher als kleinste Individuen angenommenen Atome wiederum aus Tausenden noch viel kleineren Körperchen bestehen, die ihrerseits die Träger der Elektronen, der negativen elektrischen Teilchen, sind, so daß jedes Atom eine kleine Welt für sich mit schwingenden und kreisenden Elektronen darstellt, die sich auf ihren Körperchen auch aus dem Atomenverband entfernen können.

Diese Elektronentheorie hat sich in verschiedenen Zweigen der Physik äußerst fruchtbar erwiesen, wenn sie auch nicht, wie man am Anfang meinte, Alles erklärt, so z. B. nicht die Massenanziehung und nicht die Polarisationslehre, die aus den Arbeiten von MAXWELL und HEINRICH HERTZ gefolgert wird.

Wenn man annimmt — und das scheint notwendig —, daß diese kleinsten Körperchen, deren Masse man auf je eintausendquadrilliontel Gramm schätzt, alle gleicher Art sind, so sind die verschiedenen bisher als Elemente bezeichneten Körper alle aus dem gleichen Material aufgebaut, und es muß auch ein Element in das andere überführbar sein. Das glaubten bekanntlich schon die Alchymisten.

Die Richtigkeit dieses umstürzenden Gedankens der Atomumwandlung hat sich bei dem Studium der radioaktiven Stoffe, die der Physik und Chemie so viele Überraschungen geboten haben, denn auch herausgestellt.

Nachdem HENRY BECQUEREL vor 15 Jahren die Uranstrahlen entdeckt hatte, schloß sich daran die Entdeckung des Radiums durch PIERRE und MARIE CURIE, denen sich bald weitere radioaktive Stoffe wie Polonium, Aktinium, Radiothorium, Mesothorium und Ionium zugesellten.

Wunderbare Eigenschaften des Radiums und seiner Genossen sind die spontane Selbsterwärmung, die elektrische

Selbstaufladung und vor allem die ununterbrochene Aussendung von Strahlen. Letztere brachte den Nachweis der Elementenumwandlung, indem RAMSAY, derselbe, der die in außerordentlicher Verdünnung in der Luft enthaltenen Edelgase entdeckte, im Verein mit SODDY in der von dem Element Radium ausgestrahlten Emanation das Element Helium mit Sicherheit feststellte.

Durch die fortwährende Ausstrahlung muß die Menge der radioaktiven Substanz sich allmählich verringern bis zur Erschöpfung. Die radioaktiven Stoffe haben also eine Lebensdauer, die z. B. beim Radium A nur 4,3 Minuten, bei der Thoriumemanation $1\frac{1}{4}$ Minute, bei der Aktiniumemanation nur 6 Sekunden ist, bei anderen Stoffen aber Jahre, Jahrtausende und Millionen von Jahren beträgt wie beim Uranium, Tatsachen, aus denen die Geologie noch ihre Folgerungen zu ziehen haben wird.

Diese Tätigkeit der Stoffe zeigt, daß sie innerhalb der Atome ungeheure Energiemengen besitzen. Das Radium entwickelt bei der Ausstrahlung so viel Wärme, daß seine Temperatur sich um 3 Grad höher erhält als diejenige seiner Umgebung, eine Energie, die nach PLANCK'S Berechnungen 150 mal so groß ist wie diejenige der Kohle beim Verbrennen, da 1 Gramm Radium mit einer Ausstrahlungsmasse von 5 hunderttausendstel Milligramm auf das Jahr so viel Energie entwickelt, wie erforderlich sind, um 12 Kilogramm Wasser von Null Grad bis zum Sieden zu erhitzen.

Zur Bestimmung der häufig äußerst geringen Mengen von radioaktiven Stoffen, was weder durch die Wage noch durch das Spektroskop möglich ist, benutzt man die Tatsache, daß die von den radioaktiven Körpern ausgesandten Strahlen die Luft ionisieren, d. h. sie elektrisch leitend machen. Man kann so auf elektrometrische Weise noch ein Tausendstel Milligramm Radium bis auf ein Prozent genau bestimmen.

Die LORENTZ'Sche Elektronentheorie hat bei der Auffassung der Lichtschwingungen als elektromagnetische Vorgänge im Zusammenhang mit der von MAXWELL ausgehenden, von HEINRICH HERTZ

vor 24 Jahren bestätigten Lehre von den elektrischen Schwingungen große Dienste geleistet.

Ich weise ferner noch hin auf die Bearbeitung des Problems der Strahlung des schwarzen Körpers, d. h. die durch viele Versuche und theoretische Erwägungen namhafter Forscher erbrachte weitgehende Aufklärung über die Abhängigkeit der von einem Körper ausgehenden Strahlung von Temperatur und Wellenlänge.

Auf einige der neueren physikalischen Theorien, die in der Erklärung neu entdeckter Erscheinungen Dienste zu leisten berufen sind, wollen wir noch einen kurzen Blick werfen.

Ebenso wie wir gesehen haben, daß die körperlichen Atome sich auflösen, denkt sich PLANCK in seiner Strahlungslehre, daß die Energieen nicht kontinuierlich mitgeteilt werden, sondern in Elementarquanten, in einzelnen Teilchen, die so klein sind, daß etwa 10 Trillionen von ihnen erforderlich sind, um 1 g Wasser um 1 Grad zu erwärmen.

Das EINSTEIN'sche Relativitätsgesetz werde ich schwerlich in kurzen Worten klar machen können. Veranlaßt wurde es durch das mit den bisherigen Mitteln nicht erklärbare optische Verhalten von bewegten Körpern. Um den Weg, den eine Erscheinung von einem sich bewegenden Punkte zu einem andern sich anders bewegenden Punkte macht und die Zeitdauer dieses Weges zu bestimmen, führte EINSTEIN die Relativzeit und die Relativgeschwindigkeit ein. Die theoretische Physik macht von diesem neuen Gedanken einen ausgedehnten, mit Erfolgen begleiteten Gebrauch, indem sie sich vorhält, daß das Vertrauen, eine absolute Zeit zu besitzen, wissenschaftlich nicht berechtigt ist.

Die Thermodynamik, die seit CLAUDIUS bahnbrechenden Arbeiten von vielen Forschern weiter ausgestaltet wurde, sieht als Ursache der Wärmeerscheinungen die Bewegung der kleinsten Teilchen der Körper an. Der zweite Hauptsatz der Wärmetheorie, welcher von der Umwandlung der Wärme in äußere Arbeit handelt, führt in seiner Anwendung auf das Weltall zu der Folgerung, daß alle Spannkraften, die noch Arbeit leisten

können, allmählich verschwinden, sowie alle sichtbare Bewegung aufhören muß, so daß der Wärmetod des Weltalls unausbleiblich erscheint.

Neuere Untersuchungen über die spezifische Wärme und vor allem die Erscheinungen der Radioaktivität forderten zur neuen Bearbeitung dieser Fragen auf. Als letztes Ergebnis dieser Erwägungen muß man die Aufstellung betrachten, die NERNST vor wenigen Wochen auf der Naturforscherversammlung machte, daß es nämlich unmöglich sei, eine Vorrichtung zu ersinnen, durch die ein Körper vollständig der Wärme beraubt, d. h. bis zum Nullpunkt abgekühlt wird. Wir dürfen also wohl die Besorgnis vor dem vollständigen Einfrieren und vor dem Ende der Welt noch etwas zurückstellen. —

Die wissenschaftliche Chemie hat einen erheblichen Aufschwung genommen dadurch, daß sie der physikalischen Auffassung chemischer Vorgänge einen weitgehenden Einfluß gewährt hat. Es ist das Verdienst OSTWALD's, die physikalische Chemie mit der analytischen Chemie in Beziehung gebracht und so die Errungenschaften der Physik über die Beziehungen zwischen Wärme, Licht, Elektrizität und mechanischer Energie für die Erkenntnis über die Umwandlung chemischer Substanzen nutzbar gemacht zu haben. Durch Auffindung der Gesetzmäßigkeiten in der Verwandtschaftslehre gelangte man zur chemischen Statik und Dynamik.

