

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXV. Jahrgang 1895.

München.

Verlag der K. Akademie.

1896.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Sitzungsberichte

der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung
zur Feier des 136. Stiftungstages
am 28. März 1895.

Der Präsident der Akademie, Herr M. v. Pettenkofer, eröffnet die Sitzung mit folgenden Worten zum Gedächtniss zweier Ehrenmitglieder der Akademie:

Der 28. März heute ist der Stiftungstag der k. bayer. Akademie der Wissenschaften, welcher jährlich durch eine öffentliche Festsitzung gefeiert wird. Diese Stiftungsfeier dient herkömmlich dazu, jener unsrer Mitglieder zu gedenken, welche während des abgelaufenen Jahres verstorben sind.

Ich habe zweier verstorbenen Ehrenmitglieder zu gedenken.

Adolf Friedrich Graf von Schack.

Am 14. April 1894 starb zu Rom Seine Excellenz Adolf Friedrich Graf von Schack, geboren am 2. August 1815 zu Schwerin, am 15. Juli 1856 von der Gesamt-Akademie zum Ehrenmitgliede gewählt. Der Vorschlag, von unserem verstorbenen Mitgliede Markus Müller ausgehend, lautet wörtlich:

„Als Edelmann, Diplomat und Freund der höchsten Person des Staates nimmt Adolf Friedrich Graf von Schack eine ausgezeichnete sociale Stellung ein, und als Gelehrter und Dichter steht er auf gleicher Stufe mit den ersten Grössen unseres Vaterlandes.

Seine Geschichte der dramatischen Literatur und Kunst Spaniens (3 Bände 1845) ist ein Meisterwerk literarisch-historischer Forschung und zeugt ebenso von tiefen Studien wie von einer seltenen Schärfe und Besonnenheit der Urtheile und einer gediegenen Vollendung des Geschmackes. Daran reiht sich sein spanisches Theater (2 Bände 1845), in welchem er mehrere der spanischen Dramas von Ruiz Alarcon, Cervantes, Lope de Vega und Calderon in deutschem Gewande dem Publikum geschenkt hat, mit einer Gewandtheit der Sprache und Schönheit und Adel des Ausdrucks, die ihn neben die ersten Meister der Uebersetzungskunst stellt. Dasselbe gilt von seiner Uebersetzung der epischen Gedichte des Firdusi, in welcher er ebenso durch gründliche Kenntniss des persischen Idioms, wie durch den feinen poetischen Sinn und Trefflichkeit der Uebertragung glänzt.“

Die Akademie trat einstimmig diesem Vorschlage bei.

Adolf Friedrich von Schack hat sein Leben lang der Wissenschaft und der Kunst getreulich gedient. Es liegt nun ein Leben geschlossen vor uns da, welches allen materialistischen Verlockungen widerstrebend stets idealen Zielen geweiht war. Sein Lebensgang ist merkwürdig. Neben seinen juristischen Studien an den Universitäten Bonn, Heidelberg und Berlin (1834 bis 1838) betrieb er eifrig das Studium der europäischen Literaturen und der orientalischen Sprachen, machte in den Ferien Reisen für wissenschaftliche Zwecke, trat dann in die Dienste des Grossherzogs von Mecklenburg und begleitete denselben als Kammerherr und Legationsrath auf seinen Reisen nach Italien und Konstantinopel. Dann wurde er nach Frankfurt am Main zum Bundestage,

wo sein Vater mecklenburgischer Gesandter war, versetzt, und 1849 kam er als Bevollmächtigter seines Souveräns, dann als Geschäftsträger nach Berlin. Von Haus aus reich begütert und schon in einem Alter von 34 Jahren zu einer ehrenvollen diplomatischen Stellung gelangt, lag Herrn von Schack ein weiterer glänzender, genussreicher Lebenslauf vor, den wohl die meisten Menschen gerne weiter gewandelt wären. Aber der junge Adolf Friedrich von Schack verzichtete 1852 auf seine amtliche Stellung und ging als Privatmann nach Spanien, um dort über die Geschichte und Cultur des Landes und der spanischen Araber weiter zu forschen. Er hatte sich dafür durch eingehendes Studium der orientalischen Sprachen, namentlich des Sanskrit, Arabischen und Persischen vorbereitet. Im Jahre 1856 folgte er einer Einladung unseres damaligen Protektors König Maximilian II., nach München überzusiedeln, wo er sich in der Briennerstrasse ein Wohnhaus kaufte, welches später nach den Plänen des Architekten und Bildhauers Lorenz Gedon umgebaut wurde, in welchem Anwesen er auch die von ihm gegründete, berühmte Bildergalerie unterbrachte. Diese Galerie enthält Meisterwerke von damals lebenden, aber vielfach noch verkannten Künstlern (Genelli, Feuerbach, Böcklin etc.) und dazu auch Copien von hervorragenden Werken anerkannter alter Meister (Tizian, Velasquez, Murillo etc.). Diese Schack-Galerie ist zur Zeit eine vielbesuchte Sehenswürdigkeit Münchens. Ihr Gründer vermachte sie letztwillig Seiner Majestät dem Deutschen Kaiser, welcher sie aber in huldvollster Weise nicht nach Berlin verpflanzte, sondern in München beließ. Die Gründung dieser Galerie und die wissenschaftlichen und poetischen Leistungen ihres Gründers veranlassten Seine Majestät, Herrn von Schack in den Grafenstand zu erheben, und veranlassten auch den Magistrat München, ihn zum Ehrenbürger zu ernennen.

Ueber Schacks Bedeutung als Gelehrter hat sich Markus

Müller in dem eben verlesenen Antrage bezeichnend ausgesprochen, und habe ich dem nichts beizufügen; über seine Bedeutung als Dichter theilt mir ein sachverständiges Mitglied unserer Akademie folgendes mit:

„Wie uns Schack in seinen meisterhaften Uebersetzungen die fremde Welt der Inder, Perser und Araber näher gebracht hat, so liebt er es auch in seinen zahlreichen eigenen Dichtungen, uns in die verschiedensten Welttheile, die verschiedensten Zeiten zu versetzen und weitschauenden Blicks die geistige Entwicklung der Menschheit bis zur lebendigen Gegenwart zu verfolgen mit prophetischem Hinweis auf eine kommende Verbrüderung aller Völker. Er ist der Culturdichter im vollen Sinne des Wortes mit all seinen Licht- und Schattenseiten, kein unmittelbar wirkender Lyriker, aber ein tief und vielseitig gebildeter Geist, der erhabene Gedanken und edles Streben in klangvoller Sprache zum Ausdruck bringt und die mannigfaltigsten Kunstformen mit sicherer Meisterschaft beherrscht.“

Unsere Akademie wird des Verblichenen stets ehrend gedenken.

Ismail Pascha.