Die Auffassung der analytischen Vorgänge als Ionenreaktionen lehrte zwischen einfachen und komplexen Ionen unterscheiden und gab die Erklärung für eine Reihe von bis dahin rätselhaften Tatsachen und zwar nicht nur in der reinen Chemie, sondern auch in der Mineralogie und Geologie, in der Biologie und Medizin.

Die Vorstellung von dem atomistischen Aufbau der Materie, durch deren Annahme die wissenschaftliche Chemie außerordentliche Erfolge erzielt hat, ruht auf der Tatsache, daß die Zahl der zusammengesetzten Stoffe, so viele ihrer sind, nicht ins Ungemessene geht, und daß auch die Zahl der Grundstoffe, für

die ein natürliches System aufgestellt worden ist, das alle Elemente in gewissen Zusammenhang bringt, eine derart absehbare ist, daß man schon bezeichnen kann, welche Elemente in diesem System noch fehlen und wie etwa deren Eigenschaften sein werden. Wie weit der durch die radioaktiven Stoffe aufgedeckte Zerfall der Atome Änderungen in diesen Anschauungen bedingen wird, muß die Zukunft lehren. Aber gerade diese Erscheinungen haben die Realität der vor 100 Jahren hypothetisch angenommenen Atome so sicher nachgewiesen, daß sich z. B. die Anzahl von Atomen bestimmen läßt, welche ein Kubikzentimeter Helium enthält.

Alle bisher als nicht bezwingbar angesehenen Gase hat man gelernt zu verflüssigen, zuletzt 1910 das Helium. Die flüssige Luft ergibt ein Mittel, chemische Experimente bei sehr niederen Temperaturen anzustellen. Noch weiter kommt man mit dem Wasserstoff, dessen Verflüssigung DEWAR vor etwa 12 Jahren gelang; sein Siedepunkt liegt nur 20,4 Grad über dem absoluten Nullpunkt. NERNST hat ihn benutzt, um Untersuchungen über die spezifische Wärme der Elemente in der Nähe des absoluten Nullpunktes anzustellen.

Die Übertragung der Gesetze der Gase auf gelöste Stoffe ist verbunden mit dem Namen des leider zu früh dahingegangenen Forschers VAN'T HOFF; sie wurde von großer Bedeutung für die ganze Auffassung des molekularen Zustandes der Lösungen.

Die organische Synthese, die durch die künstliche Herstellung des Harnstoffes durch FRIEDRICH WÖHLER eingeleitet wurde, hat weitere Fortschritte gemacht. Ich nenne die Synthese der Fette, der Kohlenhydrate (Traubenzucker, Fruchtzucker u. s. f.) und eiweißartiger Stoffe. Dadurch tritt die organische Chemie als Helferin für die biologischen Wissenschaften auf in der Lösung der Fragen nach dem Verlaufe der organischen Vorgänge in den Lebewesen.

Eine besondere Aufmerksamkeit hat die Chemie eigenartigen Erscheinungen zugewandt, die bei den biologischen Vorgängen ebenfalls eine große Rolle spielen und dort ohne die sonst bei

chemischen Reaktionen wirksame Temperatursteigerung erfolgen. Ich meine die Beeinflussung von chemischen Reaktionen durch scheinbar reaktionsfremde Stoffe, die Katalysatoren, deren einfache Gegenwart die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen beeinflusst. Das einfachste Beispiel ist die Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff bei Anwesenheit von fein verteiltem Platin.

Da es sich hier um Oberflächenwirkungen handelt, so hat man mit Recht angenommen, daß die außerordentlich fein in Lösungen verteilten festen Körper, die sogenannten Kolloide, die also eine sehr große Oberfläche haben, auch eine große katalytische Wirkung besitzen müssen. Diese kolloidalen Katalysatoren des lebenden Körpers, die man Enzyme nennt, haben nun tatsächlich die Fähigkeit, nach Bedarf, zu passender Zeit und in passender Menge, im lebenden Körper chemische Vorgänge auszulösen oder zu hemmen, wie es die erhaltungsgemäße Richtung des Geschehens erfordert. —

Wie die Physik und die Chemie vielfache Beziehungen zu einander haben und sich gegenseitig fördern, so steht es ähnlich mit der Zoologie und der Botanik. In der Tier- und Pflanzenphysiologie finden aber wiederum die Regeln der Physik und Chemie sehr förderliche Anwendung, denn der organische Körper verhält sich physikalisch und chemisch nach denselben Gesetzen wie der nicht belebte.

Man spricht deshalb in neuerer Zeit von einer Biophysik und von einer Biochemie.

Die im Jahre 1890 von REULEAUX veröffentlichte Skizze »Kinematik im Tierreich« veranlaßte eine Anzahl von Zoologen, die Gesetze, welche der Mechanik unserer Maschinen zu Grunde liegen, auch auf die Erklärung der Bewegungseinrichtungen im Tierkörper anzuwenden; auch in die Botanik hat solche Betrachtung Eingang gefunden.

Von der durch die Energie des Sonnenlichtes in den grünen Zellen der Pflanzen hervorgebrachten Wirkung hängt die gesamte Pflanzen- und Tierwelt und auch die Menschheit ab. Infolgedessen wird dieses Forschungsgebiet stark behandelt. Wenn BAEYER

1871 meinte, daß vor der Entstehung des Zuckers zunächst Formaldehyd in den Zellen gebildet werde, so wurde das von anderen bezweifelt, aber erst vor kurzem hat der Chemiker CURTIUS in Heidelberg und zwar auch nur mit den reichen Mitteln der Lanzstiftung feststellen können, daß es sich zunächst um Hexylenaldehyd handelt.

Aufgabe der Biologie ist es, diese energetischen Elementarprozesse in ihren physikalisch-chemischen Grundlagen weiter aufzuklären, denn das eigenartige Band der Ordnung, welches diese Prozesse verknüpft und zusammenhält, nennen wir für gewöhnlich organisches Leben.

In ganz anderer Richtung bewegen sich die Untersuchungen, inwieweit Lebewesen beeinflußt werden durch chemische Agentien. Welche Wichtigkeit derartige Versuche nicht nur für die Entwicklung der Wissenschaft, sondern auch unmittelbar für die Wohlfahrt der Menschheit haben können, erkennt man aus den Versuchen EHRlich's, aus einem schädlichen Parasiten durch chemische Beeinflussung einen nicht die Gesundheit schädigenden zu machen, der durch Hunderte von Generationen nicht wieder in die schädliche Art zurückfällt, Versuchen, welche nach jahrelangem Arbeiten zu dem unter EHRlich's Journalnummer 606 bekannt gewordenen Salvarsan führten.

Im großen und ganzen ist allerdings die Beschäftigung mit physikalisch-chemischen Fragen nach dem Auftreten der DARWINschen Lehre und dem mächtigen Aufschwung, den die biologische Forschung durch HAECKEL erfahren hat, stark zurückgetreten, ebenso wie die früher alles beherrschende Systematik.

Die Zeit ist dahin, wo der Forscher sich nicht wohl fühlte, wenn er nicht klassifizieren konnte. Aber wenn auch die auf dem Lebenswerke LINNÉ's sich stützende Systematik durch die Entwicklungslehre, welche die scharfen Artgrenzen nicht anerkennt, zurückgedrängt worden ist, so hat man sich gerade neuerdings und zwar vielleicht mehr in der Zoologie als in der Botanik mit systematischen Arbeiten beschäftigt. Man war dazu gedrängt dadurch, daß mit der Zeit die meisten Tiere verschiedene

Namen erhalten hatten. Da galt es, einerseits die Priorität der Namengebung zu wahren, andererseits auf Grund der vorgeschrittenen vergleichenden Anatomie die richtige Ordnung in den Beziehungen herzustellen.

Was nun die stark im Vordergrund stehende experimentelle Vererbungs- und Entwicklungslehre anbetrifft, so ist zuerst der von GREGOR MENDEL eingeführten Richtung zu gedenken.

Die MENDEL-Forschung hat sich zur Aufgabe gestellt, zwei Varietäten einer Spezies, die sich durch ein oder mehrere Merkmale von einander unterscheiden, durch Befruchtung zu verbinden und an dem Mischling zu verfolgen, in welcher Weise sich die Merkmale der Eltern auf ihn vererbt haben und die Veränderungen durch eine Anzahl von Generationen zu verfolgen. Dabei hat die Botanik leichter die Möglichkeit, zu Ergebnissen zu kommen als die Zoologie, weil das Material für sie leichter beschafft ist und in kürzerer Zeit die Versuche durchgeführt werden können.

Daran schließt sich die Frage, ob ein Individuum die Eigenschaften, die es während seines Lebens erworben hat, auf seine Nachkommen überträgt. Versuche darüber sind namentlich von WEISSMANN, HANDFUSS und FISCHER an Schmetterlingen, von KAMMERER am Feuersalamander angestellt.

Dazu tritt die Frage der Geschlechtsbestimmung, die noch ganz in Dunkel gehüllt ist, und die Versuche über die Wiedererzeugung verloren gegangener Teile, über das Fortleben von Geweben und Organteilen, die vom Körper getrennt sind, und endlich über die Veränderung der Lebewesen durch verschiedene Einflüsse und die Bildung neuer Spezies im Sinne der Deszendenztheorie.

Als Hauptaufgabe der experimentellen Entwicklungslehre wird aber von ROUX und anderen hingestellt, die Gründe zu erforschen, daß aus dem Ei überhaupt etwas wird, sowie daß sich daraus Lebewesen derjenigen Spezies entwickeln, von welcher das Ei herrührt. Diese Erforschung des mechanistischen Geschehens bezeichnete ROUX vor 25 Jahren als Entwicklungsmechanik, der eine eigene Zeitschrift mit bereits 32 Bänden dient.

Alle diese Arbeiten stellen aber immer nur wieder fest, daß jedes Lebewesen von einem Lebewesen stammt, es glückt nicht, auch nur das niedrigste Lebewesen aus sich selbst entstehen zu lassen. Selbst wenn man auf chemischem Wege die Bestandteile einer Zelle herstellen und zusammensetzen könnte, so wäre das organische Leben der Zelle dadurch noch nicht herbeigeführt, es entstünde höchstens ein Gebilde mit einer Bewegungsfähigkeit mechanistischer Art.

Hier denke ich an einen Ausspruch WILHELM OSTWALD's aus dem Gebiete der Chemie, daß nämlich die Entstehung des ersten Salolkrystalles ein Wunder sei gleich der Entstehung der belebten Materie. Denn das Salol verlangt zum Krystallisieren aus einer Lösung durchaus erst die Gegenwart eines Salolkrystalles. Wenn ein so freier Geist wie OSTWALD in der exakten Naturwissenschaft von Wundern spricht, so brauchen sich die Schüler HAECKELS wohl auch auf ihrem Forschungsgebiete derselben Erkenntnis nicht zu verschließen.

Das 1848 erschienene Werk EHRENBERG's „Die Infusionstiere“ ist der Ausgangspunkt für die ganze Bakteriologie geworden. Aber während LEUKART in seinem 1898 abgeschlossenen Werk „Die Parasiten des Menschen“ noch nichts sagt von Malaria-Parasiten, Rinderpest und Schlafkrankheit, haben hier gerade die letzten Jahrzehnte große Fortschritte in der Protozoologie zu verzeichnen, die meist deutschen Forschern, KOCH, SCHAUDIN u. a. zu verdanken sind.

Denn neben der Bedeutung der Mikrobeforschung für die Kenntnis der Einzelligen liegt der Haupterfolg doch in der praktischen Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse, in der Bekämpfung der Krankheitserreger bei Mensch und Tier.

Aber nicht nur den Krankheit erregenden Mikroben hat sich die Forschung zugewandt, sondern auch den vielen Tausenden anderer Mikroorganismen, die im Haushalte der Natur, in Wasser und Boden, in der Milchwirtschaft, im Gärungsgewerbe, bei allen unseren Nahrungsmitteln eine so wichtige Rolle spielen, und aufgedeckt, wie diese kleinen Lebewesen im Weltmeer den

Stickstoff der Luft entziehen und Eiweiß aufbauen, das als Fischnahrung dient, wie sie den Erdboden für höhere Pflanzen aufarbeiten und wie sie im Pflanzen- und Tierkörper wirken. —

Werfen wir noch einen Blick auf die Anthropologie, die erst am Anfange des letzten Vierteljahrhunderts als Wissenschaft offiziell anerkannt worden ist, so hat die Menschheitsforschung das vielleicht falsch gesteckte Ziel, die Verbindung zwischen Mensch und Affe zu finden, nicht erreicht, Auch der Fund eines Schädeldaches und eines linken Oberschenkelknochens, den der holländische Arzt Dr. DUBOIS im Jahre 1894 bei der Ortschaft Trinil am Flusse Bengawan auf Java machte, der *Pithecanthropus erectus*, der dem ersten Anscheine nach ein Zwischenglied darstellte, gab nicht die unbestrittene Gewißheit, daß hier das »missing link« gefunden sei.

Der Fund des *Homo heidelbergensis* im Jahre 1907, nur ein Unterkiefer allerdings, gab wichtigen Aufschluß über den Menschen der Urzeit. Nimmt man dazu die früheren Funde von Knochenresten aus der zweiten und dritten Eiszeit vom Neandertal (1856), aus Spy in Belgien (1886) und aus der Höhle Krapina in Kroatien (1901) u. a., so kann man sich immerhin schon ein Bild jener starken Rasse des Urmenschen machen, die in der mehrfach wiederkehrenden Eiszeit im schweren Kampfe mit der Natur Sieger blieb und so das Fortleben der Menschen auf der Erde sicherte.

In dem vor vier Jahren von HAUSER im Vézeretal in der Dordogne gefundenen Skelett eines 16jährigen Knaben, dem *Homo mousteriensis Hauseri*, der jedenfalls begraben worden war, und in dem ebenfalls begrabenen, am 26. August 1909 auch von HAUSER gefundenen *Homo aurignacensis* mit seinem um den Kopf liegenden Halsschmuck, aus der letzten Eiszeit stammend, und vornehmlich in der aus dieser Aurignac-Rasse entwickelten Cro-Magnonrasse finden wir bereits den Menschen im Sinne der Gegenwart. —

Von der Physiologie geht der Weg zur Psychologie, wie denn die bedeutendsten Arbeiter auf psychologischem Gebiete,

HELMHOLTZ und WUNDT, sich zunächst auf physiologischem Felde betätigt haben.

Während HELMHOLTZ als der Begründer der experimentellen Sinnespsychologie bezeichnet werden muß und seine optischen und akustischen Werke grundlegend waren, hat WUNDT die experimentellen Methoden der Physik auf die Erforschung des psychischen Geschehens unter Benutzung der durch die Neuzeit gebotenen außerordentlich verfeinerten Meßinstrumente ausgebaut und vertieft und die von FECHNER schon betriebenen Untersuchungen über Unterschiedsempfindlichkeit, Urteilstäuschungen, Gedächtnisspuren u. a. m. fortgesetzt.