Ein anderes Ehrenmitglied, Ismail Pascha, früher Chediv von Aegypten, geboren am 31. Dezember 1830 zu Kairo, starb jüngst am 2. März 1895 in Konstantinopel und wurde am 12. März in Kairo feierlich bestattet. Er war der erste Muhamedaner, der unserer Akademie angehörte, am 18. Juni 1874 gewählt. Der Vorschlag zu seiner Wahl ging von unserem verstorbenen Mitgliede Franz von Kobell aus und lautet wörtlich: „Der Unterzeichnete erlaubt sich zum Ehrenmitglied der Akademie Seine Hoheit den Vicekönig von Aegypten Ismail Pascha vorzuschlagen. Dieser Herr hat sich durch die liberale Unterstützung der geographischen

Expedition von Baker und Schweinfurt und durch die glänzende Ausrüstung der Rohlf'schen Expedition zur Erforschung der libyschen Wüste wesentliche Verdienste um die Wissenschaft erworben. An letzterer Expedition hat auch unser Mitglied Professor Zittel Theil genommen und die paläontologische Sammlung des Staates ist von ihm durch interessante Erwerbungen bereichert worden. Der Vicekönig hat sehr liberal gestattet, dass die auf der Reise gemachten naturhistorischen Sammlungen überhaupt den betreffenden Sammlungen in Berlin und München einverleibt werden. Es dürfte daher vollkommen gerechtfertigt sein, dass dem hohen Herrn von Seite unserer Akademie ein Zeichen der Anerkennung geboten werde.“

Die Akademie trat diesem Vorschlage einstimmig bei.

Ismail Pascha musste bekanntlich von der Regierung zurücktreten. Darüber weiss ich nichts Besseres und Entsprechenderes zu sagen, als was der berühmte Aegyptologe Professor Dr. Georg Ebers, welcher länger in Aegypten weilte und mit Ismail Pascha persönlich verkehrte, uns mitgetheilt hat. „Die verschwenderische Rücksichtslosigkeit, mit der der jüngst verstorbene Chediv Ismail über die reichen Mittel seines Landes verfügte, musste er in der Verbannung büssen. Die Bevorzugung, die den Europäern so deutlich und lange durch ihn zu Theil ward, hatte die national gesinnten Unterthanen gegen ihn aufgebracht, und es mag dahingestellt bleiben, in wie weit ihn die Hoffnung auf Vermehrung seiner Einkünfte und der Wunsch sich in Europa Berücksichtigung und Lob zu erwerben, antrieben, sich als Förderer der Cultur zu bewähren. Jedenfalls besass er Eigenschaften und bethätigte er seinen Geist und seine Thatkraft durch Handlungen und Werke, die es einer wissenschaftlichen Körperschaft, deren Bestrebungen er gelegentlich verständnissvoll und freigebig unterstützt hatte, nahe legen durfte, ihrer Anerkennung auch äusserlich Ausdruck zu geben.

Von seinem Grossvater Mohammed Ali, dem Erneuerer Aegyptens, hatte er den lebhaften, der europäischen Cultur geneigten Geist, von seinem Vater Ibrahim, dem Sieger von Nisibi, wo unser Moltke gegen ihn focht, den unternehmenden Sinn geerbt. Seinen französischen Erziehern verdankte er eine Bildung, die, obwohl sie nicht tief ging, ihm doch gestattete, die Bedeutung und Würde der Wissenschaft zu erkennen. Neue Gedanken und Entwürfe, die man ihm mittheilte und vorlegte, begriff er und verstand es ihnen zu folgen und ihnen das für seine Zwecke Brauchbare zu entnehmen. Darum wurde es auch Herrn von Lesseps leicht, den Chediv Ismail für die unter seinem Vorgänger begonnene Durchstechung der Landenge von Suez zu gewinnen, so viele Millionen sie auch wieder und wieder in Anspruch nahm. Ebenso glückte es dem französischen Alterthumsforscher Auguste Mariette, den Chediv für die Denkmäler aus der Pharaonenzeit zu interessiren und von ihm die Mittel zu Ausgrabungen in grossem Stil, zur Herausgabe von nützlichen Publicationswerken und endlich für die Anlage jenes Antiquitätenmuseums in Kairo zu erlangen, das schon bei Ismails Verjagung seinesgleichen nicht hatte. Als Gerhard Rohlfs und Karl Zittel die Erforschung der libyschen Wüste unternahmen, schenkte er dieser ergebnissreichen Expedition, sowie der früheren von Baker und Schweinfurt nicht nur materielle Unterstützung, sondern auch verständnissvolle Theilnahme. Auch vielen anderen Forschern gewährte er thatkräftige Unterstützung. So dem Astronomen Mahmud Bē (später Pascha) bei seinen der Topographie des alten Alexandrien gewidmeten Arbeiten, und Ernst Haeckel, indem er ihm für seine zoologischen Untersuchungen im Rothen Meere einen Dampfer zur Verfügung stellte. Die Bibliothek im Palast *Derb-el-Gamamiz* zu Kairo dankt ihm die Entstehung und ihre tüchtige Verwaltung durch deutsche Gelehrte (Dr. Stern und Dr. Spitta). Jetzt steht ihr Dr. Vollers

vor. Herr Dor, ein tüchtiger Schweizer Pädagog, richtete seine Aufmerksamkeit auf das Erziehungswesen des Landes. Mit schöner Duldsamkeit unterstützte der Chediv die Errichtung auch christlicher Schulen und Kirchen. Die Neugestaltung des ägyptischen Medicinal- und Gerichtswesens ging gleichfalls von ihm aus. Was er für die Bewässerung seines Reiches, für den Verkehr durch Anlage von Eisenbahnen und Telegraphen, für die Wohlfahrt der Unterthanen durch die Pflanzung Schatten spendender Bäume in grossartiger Menge that, verdient so gewiss der Erwähnung, wie dass er die Zwangsarbeit aufhob und den Sklavenhandel beschränkte.*

Also Segen auch seinem Angedenken!

Der Classensecretär, C. v. Voit, gedenkt der seit dem letzten Stiftungstage gestorbenen Mitglieder der Classe.

Die mathematisch-physikalische Classe hat im verflossenen Jahre zwei ordentliche Mitglieder: Carl Maximilian v. Bauernfeind und Carl v. Haushofer, ferner vier auswärtige Mitglieder: Die Physiker August Kundt und Hermann v. Helmholtz in Berlin, den Botaniker Nathanael Pringsheim in Berlin und den Anatomen Josef Hyrtl in Wien durch den Tod verloren.

Carl Maximilian von Bauernfeind.

Am 3. August vorigen Jahres endete das Leben eines Mannes, der in rastloser fruchtbarer Thätigkeit nur durch eigene Kraft und Tüchtigkeit sich zu angesehenster Stellung emporgearbeitet, die Geodäsie und Ingenieurkunde mächtig gefördert und durch die glückliche Organisation des technischen Unterrichtes seinem Vaterlande die grössten Dienste geleistet hat.

Carl Maximilian Bauernfeind wurde am 28. No-

vember 1818 in dem Städtchen Arzberg im Fichtelgebirge als Sohn eines Schmiedemeisters geboren. Die an Kindern reichen, an Mitteln armen Eltern waren nicht in der Lage den Knaben, dessen besondere Begabung sich früh zeigte, einen regelmässigen Studiengang durchmachen zu lassen. Er wurde in die Lateinschule nach dem benachbarten Wunsiedel geschickt, dann in die Gewerbeschule und die polytechnische Schule nach Nürnberg, woselbst er drei Jahre (von 1836 bis 1838) verblieb. Aber gerade die entgegenstehenden Schwierigkeiten stählten seinen Willen und trieben ihn zu ernster Arbeit.