Die experimentelle Psychologie ist durchaus als Naturwissenschaft anzusehen, wenn auch ihr Anwendungsgebiet über die Naturwissenschaften hinausreicht, indem sie sowohl auf die Rechtspflege als vornehmlich auf die Pädagogik einen weitgehenden Einfluß ausübt.

Sie befruchtet aber auch ein anderes Feld der Naturwissenschaften, nämlich die Ethnologie; durch ihre Untersuchungsmethoden werden die Sinneswahrnehmungen und die Verständigungsmittel der Naturvölker aufgeklärt. Dank der so erhaltenen Ergebnisse dringt die Anschauung immer mehr durch, daß die Menschheit in ihren verschiedenen Rassen, Farben, Sprachen und Anschauungen doch eine Einheit bildet. —

Die Psychologie vermittelt den Übergang zu den sogenannten Geisteswissenschaften, sie führt zur Philosophie. Als letztere bezeichnen wir die Zusammenfassung aller Einzelwissenschaften zu einem einheitlichen System einer Weltanschauung. Dann wird die Philosophie das abschließende und schützende Dach über dem vielfältigen Gebäude der Einzelwissenschaften.

Während nachzuweisen ist, daß mit KANT der moderne Begriff der Entwicklung in das menschliche Denken gekommen ist, der immer umfassendere Gestalt angenommen und in DARWIN und seinen Nachfolgern zu einer neuen Weltanschauung geführt hat, die alles rein aus dem Tatsächlichen ableiten will, so hatten

sich doch gerade deswegen die Naturforscher zeitweilig von aller Philosophie abgewandt.

Erst in den letzten Jahrzehnten kommt wieder ein philosophischer Einschlag in die naturwissenschaftliche Arbeit, der bei Forschern wie HELMHOLTZ, MACII u. a. geradezu von der Psychologie seinen Ausgang nimmt, bei anderen, wie bei LORENTZ, EINSTEIN, VOLCKMANN und POINCARÉ, den mathematischen Philosophen, zu einer vollkommen veränderten Auffassung der Begriffe von Raum und Zeit, wenn nicht zu ihrer gänzlichen Beseitigung führt.

Aber auch mit der Frage beschäftigen sich die Naturforscher jetzt wieder mehr, wo die Grenzen der kritischen Wissenschaft liegen, sowie mit der Feststellung, daß jenseits dieser Grenzen noch Unerfaßbares vorhanden sei, daß über allen Erscheinungsformen des Lebens etwas liegt, was der wissenschaftlichen Erfassung entgeht, das Leben selbst, daß überall in den inneren Wachstumsursachen der Pflanzen und Tiere, in der erblichen Übertragung der Eigenschaften, in den chemischen Prozessen Rätsel sind, die wir hinnehmen, ohne zu ihrer Lösung befähigt zu sein. LOTZE hat solche lenkenden Kräfte »Kräfte zweiter Hand« genannt, der Botaniker JOHANNES REINKE bezeichnet sie als Dominanten.

So weit wollen wir allerdings nicht gehen, daß die Anschauung von dem Ding an sich, welches hinter den erfahrbaren Dingen liegen soll, dahin verallgemeinert wird, daß wir von der Außenwelt überhaupt nichts erfahren können, aber der Naturforscher der Jetztzeit muß sich darüber doch vollkommen klar sein, daß er wohl die Natur beschreiben, ihre letzten Ursachen aber nicht erfahren kann, also auch nicht weiß, ob das Weltbild, das er sich zu machen im Stande ist, das richtige ist.

Das Ziel der naturwissenschaftlichen Arbeit liegt in der Richtung nach vorwärts und nach aufwärts, es liegt aber in der Unendlichkeit und wird deshalb niemals erreicht werden. Diese Erkenntnis entmutigt aber den Mann der Wissenschaft keineswegs,

denn er weiß, daß an jenem Ziele angelangt jedwede Kraft des Weiterstrebens auf einmal entspannt sein würde.

Das soeben Gesagte wird die rückhaltlose Zustimmung der Vertreter des Monismus nicht finden. Die Begründung der monistischen Lehre ist für manche Naturforscher, unter denen sich hervorragende Geister wie WILHELM OSTWALD befinden, zu einem neuen Ziel geworden, als welches die Einheit der Natur gilt und der Nachweis, daß nicht nur die physischen, sondern auch die psychischen Vorgänge nichts anderes seien als physikalisch-chemische Veränderungen, derart, daß die äußeren Gesetze der Physik und Chemie auch unser inneres Leben regeln.

Aber der Monismus ist nicht eigentlich selbst Naturwissenschaft, sondern er will nur die Ergebnisse der Naturforschung zur Grundlage einer bestimmten Weltanschauung und zur Führerin des Lebens erheben. Deshalb mag dieser kurze Hinweis hier genügen.

Wir wenden uns jetzt von der reinen Wissenschaft zu einem anderen weiten Gebiete naturwissenschaftlicher Arbeit, zu den angewandten Naturwissenschaften.

Das 20. Jahrhundert ist in mancher Beziehung anders als sein Vorgänger, auch darin, daß die Wissenschaft nicht nur ihrer selbst willen getrieben, sondern daß überall gefragt wird, wozu die wissenschaftliche Arbeit nütze, daß überall dahin gestrebt wird, die Errungenschaften der Forschung in eine solche Form zu bringen, daß jeder Einzelne und die ganze Menschheit Vorteil davon habe, daß der Gesamtkulturstand der Menschheit dadurch gehoben werde.

In seiner Eröffnungsrede auf dem letzten Deutschen Anthropologentag hob LUSCHAN hervor, daß gewiß jede Wissenschaft Selbstzweck sein solle, daß aber ein wissenschaftliches Fach um so höher bewertet werde, wenn es dem Staatsganzen diene und daß die Aufgabe der Wissenschaft nicht in der Abkehr von der Gegenwart liegen könne.

Wenn sich zur Erkenntnis der Wille gesellt, dann wird Wissen Macht. Das zeigt sich in überzeugendster Weise in dem Umstande, daß die Errungenschaften der reinen Naturwissenschaft zu einer blühenden Industrie geführt haben, die ihrerseits wieder der Wissenschaft neue Probleme stellt, und daß das Leben der Gegenwart zu einem guten Teile seinen besonderen Charakter dem Bunde zwischen Naturwissenschaft und Technik verdankt.

Unsere ganze Technik beruht auf Energieumwandlungen, auf Umwandlungen zwischen Wärme, chemischer, mechanischer und elektrischer Energie. Aus der großen Zahl der glänzenden Ergebnisse unserer modernen Technik können im Rahmen dieses kurzen Vortrages nur wenige hervorgehoben werden.

Wir nehmen jetzt vieles als selbstverständlich hin, was sich doch erst in den letzten 25 Jahren entwickelt hat, so die durch die Fortschritte der Gastechnik und der Elektrotechnik ermöglichte hellere Beleuchtung unserer Wohnung sowie der Straßen und Plätze unserer Städte, ferner den Antrieb von Verkehrsmitteln und Arbeitsvorrichtungen in den verschiedensten Industriezweigen durch den elektrischen Strom und seine Nutzbarmachung zur Metallgewinnung, in der Landwirtschaft und zu vielen anderen Zwecken. Überall erheben sich mächtige Elektrizitätswerke, welche die Städte und in neuerer Zeit auch ausgedehnte Landbezirke mit elektrischem Strom für die verschiedensten Verwendungszwecke versorgen. Ein Netz von Leitungen überzieht das ganze Land über der Erde und unter der Erde. Überall werden die Wasserkräfte zum Betreiben elektrischer Anlagen herangezogen und bilden so einen Ersatz für den schwindenden Vorrat an Kohle und zwar nicht nur die mächtigen Wassermassen der großen Wasserfälle wie diejenigen des Niagara, sondern überall auch das Gefälle von Gebirgsflüssen und Seen, auch die Bewegung des Meeresspiegels bei Ebbe und Flut sucht man in diesen Dienst zu ziehen. Auf weite Erfernungen kann der erzeugte elektrische Strom geleitet werden, ohne daß der dabei entstehende Verlust das finanzielle Ergebnis eines solchen Unternehmens gefährdet. So beabsichtigt man, die am Sambesi

gewonnene elektrische Kraft über eine Entfernung von mehr als 1000 Kilometern nach den Randminen zu führen. Darnach würde es weder physikalisch noch finanziell unmöglich sein, die Hamburger Hochbahn durch das Gefälle der bayerischen Alpenseen mit elektrischem Strom zu versorgen.

Neben die Telegraphie hat sich das Fernsprechwesen gestellt und ist zu einem unentbehrlichen Verkehrsmittel des bürgerlichen Lebens geworden. Aus den rein wissenschaftlichen Entdeckungen MAXWELL'S und HEINRICH HERTZ' hat sich durch die Arbeiten von MARCONI, ARCO, BRAUN, MAX WIEN und durch die Mitwirkung der Technik die drahtlose Telegraphie entwickelt, die jetzt schon erlaubt, Nachrichten auf Entfernungen von 2500 Kilometern zu senden; sie leistet der Schifffahrt und der Luftfahrt wesentliche Dienste in Vermehrung der Sicherheit; durch sie wird nach einer vor Monatsfrist getroffenen internationalen Abmachung eine einheitliche Zeitmessung durch täglich zwei Mal vom Eiffelturm gegebene Signale über alle Kulturländer der Erde verbreitet werden.

Nach neueren Untersuchungen zweier Göttinger Physiker über das Reflexionsvermögen von Wasser und Erzen für elektrische Wellen ist die drahtlose Telegraphie voraussichtlich auch berufen, über die Verhältnisse unter der Erdoberfläche Aufschlüsse zu geben, die für den Bergbau von großem Wert sein können.

Ich muß darauf verzichten, auf die große Zahl weiterer Fortschritte der Technik, die auf physikalischer Grundlage ruhen, einzugehen und gedenke nur noch als für das schiffahrttreibende Hamburg von Bedeutung die Einführung von Schlingertanks auf Seeschiffen, eine Erfindung des Dr. FRAHM von der Werft von BLOHM & VOSS, die ebenso wie die drahtlose Telegraphie auf der Benutzung der Gesetze der Resonanz beruhen. Die Wassermassen der Schlingertanks sind so bemessen, daß ihre Phase gegen diejenige der das Schiff beeinflussenden Wellenbewegung des umgebenden Wassers um 180 Grad verschoben ist, so daß das Schlingern des Schiffes dadurch wesentlich vermindert wird.

Im Zusammenhang damit erwähne ich des SCHLICK'schen Schiffskreisels und des Kieselkompasses, die auf der Erhaltung der Richtung der Drehachse eines rotierenden Körpers beruhen. Der Kieselkompaß, ein hervorragendes Erzeugnis der Technik, ersetzt den Magnetkompaß, des- en Beeinflussung durch die Eisenmassen des Schiffes zu manchen Unzuträglichkeiten geführt hat.

Einen ganz riesigen Aufschwung hat im letzten Vierteljahrhundert die chemische Industrie genommen. Auch hier seien nur wenige Beispiele angeführt.

Bei der Fabrikation der meisten chemischen Erzeugnisse zählt die Schwefelsäure zu den wichtigsten aller Rohstoffe. Wie nach LIEBIG's Ausspruch die Seife als ein Maßstab für den Wohlstand und die Kultur der Staaten bezeichnet wird, so gibt die Schwefelsäure gleichsam einen Gradmesser für das Gedeihen und die Entfaltung des gesamten industriellen Lebens ab. Sie dient z. B. in der Darstellung des Superphosphats einem dringenden Bedürfnis der Landwirtschaft und ist ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Telegraphie und Telephonie, in der Metallurgie, beim Bleichen, in der Fabrikation der Soda, der Mineralöle, der Farb- und Sprengstoffe.

Neben dem früher allein üblichen Bleikammersystem, welches eine wässrige Schwefelsäure liefert, entwickelt sich seit 20 Jahren auf Grund der Arbeiten von CLEMENS WINKLER und RUDOLF KNIETSCH der sogenannte Kontaktprozeß, bei dem die schwefligsauren Gase mit der Luft über Platin oder Eisenoxyd geleitet werden, wodurch eine wasserfreie Schwefelsäure erzeugt wird.

Die Schwefelsäureproduktion der ganzen Welt wird auf jährlich 5 Millionen Töns geschätzt, dazu kommen 2 Millionen Tons Soda und ein Salpeterverbrauch von 2,4 Millionen Tons. Diese Zahlen geben ein eindrucksvolles Bild der anorganisch-chemischen Großindustrie.

Der bereits erwähnte Aufschwung der künstlichen Beleuchtung hat auch der chemischen Industrie interessante Aufgaben gestellt.

Die Entdeckung AUER VON WELSBACH's, daß ein Gemisch von 99 % reinen Thoriumnitrats mit 1 % reinen Cernitrats in

der von ihm gewählten Form eines in die Bunsenflamme gebrachten Glühstrumpfes eine wundervolle Lichtwirkung gibt, führte zu einer Industrie der seltenen Erden, bei der der Monazitsand als Ausgangsmaterial dient.

Aus den wertlosen Rückständen dieser Monazitsandverarbeitung hat OTTO HAHN vor kurzem ein Umwandlungsprodukt des Thoriums gewonnen, das Mesothorium, welches dieselben Strahlungseigenschaften besitzt wie das Radium, aber viel billiger ist.

Für die elektrischen Glühlampen suchte man als Ersatz für die Kohlenfäden ein Metall, welches die elektrische Energie besser auszunutzen gestattet. Es müßte zu feinen Drähten ausziehbar sein und erst bei sehr hoher Temperatur schmelzen. Das natürliche System der Elemente wies auf das Tantal hin, das bisher allerdings nur in Pulverform bekannt war. Es gelang der Firma SIEMENS & HALSKE, Tantal in dünnen Metallfäden herzustellen und mit diesem Material tatsächlich die Leistungsfähigkeit der elektrischen Glühlampen erheblich zu steigern.

Als Nebenprodukt der Elektrolyse der Chlorkalium wird Wasserstoff gewonnen, der mit Sauerstoff gemischt als Knallgas zur Herstellung des Kalklichtes und zum Schweißen von Eisen benutzt wird. Er dient ferner zum Füllen von Luftballons und Luftschiffen.

Die Elektrotechnischen Werke in Bitterfeld benutzen aber das Knallgasgebläse auch zur Überführung der amorphen Tonerde in synthetische Edelkorunde, die je nach geringen Zumischungen färbender Substanzen zu Rubinen, Saphieren und anderen Edelsteinen werden, ein Verfahren, welches seit zwei Jahren fabrikmäßig betrieben aus Versuchen von HERMANN WILD und MIETHE hervorging. Diese synthetischen Edelsteine sind bekanntlich in allen ihren Eigenschaften vollkommen übereinstimmend mit den natürlichen. Sie sind nur viel billiger; so kosten fehlerfreie künstliche Rubine 2—5 Mark das Karat, die natürlichen das 500—1000 fache. Die jährliche Produktion synthetischer Edel-

steine beträgt schon etwa 6 Millionen Karat. Sie ist nicht ohne Einfluß auf die Lage des Edelsteinmarktes geblieben.