Er hatte das grosse Glück, dass an der polytechnischen Schule zu Nürnberg damals als Professor der Mathematik und Physik Georg Simon Ohm, gleich bedeutend als Forscher wie als Lehrer, wirkte. Bauernfeind schildert ihn in einer am 28. Juli 1882 gehaltenen Gedächtnissrede als unvergleichlichen Lehrer, an welchem die Jugend einen begeisterten Führer nicht bloss im Bereiche der Mathematik und Physik, sondern des Wissens überhaupt fand, von dessen Geiste Jeder eine innerliche Wirkung verspürte. Ohm war sich klar darüber, dass die gewöhnliche Lehrweise durch Vorträge in den Naturwissenschaften nicht ausreichend sei; er suchte die Schüler in ununterbrochenem lebendigem Verkehr durch Fragen und Uebungen an der Tafel zu selbständigem Denken anzuregen. Bauernfeind stand mit seinem geliebten Lehrer noch länger in Briefwechsel und verkehrte später nach dessen Berufung nach München viel mit ihm.

Auf diese Weise vortrefflich vorbereitet, bezog Bauernfeind (1838) die Universität München, wo damals noch die technischen Beamten, die Architekten, Ingenieure etc. ihre Ausbildung empfangen; er war daselbst während zweier Jahre als Studirender der Industrie inscribirt und hörte mathematische, naturwissenschaftliche und staatswirthschaftliche Vorlesungen.

Hier wurde für sein Leben die Begegnung mit einem hervorragenden, ganz eigenartigen Manne der Technik, mit Josef v. Utzschneider, entscheidend. Dieser „edelste Vaterlandsfreund“, wie ihn die Grabschrift nennt, hatte sich um die Staats- und Volkswirtschaft in Bayern in höchstem Grade verdient gemacht: ihm verdankt man die Reform der Finanzverwaltung, des Steuerkatasters und der Staatsschuldentilgung, ferner die Durchführung einer für die damalige Zeit musterhaften Landesvermessung, die Anbahnung einer rationellen Forst- und Landwirthschaft, die ersten Versuche mit dem Runkelrübenbau während der Continentsperre, die Cultivirung ausgedehnter Moosflächen, die Verbesserung des Salzbergbaues und des Sudwesens; er machte ferner mit Georg Reichenbach und Josef Fraunhofer München durch Gründung der mathematisch-mechanischen und optischen Institute zur Pflanzstätte für Feinmechanik; und ward nach seinem Rücktritte vom Staatsdienste als Bürgermeister Münchens in uneigennützigster Weise der Begründer einer Industrie der Stadt durch bedeutende Unternehmungen: durch Anlage einer Lederfabrik, einer Tuchfabrik, einer Spiritusfabrik, einer Glashütte, einer ersten grossen Brauerei etc. An diesen merkwürdigen Mann hatten Bauernfeind seine Nürnberger Lehrer empfohlen, der den Werth und das Streben des jungen Mannes alsbald erkannte, ihm die zur Fortsetzung seiner Studien nöthigen Mittel gewährte, ihm Wohnung in seinem Hause in Obergiesing, dem jetzigen Warthofe, gab und ihn bis zu seinem im Jahre 1840 erfolgten Tode ein wahrer väterlicher Freund und Rathgeber blieb.

Utzschneider hatte ein besonderes Geschick die rechten Leute zu finden und sie auf den ihren Talenten passenden Platz zu stellen. So bestimmte er seinen Schützling, sich dem Ingenieurfach zu widmen. Damals (1840) wurde eben der vierte Jahreskurs der hiesigen polytechnischen Schule

in einen, von dem trefflichen Friedrich August Pauli, dem späteren Oberbaudirektor, geleiteten Ingenieurcurs verwandelt, in welchen Bauernfeind eintrat. Schon ein Jahr darauf bestand er die Staatsprüfung für das Ingenieurfach mit Auszeichnung und kam alsbald als Baupraktikant zu der Eisenbahnbaucommission nach Nürnberg und dann zu der Eisenbahnbausektion nach Hof, woselbst er mit den Projectirungsarbeiten und der Bauleitung für die dortigen schwierigen Bahnbauten beschäftigt war.

Diese für seine fernere Laufbahn äusserst nutzbringende praktische Thätigkeit wurde (1844) unterbrochen durch die Einberufung als Hilfslehrer des Ingenieurcurses nach München, an welchem er drei Jahre vorher noch Schüler war. Nebenbei erhielt er (1846) die Stelle eines functionirenden Ingenieurs der Direction der Eisenbahnen. Im Jahre 1849 erfolgte seine Anstellung als zweiter Professor der Ingenieurwissenschaften an der polytechnischen Schule, 1851 die als erster Professor, womit er die Stellung als Bauingenieur wieder aufgab.

Damit begann für Bauernfeind eine durch fast 50 Jahre fortgesetzte fruchtbare Lehrthätigkeit in der gesammten Ingenieurkunde: im Strassen-, Brücken- und Eisenbahnbau, sowie in der Geodäsie; er war ein ganz vorzüglicher, klarer und gewissenhafter Lehrer, dem alle bayerischen Ingenieure ihre Ausbildung verdanken, nicht nur die theoretische, sondern auch die praktische durch den Unterricht in der praktischen Geometrie und im Gebrauche der Messinstrumente. Zu dieser Zeit, wo seine Stellung fest begründet war, begann er auch sich mit wissenschaftlichen Problemen zu befassen. In Folge davon hat ihm (1853) die Erlanger Universität, besonders für seine Arbeit über die Planimeter, den Titel eines Doktors der Philosophie verliehen. Doch wurde er (1858) noch einmal in den praktischen Dienst gerufen durch die Ernennung zum Baurath bei der obersten Baubehörde,

wo er während zehn Jahren das Referat über Eisenbahn- und Brückenbauten hatte.

Mittlerweile war ein wichtiger Abschnitt in dem Leben Bauernfeind's herangekommen. Seit längerer Zeit (1857) befasste man sich in Bayern mit dem Plane einer Neuorganisation der technischen Lehranstalten, aber man konnte über die Principien nicht einig werden. Keine Geringeren wie Georg Reichenbach und Josef Fraunhofer hatten schon im Jahre 1823 eine Denkschrift dem Ministerium vorgelegt, worin sie für alle technischen Studien eine auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaute Hochschule verlangten. Erst der Minister v. Schlör griff diesen Gedanken wieder auf und fand in Bauernfeind einen für die Aufgabe begeisterten, ebenso sachkundigen wie energischen Rathgeber. Nicht eine Anstalt zur empirischen Abrichtung und zur Erlernung gewisser Regeln sollte entstehen, sondern eine Stätte der Wissenschaft, in welcher die Schüler befähigt werden zu denken und in den einzelnen Fällen selbst zu entscheiden, was das Richtige ist. Es stand bei ihm fest, dass die Mathematik und die Naturwissenschaften wie Physik, Mechanik, Chemie, Geognosie, Physiologie etc. ebenfalls zu einer allgemeinen Bildung führen, indem sie die Befähigung geben, in fremde Gebiete mit klarem Blicke zu schauen und deren Beziehungen zu dem eigenen Berufe zu erfassen. Ihm wurde nach manchen Kämpfen die ganze Organisation der neuen Hochschule anvertraut, er wählte mit grossem Geschick die ersten Lehrer derselben aus, und er wurde zum Professor der Ingenieurwissenschaften und der Geodäsie, sowie zum Director während der sechs ersten Jahre ernannt. Als im Jahre 1868 die Hochschule in dem prächtigen Neubau eröffnet wurde, da konnte man sagen, dass ein gelungenes Werk vorliege und dass Bauernfeind sich um dasselbe das grösste Verdienst erworben habe. Im Jahre 1874 erhielt er den Titel und Rang eines Directors der technischen Hoch-

schule, und von 1880 bis 1889 führte er abermals das Amt eines Directors derselben. Solange die technische Hochschule bestehen bleibt, wird man sich dankbar des Mannes erinnern, der das Meiste zu ihrer Gründung und zu ihrem Gedeihen gethan hat.

Noch an einer andern bedeutungsvollen Aufgabe konnte sich der Geodät Bauernfeind betheiligen, an der europäischen Gradmessung. Dieses grossartige wissenschaftliche Unternehmen hatte im Jahre 1861 der k. preuss. Generallieutenant J. J. Baeyer, der Schüler Bessel's, ins Leben gerufen; fast alle Staaten Europas betheiligten sich an demselben, so dass es später zu einer internationalen Erdmessung erweitert wurde. Zur Durchführung der für die Zwecke der europäischen Gradmessung in Bayern vorzunehmenden Arbeiten wurde (1868) eine bayerische Commission, bestehend aus Mitgliedern der math.-phys. Classe der Akademie, gebildet. Bauernfeind wurde ständiger Secretär und Stellvertreter des Vorstandes dieser Commission. Dieselbe sollte darüber wachen, dass alle auf Bayern treffenden Gradmessungsarbeiten nach den Beschlüssen der allgemeinen Conferenzen und der permanenten Commission der europäischen Gradmessung vollzogen werden. Sie hatte zunächst die zur Durchführung der Gradmessung in Bayern nöthigen Arbeiten einzuleiten; Bauernfeind fielen die geometrischen Nivellements erster Ordnung zu, wozu er die Instrumente wählte und die Methoden der Nivellirung, sowie die Berechnung der Resultate angab, eine Arbeit, die ihn bis an seine letzten Lebenstage beschäftigte. Im Jahre 1871 trat er in die aus den bedeutendsten Fachmännern zusammengesetzte permanente Commission ein, in welcher er an der Seite Baeyer's zum Vicepräsidenten gewählt wurde.

Indem wir uns nach diesem Ueberblicke über den Lebensgang Bauernfeind's zu seiner wissenschaftlichen Thätigkeit wenden, muss zur Charakterisirung derselben bemerkt werden,

dass dieselbe sich stets als Bedürfniss für seine praktischen Arbeiten als Geodät und Ingenieur ergab; er verfolgte damit den Zweck, die letzteren zu fördern und genauer zu gestalten.

Eine seiner ersten Veröffentlichungen (1846) war der Beitrag zur Theorie der Brückengewölbe. Pauli hatte bei seinen Vorträgen im Ingenieureurs eine wahrscheinlich aus englischen Quellen geschöpfte höchst einfache graphische Behandlung der in einem Gewölbe thätigen Kräfte mitgetheilt; an Stelle dieses graphischen Verfahrens setzte nun Bauernfeind das analytische und erweiterte so die Gewölbe-theorie. Die erste von Pauli construirte Fachwerkbrücke über die Günz entsprach nicht ganz den Anforderungen, was Bauernfeind (1856) veranlasste ein anderes Trägersystem zu berechnen, wornach die von Gerber ausgeführte Construction bei der Grosshesseloher Brücke zur erstmaligen Anwendung kam.

Das von ihm (1851) angegebene Prismenkreuz, ein neues Messinstrument zum Abmessen von Winkeln für Ingenieure und Geometer, hat eine weite Verbreitung gefunden; indem er statt der Spiegel Glasprismen als reflectirende Flächen anwendete, gelang es ihm in Folge der Durchsichtigkeit der letzteren die Bilder zweier Gegenstände in grösserer Ausdehnung zur Deckung zu bringen, als es bei den Spiegeln möglich ist, und so eine genauere Messung zu erzielen.

Seine Besprechung der drei damals (1853) existirenden, aber noch wenig bekannten Planimeter von Ernst, Welti und Hansen hat zur Anwendung dieser Instrumente in der Praxis viel beigetragen.

Bauernfeind's Elemente der Vermessungskunde, ein Lehrbuch der praktischen Geometrie in zwei Bänden (1856 in erster, 1890 in siebenter Auflage erschienen) sind wohl sein bedeutungsvollstes Werk, welches zu seiner Zeit nur von ihm bearbeitet werden konnte. Dieses ungemein klar und verständlich geschriebene, von wissenschaftlichem Geiste erfüllte Lehrbuch hat durch die systematische Zusammenfassung der

damaligen Kenntnisse die Erlernung der Methoden der Vermessungskunde ungemein erleichtert.

Auch die von Bauernfeind herausgegebenen Vorlageblätter zur Brückenbaukunde, zur Strassen- und Eisenbahnbaukunde und zur Wasserbaukunde haben für die Ausbildung des Ingenieurs grossen Nutzen gebracht.

Die seit Anfang des Jahrhunderts in Bayern vorgenommene Landesvermessung hatte zunächst eine nach wissenschaftlichen Principien ausgeführte Triangulation ausgeführt, welche für jene Zeit als musterhaft anerkannt war: Schiegg hatte sich an der Ausführung betheiliget, Soldner die Methoden der Berechnung geliefert und Utzschneider die Einrichtungen gemacht; die besten, aus den Werkstätten von Reichenbach und Ertel und von Fraunhofer hervorgegangenen geodätischen und astronomischen Instrumente waren zur Verwendung gelangt. In dem von der k. b. Steuerkatastercommission und dem k. b. topographischen Bureau (1873) herausgegebenen grossen Werke: Die bayerische Landesvermessung in ihrer wissenschaftlichen Grundlage prüfte Bauernfeind, ob diese Triangulirung auch den höheren Anforderungen einer Gradmessung genüge, wobei sich zeigte, dass dieselbe, nach Ergänzung des Hauptdreiecknetzes durch eine Anzahl neuer Winkelmessungen und nach Umrechnung der Resultate eines Theils des Hauptnetzes sehr wohl der europäischen Gradmessung eingefügt werden durfte.

In Verbindung mit der europäischen Gradmessung wurden ferner in Bayern ausgedehnte Präcisions-Nivellements unter Bauernfeind's Oberleitung durch die Assistenten der bayerischen Gradmessungscommission ausgeführt. Diese Nivellements längs der Eisenbahnen und Landstrassen, durch welche die Meeresspiegel an den Küsten Europas verbunden und in allen Ländern eine grosse Anzahl genau nivellirter Marken als Grundlagen für weitere Höhenmessungen zu technischen und wissenschaftlichen Zwecken geschaffen werden

sollten, gehören zu dem Besten, was die neuere Zeit auf diesem Gebiete geleistet hat.

Für geodätische Höhenbestimmungen benützt man bekanntlich das Barometer und die trigonometrische Messung; die letztere ist genauer, die erstere aber bequemer. Die barometrischen Bestimmungen erwiesen sich durch noch unbekannte Einflüsse als unsicher. Dies führte Bauernfeind dazu, umfassende Untersuchungen über die Genauigkeit der barometrischen Höhenmessungen anzustellen. Er liess zu dem Zwecke (1857) den grossen Miesing genau geometrisch nivelliren und dann an fünf in Höhenabständen von 270 m befindlichen Punkten von 10 Schülern gleichzeitig Beobachtungen über die Aenderungen des Druckes, der Temperatur und des Wassergehaltes der Luft mit der Höhe machen.