Eine bei weitem wichtigere Verwendung des Wasserstoffes besteht in dem von HABER angegebenen Verfahren, durch Überleitung von Stickstoff und Wasserstoff bei einem Druck von 200 Atmosphären und einer Temperatur von 500 Grad über bestimmte Kontaksubstanzen reines Ammoniak zu erzeugen,

Seit 6 Jahren wird in Notoden in Norwegen der Stickstoff in elektrischen Öfen, in denen ein 400 pferdiger Flammenbogen durch Magnete zu einer 2 Meter großen Scheibe ausgebreitet wird, direkt aus der Luft gewonnen. In Rjukan wird zu demselben Zweck unter Verwendung von 120 000 Pferdekräften eine 8 Meter lange Flamme durch Einblasen eines Luftwirbels in ein Eisenrohr benutzt. Die in beiden Fällen herbeigeführte chemische Verbindung des Stickstoffs und des Sauerstoffs der Luft wird in Kalksalpeter verwandelt. Im Jahre 1910 wurden schon 13 500 Tons dieses Norgesalpeters in den Handel gebracht.

Ein drittes Verfahren, dasjenige von FRANCK & CARO läßt Kalkstickstoff durch Überleiten von reinem Stickstoff über Calciumkarbid entstehen; ein großes Werk an der Alz, dem Abfluß des Chiemsees, ist darauf begründet.

Wenn man sich erinnert, daß WILLIAM CROOKES vor 13 Jahren die Erschöpfung des Weltvorrates an Salpeter für das Jahr 1935 in Aussicht stellte, so begreift man, daß diese neuen Methoden, durch Benutzung billiger Wasserkräfte den für die Landwirtschaft unentbehrlichen Stickstoff aus der Luft zu gewinnen und in eine für das Gedeihen der Pflanzen brauchbare Form zu bringen, von einer ganz ungeheuren Bedeutung für die Menschheit ist. Über jeder Quadratmeile Bodens liegt in der Luft mehr Stickstoff als je aus Chile in Form von Salpeter zu uns kam.

Das größte Beispiel der Ausdehnung der chemischen Industrie bietet die Teerfarbenindustrie mit ihren vielen Nebenzweigen. Der Wert der prächtigen, in großer Anzahl aus dem übelriechenden Teer erzeugten Farbstoffe beläuft sich nur für

Deutschland auf 300 Millionen Mark im Jahre. Als Grundstoffe der Farbenindustrie werden Benzol, Naphthalin, Anthracen und Carbonsäure gewonnen. Das Benzol wird in Nitrobenzol und dieses in Anilin übergeführt, welches im Jahre 1860 noch 28 Mark das Kilogramm kostete und jetzt weniger als eine Mark. Die Carbonsäure wird auf Pikrinsäure verarbeitet, deren Sprengwirkung nutzbar gemacht wird; ferner dient sie zur Herstellung von Salicylsäure, daran schließt sich das Aspirin.

Ein Beispiel einer erfolggekrönten Ausdauer in Verfolgung eines wissenschaftlich-technischen Zieles ist die Herstellung des künstlichen Indigos. Schon 1880 wurde derselbe von BAYER synthetisch gewonnen. Aber erst 1897 gelang es der Badischen Anilin- und Sodafabrik, vom Naphthalin ausgehend, und 1901 den Höchster Farbwerken, die das Anilin als Ausgangsmaterial benutzten, diesen Farbstoff fabrikmäßig chemisch rein herzustellen. Während die Jahresproduktion an Pflanzenindigo vor Erscheinen des synthetischen einen Wert von 50 Millionen Mark hatte, ist sie jetzt auf die Hälfte zurückgegangen, während von dem künstlichen Indigo aus Deutschland für 43 Millionen Mark jährlich ausgeführt wird und zwar sogar in die tropische Heimat des natürlichen Indigos.

DUISBERG äußerte sich über die Verarbeitung des aus den Steinkohlen stammenden Teers folgendermaßen:

»Von der deutschen Teerfarbenindustrie werden heute die von den Sonnenstrahlen früherer Jahrtausende herrührenden in den Steinkohlen aufgespeicherten Energien auf direktem Wege in Produkte verwandelt, die in der Leuchtkraft ihrer Farbe, in der Lieblichkeit ihres Duftes und in der Wirksamkeit ihrer Heilkraft mit den schönsten, wohlriechendsten und heilkräftigsten Blumen, Blüten und Kräutern konkurrieren«.

Eine noch größere Bedeutung verspricht die Herstellung von künstlichem Kautschuk zu gewinnen, welche nach den Vorarbeiten von HARRIES im Jahre 1909 den Chemikern FRITZ HOFMANN und O. COUTELLE von den Elberfelder Farbwerken nach jahrelangen Versuchen gelungen ist. Sie verwandelten eine

dem Benzin ähnliche Flüssigkeit, das Isopren, durch Erhitzen in geschlossenen Gefäßen in Kautschuk. Der Jahresverbrauch von Kautschuk der Welt hat einen Wert von einer Milliarde Mark, so daß die jetzt allerdings noch in den Anfängen liegende Herstellung des künstlichen Erzeugnisses von großer national-ökonomischer Bedeutung ist.

Die großen Fortschritte der reinen und angewandten Naturwissenschaften sind erheblich gefördert worden durch die Verbesserungen der wissenschaftlichen Instrumente, wie andererseits die Instrumententechnik den von der Wissenschaft gestellten neuen Aufgaben viel verdankt.

Ich kann hier nicht die große Menge von Apparaten aufzählen, welche die Präzisionsmechaniker im verständnisvollen Zusammenarbeiten mit den Männern der Wissenschaft konstruiert haben, und die dazu dienen, der Natur die Gesetze ihrer Ordnung abzulauschen. Ich kann nur auf wenige große Fortschritte hinweisen, auf die Vervollkommnung der elektrischen Meßinstrumente, sowie der Wäageinstrumente und der Maße aller Art, auf die Durchführung der Benutzung von Stimmgabeln für Zeitmessungen, die namentlich in der experimentellen Psychologie von Wert war, vor allem aber auf die Verbesserung der optischen Hilfsmittel zu wissenschaftlichen Beobachtungen der verschiedensten Art.

Kaum dreißig Jahre sind es her, daß auf Anregung von ERNST ABBE mit der Herstellung optischen Glases durch OTTO SCHOTT begonnen wurde, eine Kunst, die seit den Tagen FRAUNHOFER's in Deutschland verloren gegangen war. Zunächst war die Unabhängigkeit vom Ausland in der Beschaffung dieses Rohstoffes anzustreben, sofort wurde aber auch planmäßig und mit großem Erfolg auf die Erreichung besonderer Eigenschaften des optischen Glases hingearbeitet. Dadurch wurde die Möglichkeit gegeben, optische Systeme herzustellen, welche in jeder Beziehung eine bessere Bilderzeugung ermöglichten als bisher.

Einen großartigen Aufschwung nahm infolgedessen die Herstellung von photographischen Objektiven und damit die Anwendung der Photographie in allen Zweigen der Naturwissenschaft.

Den Astronomen gab sie die Möglichkeit, schnell vorübergehende Erscheinungen, wie Sonnenfinsternisse, Sternschnuppen u. dergl., im Bilde festzuhalten, sowie weiter in der Erforschung des Sternenhimmels vorzudringen und eine große Anzahl neuer planetarischer Weltkörper zu entdecken.

Bei Vorgängen, deren Veränderungen früher durch eine elastische Feder auf eine rotierende Trommel aufgezeichnet wurden, besorgt jetzt ein reibungsloser Lichtzeiger mit Zuhilfenahme photographischen Papiers diese Arbeit.