Daran schlossen sich seine beiden Untersuchungen über die atmosphärische Strahlenbrechung (1864 und 1866) an. In der ersteren über die astronomische Strahlenbrechung stellte er die Bessel'schen mittleren Refractionen bis zu 90° Zenithdistanz fest; in der zweiten über die terrestrische Strahlenbrechung ermittelte er auf theoretischem Wege die Abnahme der Coefficienten derselben mit der Höhe als eine nothwendige Folge der früher aus seinen barometrischen Messungen aufgestellten Luftdichtigkeitsformel. Später (1877) wurden auf Veranlassung der Commission der europäischen Gradmessung noch weitere Beobachtungen der terrestrischen Refraction im Fichtelgebirge und dann zwischen dem Schliersee und dem Chiemsee unter seiner Leitung gemacht.

Aus allen diesen Beobachtungen erkannte er in der Wärmestrahlung des Erdbodens die Ursache, warum bei den barometrischen Messungen tägliche Perioden auftreten, indem Mittags grössere, Morgens und Abends kleinere Höhen als die wirklichen erhalten werden. Er entwickelte ferner Gleichungen für die die verschieden dichten Schichten der Atmosphäre durchdringenden Lichtstrahlen und wies auch

für die trigonometrische Höhenmessung einen Einfluss der Wärmestrahlung des Erdbodens in täglichen Perioden nach. Für die Geodäsie, die barometrischen Höhenbestimmungen, sowie auch für die Meteorologie waren diese Arbeiten Bauernfeind's von Belang; er hat sie für seine bedeutendste Leistung gehalten.

Es ist, wie man ersieht, nicht die reine Mathematik oder die Physik, welche Bauernfeind durch neue Erkenntnisse bereicherte; er hat vielmehr durch die Anwendung derselben für die wissenschaftliche Ausbildung der Geodäsie und Ingenieurkunde Bedeutsames geleistet und ist dadurch, sowie durch die mit Geschick organisirten und geleiteten gemeinschaftlichen Messungen seiner Schüler zu einem der angesehensten Vertreter in seinem Fache geworden. Das hohe Ansehen und die Achtung, welche er sich allseitig erworben hat, zeigte sich besonders bei der Feier seines 70. Geburtstages am 28. November 1888, den er noch in voller Rüstigkeit im Amte beging.

So ist der aus dem Volke hervorgegangene Sohn des Schmiedes durch eigene Kraft seines Glückes Schmied geworden. Der mächtige Kopf mit den ausdrucksvollen scharfen Zügen liess alsbald den bedeutenden Mann von festem Charakter erkennen, welcher genau wusste, was er wollte, und mit umsichtiger Klugheit durchsetzte, was er anstrebte. Eine vornehme Erscheinung von gemessenem Wesen verlangte er Beachtung seiner Stellung und zeigte, dass er zu herrschen gewohnt war.

Ein Jahr nach seinem 70. Geburtstage legte er die Geschäfte eines Directors der technischen Hochschule nieder, da sich Symptome des Nachlassens der Kräfte bemerklich machten; 1890 trat er auch vom Lehramte zurück. Es stellten sich die Anfänge eines schweren Leidens ein, dessen Qualen er mit Heldenmuth ertrug. Klaren Geistes nahm er Abschied von seiner Familie und seinen Freunden mit dem Bewusstsein sein Leben gut angewendet zu haben.

Karl von Haushofer.

Die mathematisch-physikalische Classe beklagt den allzufrühen Tod eines verdienten, reich veranlagten und höchst liebenswürdigen Collegen, welcher wissenschaftliche und künstlerische Befähigung in gleichem Grade in sich vereinigte.

Karl Haushofer erblickte am 28. April 1839 zu München als Sohn des Landschaftsmalers Max Haushofer das Licht der Welt. Letzterer gehörte zu denjenigen hiesigen Malern, welche damals begannen im bayerischen Gebirge Studien nach der Natur zu machen; es war eine idyllische Zeit voll Frohsinns und freudigen Schaffens. In der Sorge um seine Familie verliess er 1844 mit schwerem Herzen die Heimath, um einen Ruf als Professor an die Kunstakademie zu Prag anzunehmen, woselbst der Sohn die Jugendjahre verbrachte.

Letzterer hatte von dem Vater das Verständniss für die Schönheit der Natur und das Talent für die künstlerische Darstellung geerbt. Frühzeitig fing er an zu zeichnen und zu malen, und zwar Alles, was ihm vorkam, Landschaftliches und Figürliches. Dieser aufs Feinste ausgebildete Farben- und Formensinn und das Talent des Zeichnens kam ihm später bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten, bei den von ihm entworfenen geologischen Wandtafeln und bei den Vorlesungen sehr zu Statten. Die Liebe zur Naturschönheit wurde gepflegt und entwickelt durch den Aufenthalt an dem Chiemsee, wo die Eltern Haushofer's, an beständigem Heimweh nach der bayerischen Heimath leidend, alljährlich zwei Sommermonate zubrachten. Die Bilder jener Landschaft: See, Wald und Hochgebirge senkten sich tief in die Seele des Knaben und noch in späteren Jahren suchte er dorten, bis kurz vor seinem Tode, Erholung nach den Mühen der Arbeit.

In Prag besuchte er das deutsche Gymnasium auf der Kleinseite (1849—1856), an welchem einsichtsvolle Lehrer

wirkten. Auch die Naturwissenschaften wurden daselbst eifrig gepflegt: Physik, Botanik, Zoologie und Mineralogie waren obligate Lehrgegenstände. Der junge Haushofer nahm das grösste Interesse daran und beschäftigte sich auch zu Hause mit physikalischen und chemischen Experimenten. Besondere Neigung brachte er der Mineralogie entgegen; der Vater besass eine nicht unbedeutende Mineraliensammlung, welche dem Sohn zur Anregung diente, so dass er schon als Gymnasiast jedes ihm vorkommende Mineral bestimmen lernte.

Nur ungern hatte sich der Vater von seinen beiden Söhnen (1856) getrennt, um dieselben in Bayern das Gymnasium absolviren zu lassen, da er wünschte, dass sie in der alten Heimath ihren künftigen Lebensweg suchen sollten, nicht in Böhmen, wo schon damals die Nationalitätenfrage das Dasein immer unerquicklicher gestaltete. So absolvirte der junge Haushofer (1857) das Maximilians-Gymnasium zu München und trat dann an die hiesige Universität über.

Es war fast selbstverständlich, dass die Liebe zur Natur und die schon erlangten Kenntnisse ihn bestimmten, sich den Naturwissenschaften, insbesondere der Mineralogie und Geognosie zuzuwenden. Nachdem er noch ein Semester in Prag zugebracht hatte, ging er (1859) an die sächsische Bergakademie zu Freiberg. Der Berghauptmann v. Beust war damals der Leiter dieser in höchstem Ansehen stehenden Anstalt, an welcher Studirende aus allen Welttheilen sich zusammenfanden; unter der Führung des alten Weishaupt wurden berg- und hüttenmännische Studien neben Chemie und Mineralogie betrieben.

Nach Vollendung der Freiburger Studien musste er sich entscheiden, ob er der Theorie oder dem praktischen Bergwesen sich zuwenden sollte. Namentlich auf eine Anregung aus den Kreisen von Prager Grossindustriellen hin und auch in der Hoffnung bald zu einem selbständigen

Erwerb zu gelangen, entschloss er sich dazu, sich dem Eisenhüttenwesen zu widmen. Er trat (1861) in eines der grössten böhmischen Eisenhüttenwerke, in die Hermannshütte bei Stab nächst Pilsen, ein, um mit dem einfachsten Arbeiter die harte Arbeit bei der Gluth des Puddelofens zu theilen. Obwohl er bald zum Walzmeister und Betriebsassistent vorrückte, war es dem wissensdurstigen, feinfühlenden jungen Manne nicht möglich eine solche Beschäftigung und die Aufsicht über 400 Arbeiter weiter zu führen. Todmüde, mit Kohlenstaub bedeckt und häufig mit Brandwunden an den Händen von der Arbeit nach Hause kommend, vermochte er nicht mehr ein Buch zu lesen und sich weiter zu bilden.

Der Vater war sehr bestürzt, als er bei einem Besuche der Hütte eine gewisse Verwahrlosung des Sohnes bemerkte; er drang in ihn, die aufreibende praktische Laufbahn und die schon erlangte gute Stellung zu verlassen und zu der Wissenschaft zurückzukehren. Die in der Hütte erworbenen Erfahrungen waren jedoch für ihn nicht verloren; er konnte sie für seine späteren Vorlesungen an der technischen Hochschule gut verwerthen.

Er kam wieder an die Universität München, hörte Vorlesungen bei Liebig und Jolly, und arbeitete namentlich bei Kobell, welcher ihn als Assistenten aufnahm und den ihm in seinem ganzen Wesen sympathischen und in vielen Stücken gleichgesinnten jungen Forscher lieb gewann; er blieb ihm ein allzeit wohlwollender Gönner und Freund.

Im Jahre 1864 löste Haushofer eine von der philosophischen Facultät gestellte Preisfrage physikalischen Inhalts: „Untersuchungen über die bei Auflösung von Salzen in Wasser eintretenden Temperatur-Erniedrigungen“. Die Aufgabe war von Jolly gestellt und in seinem Laboratorium bearbeitet worden. Nun promovirte Haushofer, habilitirte sich (1865) als Privatdozent an der Universität für das Fach der Mineralogie, und wurde, als die technische Hochschule

(1868) dahier gegründet wurde, Professor für Mineralogie und Eisenhüttenkunde an derselben. Als solcher hatte er die mineralogische und hüttenmännische Sammlung und das mineralogische Laboratorium einzurichten. Er war ein vorzüglicher, pflichtgetreuer Lehrer, befähigt durch ausgebreitete theoretische und praktische Kenntnisse in seinem Fache.

Durch diese seine Eigenschaften und durch sein einnehmendes Wesen erwarb er sich bald das Vertrauen seiner Collegen, die ihn wiederholt zum Vorstande der chemisch-technischen Abtheilung erwählten. Und als im Jahre 1889 der Geh. Rath v. Bauernfeind das Directorium der technischen Hochschule niederlegte, kam Haushofer an seine Stelle, welche er bis zu seinem Lebensende behielt. Er hat die in ihn gesetzten Erwartungen erfüllt: als ein gerechter, friedliebender, umsichtiger Vorstand hat er sein schwieriges Amt verwaltet, nur das Wohl der Anstalt berücksichtigend.

Die nicht sehr zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten Haushofer's zeichnen sich durch feine Beobachtung aus.¹⁾

In seiner Habilitationsschrift (1865) beschäftigte er sich mit den regelmässigen Vertiefungen, welche durch Aetzung mit Säuren auf den Flächen des Kalkspaths entstehen, und den durch Brewster entdeckten Lichtfiguren, welche derartige geätzte Platten hervorbringen. Nachdem er in den folgenden Jahren verschiedene Mineralanalysen und die trefflichen „Hilfstabellen zur Bestimmung der Gesteine“ veröffentlicht hatte, wandte er im Jahre 1873 sein Interesse der schwierigen Frage der chemischen Constitution der natürlichen Silikate zu. In einer Abhandlung in den *Annalen der Chemie* und in einer besonderen Schrift (1874) versuchte er, die modernen chemischen Anschauungen auf die in der Natur vorkommenden kieselsauren Verbindungen anzuwenden und für

1) Die Notizen über Haushofer's wissenschaftliche Thätigkeit verdanke ich der Güte des Herrn Collegen Groth.

dieselben Constitutionsformeln aufzustellen, welche den genetischen Beziehungen derselben Rechnung tragen. Da diese letzteren die einzige thatsächliche Grundlage einer solchen Aufstellung bilden, so können die so erhaltenen Formeln nicht denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit besitzen, welche den Formeln von organischen Verbindungen zukommt, die entweder durch Synthese aus constitutionell bekannten Körpern gewonnen oder durch allmählichen Abbau in einfachere Verbindungen zerlegt werden können. Dazu kommt, dass die damalige Kenntniss der empirischen Zusammensetzung der natürlichen Silikate noch vielfach eine ungenügende war und in zahlreichen Fällen noch heute nicht zu einem Versuche, auf die Constitution derselben zu schliessen, berechtigt. Immerhin finden sich in Haushofer's Zusammenstellungen, welche er selbst nur als einen „Versuch“ bezeichnet, manche Auffassungen, die auch jetzt noch als richtig anerkannt werden müssen.

Auf dem Gebiete der Krystallographie veröffentlichte Haushofer eine Reihe kleinerer Mittheilungen, meist Untersuchungen über die Krystallformen organischer Substanzen, theils in der Zeitschrift für Krystallographie, theils in den Arbeiten der Chemiker, welche jene Körper dargestellt hatten, seit dem Jahre 1877 bis zu seiner letzten Erkrankung.

Daneben gingen her Versuche über das Verhalten des Dolomits gegen Säuren, besonders aber seit 1880 Studien über die mikroskopischen Krystallformen in Niederschlägen. Der Gedanke, die Gegenwart gewisser Elemente durch mikroskopische Beobachtung der Krystallform von Verbindungen zu erkennen, war zuerst von einigen Petrographen zu mikroskopischen Reactionen auf Bestandtheile der Mineralien in Gesteinen benutzt worden. Haushofer wandte denselben nun als Hilfsmittel der qualitativen chemischen Analyse auf eine Reihe von Stoffen an, für welche es an empfindlichen Reactionen fehlt, und zeigte, wie man auf diesem Wege in

vielen Fällen, selbst bei sehr geringen Mengen verfügbarer Substanz noch den einen oder anderen darin enthaltenen Bestandtheil sicher nachweisen könne. Namentlich bei den sogenannten seltenen Erden ist durch ihn die mikroskopische Methode ein wichtiges Hilfsmittel bei der chemischen Analyse geworden. Eine systematische Zusammenstellung der mikroskopischen Reactionen, als Anleitung zur Erkennung verschiedener Elemente und Verbindungen unter dem Mikroskope und als ein Supplement zu den Methoden der qualitativen Analyse, gab er im Jahre 1885 heraus; auch führte er zahlreiche junge Chemiker durch ein von ihm abgehaltenes Practicum in diese Methode ein.