Die feinsten Strukturverhältnisse organischer Gebilde, wie sie das Mikroskop zeigt, werden im photographischen Bilde der näheren Untersuchung zugänglich.

Was in der Luft und unter der Wasseroberfläche vorgeht, wird photographiert, fast keine Körperhöhle ist für die photographische Beobachtung mehr unzugänglich, die ganze Röntgentechnik beruht auf der Benutzung der photographischen Platte.

Einen Naturforscher auf Reisen ohne einen photographischen Apparat gibt es wohl kaum mehr, häufig bewaffnet er sich sogar mit einem Kinematographen, um die Bewegungen der Tiere, die Tänze der Naturvölker und was sich ihm sonst Bewegliches darbietet, in anschaulichster Weise festzuhalten.

Zudem ist dadurch die Illustrierung wissenschaftlicher Werke und Vorträge auf eine vollkommeneren Grundlage gestellt, bei den Vorträgen unter Benutzung der nach den verschiedensten Richtungen verbesserten Projektionsapparate.

Die im Anfange dieser Betätigung vorhandene Ansicht, daß die photographischen Aufnahmen durchaus naturwahr seien, hat besserer Erkenntnis weichen müssen. Ein eingehendes Studium der Vorgänge in den photographischen Schichten hat zu einem besonderen Forschungszweige, der wissenschaftlichen Photographie, geführt. Die Herstellung farbenrichtiger photographischer Auf-

nahmen hat durch die LUMIERE'schen Erfindungen einen verheißungsvollen Anfang genommen.

Nach den Feststellungen von ABBE und HELMHOLTZ ist der mikroskopischen Abbildung durch die Natur des Lichtes eine Grenze gesetzt, sie ist abhängig von der Wellenlänge. Diese Tatsache ist auch heute noch als richtig anerkannt. Aber man hat Glasmassen herzustellen vermocht, die in weit höherem Maße als bisher die kurzwelligen ultravioletten Strahlen hindurchlassen; dadurch wird die genannte Grenze erheblich hinausgerückt. Wenn man die durch ultraviolette Strahlen, die von besonders konstruierten Lichtquellen erzeugt werden, hervorgerufenen Bilder auch mit dem menschlichen Auge nicht unmittelbar erkennen kann, so lassen sie sich durch die Photographie doch mittelbar sichtbar machen.

Durch besondere Anordnung der Beleuchtung der durch das Mikroskop zu beobachtenden Gegenstände ist man in dem Ultramikroskop von SIEDENTOPF und ZSIGMONDY scheinbar über die erwähnte Grenze hinausgegangen und hat ultramikroskopisch kleine Körper sichtbar gemacht wie die Stäubchen der Luft im Sonnenstrahl, zum großen Nutzen z. B. für die Erkenntnis der Struktur kolloidaler Lösungen.

Vom Glas ist weiter zu berichten, daß es den Glaswerken von SCHOTT gelungen ist, für Thermometer und für chemische Geräte eine Zusammensetzung des Glases zu finden, derart, daß es weniger äußeren Einwirkungen thermischer, elastischer und chemischer Art unterworfen ist und so eine große Sicherheit der Beobachtungen gewährleistet.

Von anderen Materialien für wissenschaftliche Instrumente seien das Aluminium und andere Leichtmetalle erwähnt, die durch neue Verfahren jetzt in großen Mengen hergestellt und zu Instrumenten verwendet werden, auf deren geringes Gewicht es ankommt, z. B. bei den Instrumenten zur Erforschung des physikalischen Zustandes der höheren Luftschichten mit Hilfe von Drachen und unbemannten Ballons.

Ich muß die Aufzählung der Verbesserung der Beobachtungsinstrumente schließen und erwähnen nur noch die Vervoll-

kommung der zur Spektralanalyse und zur Lichtmessung dienenden Apparate, des Gasinterferometers von HABER, welches die Genauigkeit und Empfindlichkeit der Gasanalyse bedeutend gesteigert hat, und der NERNST'schen Mikrowage, die der Mikrochemie ihre quantitative Seite erschlossen hat.

Daß sich die Herstellung von wissenschaftlichen Instrumenten zu einer bedeutungsvollen Industrie entwickelt hat, geht daraus hervor, daß die jährlich hergestellten Erzeugnisse der deutschen Mechanik und Optik einen Wert von 120 Millionen Mark darstellen.

Ich möchte noch auf einen neuen Weg zur Förderung naturwissenschaftlicher Arbeit hinweisen, der auch von anderen Wissenschaften vielfach betreten worden ist.

Die Wissenschaft ist international, sie überbrückt Grenzen und Meere und führt die Forscher der verschiedenen Länder zu persönlicher Verbindung, zu gemeinsamem Gedankenaustausch. So haben in vielen Zweigen der Naturwissenschaft internationale Kongresse sehr anregend gewirkt. Die Teilnehmer derselben erhalten anschauliche Kenntnisse von den in anderen Ländern üblichen Forschungsmethoden und von den dort üblichen Anforderungen an die Genauigkeit der Messungen. Dadurch erst werden die Messungen in verschiedenen Ländern unter einander vergleichbar und die Genauigkeit aller Beobachtungen wird dadurch gesteigert.

Eine Anzahl von naturwissenschaftlichen Aufgaben kann aber überhaupt nur unter Mitwirkung aller Kulturstaaten ihrer Lösung näher gebracht werden. Ich denke dabei an die Regelung des Maß- und Gewichtswesens und der einheitlichen Zeitmessung. Vor kurzem hat in diesen Räumen ein solcher internationaler Kongreß getagt, derjenige für Erdmessung, welcher sich u. a. die Durchführung gemeinsamer Grundsätze bei der Landesvermessung, die Überwachung der Veränderungen in der Lage der Erdachse und die Untersuchung der Massenverteilung in der Erde zur Aufgabe gesetzt hat.

Es lassen sich noch manche naturwissenschaftliche Probleme aufzählen, die nur durch die Mitarbeit aller Länder gelöst werden können, vornehmlich auf dem Gebiete der Astronomie, der Erdbebenforschung, ebenso aber auch in Bezug auf physikalische Meßmethoden, auf das Elementensystem der Chemie, die Systematik der Zoologie und Botanik und die Aufgaben, welche der Geologie und der Geographie gestellt sind.

Ich greife noch einmal auf die auf naturwissenschaftlicher Grundlage ruhende Industrie zurück, um in Zusammenhang damit einige Gesichtspunkte allgemeiner Art hervorzuheben.

Die Industrie erzielt ihre großen Erfolge nur dadurch, daß sie in ihren Betrieben rein wissenschaftliche Arbeit leistet. Es bietet sich also hier für akademisch ausgebildete Physiker, Chemiker und Ingenieure ein neues reiches Feld naturwissenschaftlicher Arbeit. Wenn man hört, daß einzelne chemische Fabriken allein bis zu 300 wissenschaftlich gebildete Chemiker beschäftigen, so finden Tausende von naturwissenschaftlich Arbeitenden unter dem Schatten des Wunderbaumes der modernen Technik lohnende Unterkunft.

Sodann sei mir ein Hinweis gestattet auf die Beziehungen zwischen den Fortschritten der Naturwissenschaften und der Volkswirtschaft. Sie liegen namentlich für Deutschland zu Tage, das seine wachsende Bevölkerung seit mehr als 25 Jahren nicht mehr durch die Erzeugnisse seines Bodens ernähren kann, sondern ungeheure Mengen von Nahrungsmitteln aus dem Auslande einführen und an das Ausland bezahlen muß. Die Handelsbilanz wird einzig und allein durch die große Ausfuhr der Industrie hergestellt.