Seine rege Theilnahme an dem deutschen und österreichischen Alpenverein, zuerst als Redacteur der Vereinszeitschrift, dann als Präsident der Section München, hat auch der Wissenschaft Nutzen gebracht, denn er war stets bemüht, dem Verein wissenschaftliches Interesse zu verleihen, die Veröffentlichungen in der Zeitschrift gediegen zu gestalten und die bildliche Ausstattung derselben zu veredeln: seine Gebirgslandschaften zeichnen sich durch die scharfe Charakteristik der Bergprofile und seine Hochgebirgskarten durch ein besonderes landschaftliches Verständniss aus. Er wird auch in der Geschichte der Erschliessung der Ostalpen genannt als einer der ersten, welche die Zillertaler Eispässe begingen, zu einer Zeit, wo das Führerwesen und der Wegbau noch in den Anfängen waren.

Sowie in der Natur suchte er auch im Leben das Rechte und Schöne. Er war ein ideal denkender Mensch, der höhere Ziele erstrebte und seinen Gedanken und Gefühlen auch in poetischer Form Ausdruck zu geben wusste.

Der im Jahre 1890 erfolgte Tod seiner geliebten Gattin wirkte auf den vorher so kräftigen Mann erschütternd ein; zwei Jahre darnach hatte er einen heftigen Anfall von In-

fluenza, von welchem er sich nicht mehr erholen konnte. Er starb nach langem Leiden am 8. Januar 1895, betrauert von Allen, welche seine edlen Eigenschaften gekannt haben.

August Kundt.

Die Physik hat in den letzten Jahren durch das Ableben ihrer hervorragendsten Vertreter in Deutschland die schmerzlichsten Verluste erlitten; nach dem viel betraurten Heinrich Hertz ist August Kundt und nach diesem Hermann Helmholtz im Zeitraum von 9 Monaten gefolgt.

August Kundt ist am 21. Mai 1894 in vollem Schaffen, erst 54 Jahre alt, gestorben. Ein Schüler von Magnus ist er durch sein Talent in kurzer Zeit einer der ersten Physiker geworden; an den Hochschulen von Zürich, Würzburg, Strassburg und Berlin hat er als unübertrefflicher Lehrer, der eine überaus grosse Zahl wissenschaftlich thätiger Schüler in seinem Laboratorium vereinigte, und als hervorragender Forscher gewirkt.

Von seltener Frische des Geistes und unverwüstlicher Arbeitskraft war er ein von Wenigen erreichter Meister im Experiment, der mit ungewöhnlichem Geschick und Scharfsinn die Mittel fand, die schwierigsten Aufgaben durch den Versuch zu lösen, wodurch es ihm gelang, auf den verschiedensten Gebieten die Physik mit vielen wichtigen That- sachen und Erkenntnissen zu bereichern. Er gehörte nicht zu den eigentlichen mathematischen Physikern, aber er ging bei seinen Arbeiten zumeist mit feinem Verständniss für die vorliegenden Fragen von theoretischen Betrachtungen aus.

Bei seinen ersten, auf dem Gebiete der Akustik sich bewegenden Arbeiten, gelang es ihm, eine neue höchst sinnreiche Methode der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles zu finden, deren Anwendung ihn zu bedeutungsvollen Aufschlüssen führte. An seine Untersuchungen über die

Doppelbrechung des Lichtes in tönenden Stäben hatte sich ein Versuch über die Uebertragung der Bewegung longitudinal schwingender Röhren auf hineingesteckte Körper, sowie auf die Luft in denselben angeschlossen; es zeigte sich dabei die auffallende Erscheinung, dass an der Innenfläche der Glasröhre vertheilter feiner Staub sich in bestimmten Figuren, den Knotenpunkten stehender Schwingungen der eingeschlossenen Luft, anordnet, wenn man die an beiden Enden verschlossene Röhre durch Reiben in longitudinale Schwingungen versetzt. Daraus war er nun im Stande in einfachster und genauester Weise die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen in den in der Röhre befindlichen Gasen und Dämpfen, sowie auch in festen Körpern zu bestimmen. Indem er diese Methode immer mehr vervollkommnete und verschiedene longitudinal schwingende Körper unter mannigfaltigen Bedingungen anwandte, ergaben sich ihm Resultate von allgemeiner Bedeutung, die auch zu dem chemischen Verhalten der Stoffe in Beziehung zu bringen waren. Hierher gehören auch seine Versuche über die Klangfiguren in Orgelpfeifen, über die Schwingungsform tönender Platten, die Erzeugung von Tönen durch Flammen, die Schwingungen von rechteckigen Luftplatten.

Nach diesen akustischen Studien ging er zu optischen Fragen über. Er war auf den Gedanken gekommen, dass Metalle und metallisch glänzende Körper Unregelmässigkeiten in der Brechung des Lichtes zeigen müssten. Durch einen genialen Kunstgriff besiegte er die der Beobachtung fast undurchsichtiger fester Körper und Lösungen entgegenstehenden Schwierigkeiten und that dar, dass in der That eine Anzahl von Lösungen von Stoffen, welche im festen Zustande Oberflächenfarben besitzen, anomale Dispersion zeigen.

In einer für die kinetische Gastheorie höchst folgereichen mit seinem Schüler K. Warburg ausgeführten Untersuchung bestimmte er die Reibung und Wärmeleitung der Gase und

die spezifische Wärme des Quecksilberdampfes. Es war nämlich die Frage zu entscheiden, ob im Quecksilberdampf wie bei anderen Gasen mehrere Atome zu einem Molekül vereinigt sind oder ob es, wie unser College v. Baeyer vermuthete, ein einatomiges Gas sei. In letzterem Falle musste ein bestimmter Quotient der Wärmecapacität bei constanter Temperatur und constantem Druck sich ergeben, der aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit sich bestimmen liess. Dieser Quotient wurde nun auch wirklich durch den Versuch gefunden.

Mit Hilfe des Lichtenberg'schen Pulvers untersuchte er die elektrischen Erscheinungen an Krystallen, die Thermo-, Actino- und Piëzo-Elektrizität derselben. Es folgte der Nachweis der elektro-magnetischen Drehung der Polarisations-ebene des Lichtes in Gasen, z. B. im Schwefelkohlenstoffdampf, in der Luft, dem Sauerstoff, dem Kohlenoxydgas und Sumpfgas; und dann auch im Eisen, Nickel und Kobalt, indem er den Durchgang des polarisirten Lichtes durch dünne durchsichtige Schichten dieser Metalle, welche er starken elektrischen Strömen aussetzte, beobachtete. Ferner die Entdeckung der Doppelbrechung des Lichtes in bewegten reibenden Flüssigkeiten, und die Untersuchung über die Doppelbrechung elektrisirter Flüssigkeiten.

Die Kunst der Darstellung äusserst dünner durchsichtiger Ueberzüge von Metallen auf Glasplatten benützte er in seiner letzten hervorragenden Arbeit zur ersten directen Bestimmung der Brechungsexponenten der Metalle.

Kundt's Name wird sich stets an die von ihm durch seine Experimentirkunst erschlossenen Gebiete der Physik knüpfen.

Nathanael Pringsheim.

Der am 6. Oktober 1894 zu Berlin im 71. Lebensjahre gestorbene Botaniker Nathanael Pringsheim war einer der ältesten Vertreter der durch Alexander Braun, Schleiden, Nägeli u. A. begründeten pflanzenphysiologischen Richtung, dem die Botanik vielfache Aufschlüsse über den Bau und das Leben der Pflanzenzellen verdankt; vor Allem sind es seine meisterhaften Untersuchungen der mikroskopischen Algen, womit er seinen Ruhm begründet hat.