Diese Erkenntniß hat nun vielfach diejenigen Kreise, welche aus dem Waren- und Geldverkehr Nutzen ziehen, zu erheblichen Beisteuern für die Förderung rein wissenschaftlicher Arbeiten veranlaßt. Gewiß darf jede einzelne Leistung in dieser Richtung

als ein edles Opfer auf dem Altar der Wissenschaft bezeichnet werden; vom Standpunkte der Volkswohlfahrt gesehen handelt es sich hierbei im Grunde um eine gute Kapitalanlage.

Nicht nur in Amerika, wo Millionenstiftungen zu wissenschaftlichen Zwecken an der Tagesordnung sind, hat dieser Gedanke Wurzel gefaßt.

Wir befinden uns heute in einem Gebäude, das von einem unserer Mitbürger den Zwecken der Wissenschaft errichtet ist und das auch der naturwissenschaftlichen Belehrung seine Pforten offen hält.

Unsere Hamburgische Wissenschaftliche Stiftung hat das Gebiet der Naturwissenschaften mit reichlichen Mitteln gefördert.

In Frankfurt errichtet man eine Universität wesentlich aus Stiftungsgeldern, in den Kreisen der rheinisch-westfälischen Großindustrie hat sich eine Vereinigung gebildet zur Unterstützung der physikalisch-chemischen Arbeit an der Universität Göttingen. Die Universität Heidelberg ist durch eine große Stiftung des Fabrikanten LANZ in den Stand gesetzt, auch naturwissenschaftliche Untersuchungen umfangreicher zu gestalten als bisher.

Durch Unterstützung der meisten Bundesregierungen und vieler Einzelpersonen sind 11 Millionen Mark zusammengebracht für das Deutsche Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München, das schon jetzt in hervorragender Weise der Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse dient.

In neuester Zeit hat die Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft mit der Errichtung von Forschungsinstituten begonnen. Sie geht dabei von dem Gesichtspunkte aus, daß die Dozenten der Universitätsinstitute durch die immer umfangreicher sich gestaltende tägliche Lehrverpflichtung die Ruhe des Geistes für die größeren Probleme der Forschung sich nicht erhalten können. Von den, naturwissenschaftlichen Zwecken dienenden Gründungen dieser Stiftung seien erwähnt das bereits eröffnete chemische Institut und die beschlossene Errichtung von Instituten für experimentelle Therapie, für Arbeitsphysiologie und für Kohlenforschung. Die Gesellschaft hat ferner die Zoologische

Station in Rovigno erworben, und die Radiumforschung, die Erforschung der Schlafkrankheit und die Deutsche Versuchsanstalt für Luftschiffahrt unterstützt.

Ich kann nicht unerwähnt lassen, daß die wissenschaftlichen Akademien seit jeher, soweit ihre Mittel reichten, die Naturforschung unterstützt haben, und will ferner darauf hinweisen, daß gerade vor 25 Jahren unter opferwilliger Mitwirkung von WERNER SIEMENS die Physikalisch-technische Reichsanstalt gegründet wurde, der als Hauptzweck die Förderung der Technik physikalischer Meßinstrumente gesetzt wurde, die sich aber in ihrer wissenschaftlichen Abteilung sehr weitgehend in der Richtung der allgemeinen Physik entwickelt hat. —

Der mächtige Aufschwung der Naturwissenschaften und die auf ihm beruhende großartige Entwicklung der Technik, deren Errungenschaften den Menschen auf Schritt und Tritt begegnen, haben dazu gezwungen, den Naturwissenschaften einen breiteren Raum im Schulunterricht auf allen seinen Stufen zu gewähren, ihre Kenntnis mehr als bisher als erforderlich zur allgemeinen Bildung zu betrachten.

Als ein Bildungsmittel ersten Ranges erweist die Naturwissenschaft sich, wenn sie in der richtigen Weise im Schulunterricht verwendet wird. Aber nur dann kann dieser Unterricht voll zur Wirkung kommen, wenn der Schüler durch eigene Arbeit in die Grundtatsachen eingeführt wird, wenn er durch eigene Messungen und Wägungen die Gesetze der Physik und Chemie, durch eigene Beobachtungen die Vorgänge in der belebten Natur erkennt. So hat die Physik und Chemie wie die Biologie durch Einführung der Schülerübungen eine neue Bedeutung im Jugendunterricht gewonnen. Noch wird an den Methoden dieses Unterrichtes gearbeitet, noch wird er vielfach tastend nach dem richtigen Wege ausgeübt, aber die tüchtigsten Vertreter der Naturwissenschaften und die treuesten Freunde der Jugend sind eifrig an der Arbeit, dieses Erziehungsmittel ersten Ranges, das zu klarem Blick, zur richtigen Ordnung der Gedanken und zur Selbständigkeit führt, fort und fort zu vervollkommen.

Es läßt sich nicht leugnen und Universitätslehrer bestätigen es, daß der in den Schulen dargebotene Stoff sich zum Teil mit den Darbietungen an den Hochschulen deckt. Da aber unsere Schulen nicht Fachschulen sind, sondern allgemeine Bildung bieten sollen, läßt sich dieser nicht ganz befriedigende Zustand nur dadurch verbessern, daß das auf den Hochschulen bisher übliche System dem Schulunterricht angepaßt wird, ein Weg, der von einsichtigen Hochschullehrern schon jetzt beschritten wird.

Wenn durch alle geistigen Strömungen ein frischer fröhlicher Zug geht, wenn überall gekämpft wird, daß die Funken fliegen, so ist es kein Wunder, daß auch die Pädagogik, die Erziehungslehre, daran teilnimmt und von dem naturwissenschaftlich gerichteten Zuge der Zeit ergriffen wird. Das ist gewiß kein Schaden, sondern es bedeutet Fortschritt.

Wir haben uns in unseren Betrachtungen dem hervorragenden Bau naturwissenschaftlicher Forschung genähert und stehen in den Vorhallen des Tempels, umgeben von den diese schmückenden Säulen, deren kunstvolle Einzelheiten wir erkannt haben und die uns die Anordnung des Bauwerkes selbst in seinem Innern ahnen lassen.

Aber wir wollen diese Stätte der Erhebung und der andachtvollen Bewunderung nicht verlassen, ohne uns noch einmal zurück zu wenden und von der Höhe einen Blick zu werfen auf das vor uns gebreitete weite Gelände, auf die Natur selbst.

Da steigt vor uns auf eines der höchsten Ziele der Wissenschaft von der Natur.

In unserer hastenden und jagenden Zeit, wo alles Sinnen und Trachten auf das Vorwärtskommen, auf den Erwerb äußerer Güter, auf die Schaffung besserer Lebenshaltung und auf die Verfeinerung der Genüsse gerichtet ist, in einer Zeit, wo durch alle diese Bestrebungen der Mensch ermüdet und ermattet oder auch verweichlicht, da soll die Liebe zur Natur in ihm geweckt

werden und ihm nicht nur durch die Betrachtung ihrer äußeren Schönheit, sondern auch durch die Erkenntnis von dem Zusammenhang alles Geschehens in der Natur, von den Gesetzen, welche die Erscheinungen unter einander verknüpfen, von der Feinheit und Schönheit der einzelnen Naturgegenstände die frischen klaren Quellen dargeboten werden, welche ihn zum Kampfe um das äußerliche Dasein stärken, aber nicht minder ihn befähigen sollen, sich zu einer höheren geistigen Entwicklung empor zu arbeiten.

Dieses hohe Ziel ist auch je und je dasjenige unseres Naturwissenschaftlichen Vereins in den 75 Jahren seines Bestehens gewesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Diverse Autoren Botanisches Centralblatt , Krüss Hugo

Artikel/Article: [Neue Wege und Ziele naturwissenschaftlicher Arbeit 14-43](#)