Pringsheim widmete sich, angeregt durch Alexander Braun, frühe der Botanik zu, habilitirte sich an der Berliner Universität, wurde bald in Folge seiner Algenstudien auf Ehrenberg's Antrag in die dortige Akademie der Wissenschaften aufgenommen, folgte aber einem Rufe nach Jena als Nachfolger Schleiden's. In Jena gründete er das erste gut eingerichtete pflanzenphysiologische Institut, in welchem zahlreiche Schüler unter seiner Führung wissenschaftlich thätig waren. Er gab jedoch nach einigen Jahren diese Professur wieder auf und siedelte nach Berlin über, um als unabhängiger Mann und Privatgelehrter ungestört ganz der Wissenschaft leben zu können. Mit den reichen ihm zu Gebote stehenden Mitteln errichtete er daselbst abermals ein Laboratorium, worin er freigebig seine Schule aufnahm.

Er begann die lebenden Pflanzenzellen ihrem Bau und ihrer Entwicklung nach unter dem Mikroskope genau zu beobachten, wobei sich neue Auffassungen über das Protoplasma der Zellen und seine Beziehungen zur Membran, die man früher als das Wesentliche der Zelle angesehen hatte, ergaben. Er wurde dadurch zum Studium der mikroskopischen Algen geführt, deren gründliche Durchforschung wohl seine grösste Leistung ist. Er war der erste, der diese interessante Gruppe von niederen Pflanzen, welche die wichtigsten Aufschlüsse über allgemeine Fragen der Morphologie,

Physiologie und Systematik gegeben hat, aus dem Chaos vereinzelter und unvermittelter Beobachtungen zu erlösen angefangen hat, indem er mit unvergleichlicher Ausdauer die winzigen Pflanzen mit dem Mikroskop verfolgte, bis er ihre Geschichte erforscht hatte. Er ist es gewesen, der an ihnen (an der grünen Süßwasseralge *Vaucheria terrestris* und an *Oedogonium*) im Jahre 1855 zuerst den Befruchtungsact bei Pflanzen, als geschlechtliche Fortpflanzung und Zeugung, wirklich beobachtete, indem vor seinen Augen die männlichen Spermatozoen sich mit dem frei gelegten Inhalte der weiblichen Eizelle vereinigten und somit beide Theile sich an der Bildung des befruchteten Embryo theiligten, während man früher die Befruchtung als eine Contactwirkung oder als Diffusion von gelösten Substanzen ansah; ein Jahr vorher war beim Thier (Frosch und Kaninchen) von de Bary das Eindringen der Spermatozoen in das Ei nachgewiesen worden. Pringsheim zeigte ferner dabei, wie bei den Algen geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung regelmässig mit einander abwechseln und wie die Species von der sexuell gebildeten Spore aus durch eine Reihe von Wachstumsprocessen und geschlechtslosen Vermehrungen in gesetzmässigem Turnus zu dem nämlichen Ausgangspunkte zurückkehrt. Indem er so von einzelnen dieser Pflanzen eine ausführliche von Zelle zu Zelle fortführende Wachstums- und Entwicklungsgeschichte gab, wurde er zur Bildung natürlicher systematischer Abtheilungen in dem Gewirre räthselhafter Formen geführt, zur Aufstellung bestimmter Arten in diesen Gruppen, welche man bis dahin meist nur nach der Grösse der Zellen unterschieden hatte. Nur die in dieser Weise beobachteten mikroskopischen Algen können jetzt als wissenschaftlich erkannt gelten; sie erheben sich wie Inseln aus dem Meere der übrigen noch unbekannteren Formen.

Er machte ferner zuerst die auffallende Wahrnehmung,

wie gewisse niedere parasitische Pilze in das Innere gesunder unverletzter Pflanzen eindringen, sich in letzteren weiter entwickeln und verbreiten, sodass sie durch den Eindringling allmählich erkranken und absterben; es ist dies ein Vorgang, der später manche Pflanzenkrankheiten erkennen liess und besonders durch den weiteren Nachweis des Entstehens epidemischer Erkrankungen des Menschen durch in ihn gelangte Spaltpilze von Bedeutung ward.

Von den weiteren Arbeiten Pringsheim's mögen nur einige der wichtigeren zur Charakterisirung seiner Thätigkeit noch Erwähnung finden: seine Untersuchung über die Entwicklung und die Dauerschwärmer des sogenannten Wasser-netzes, über die Vorkeimfäden oder die Protonemen der Arm-leuchtergewächse, über die Keimung und den Aufbau der zierlichen Wasserfarn, über die Embryobildung der Gefäss-kryptogamen, über die Morphologie der Utricularia, deren Schläuche er auf Schwärmsporen zurückführte, über die männlichen Pflanzen und Schwärmsporen der Gattung Bryopsis.

Von grundlegender Bedeutung ist seine Arbeit über die Paarung der Schwärmsporen, in welcher er die Copulation der Schwärmsporen von Pandorina beschrieb und als morphologische Grundform der Zeugung im Pflanzenreiche darthat.

In mehreren Beiträgen zur Morphologie, zum Befruchtungsakt und zur Systematik der Saprolegnieen wies er die Copulationswarzen der Oogonien und die Copulation der Befruchtungsschläuche der Antheridien mit ersteren nach; auch dass bei ihnen häufig eine parthenogenetische Entwicklung der Oosporen unbefruchteter Oogonien stattfindet.

Die Abhandlung über den Gang der morphologischen Differenzirung in der Sphacelarienreihe bringt eine Darstellung des von den niederen Gattungen derselben zu den höheren fortschreitenden morphologischen Aufbaues in den Vegetations- und Reproduktionsorganen.

Von Wichtigkeit sind ferner die umfangreichen Untersuchungen über das Chlorophyll, in welchen er das spektroskopische Verhalten desselben, sowie die Einwirkung des directen Sonnenlichts auf dasselbe prüfte. Er sah in diesem grünen Farbstoff ein Athemorgan und ein Schutzorgan des Protoplasmas gegen die Wirkung des Lichtes.

Von grossem Interesse war der Nachweis, dass die Zellen der Mooskapseln, sowie die ihres Stieles unmittelbar zu den fadenförmigen Vorkeimen und zu den beblätterten Moospflanzen auswachsen können, wobei also die generative Sporenbildung übersprungen wird. Er hat daran später wichtige allgemeine Betrachtungen über den Generationswechsel der Thallophyten und seinen Anschluss an den Generationswechsel der Moose geknüpft.

Endlich hat er über die Absonderung von Kalk an gewissen Pflanzen, z. B. den Charaarten berichtet; da aus wässrigen Lösungen von kohlsaurem Kalk diese Ausscheidung nicht stattfindet, so musste sie durch die Lebensthätigkeit jener Gewächse bedingt sein.

Ein grosses Verdienst erwarb sich Pringsheim durch die 1858 erfolgte Gründung der Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, welche er bis zu seinem Tode leitete; ebenso durch die Gründung der deutschen botanischen Gesellschaft, deren ständiger Präsident er war.

Pringsheim hat wesentlich dazu beigetragen, der Botanik ihre heutige Gestalt zu geben. Immer sind es Fragen von allgemeiner Bedeutung, welche er durch scharfe Beobachtung und kritische Betrachtung zu lösen unternahm; seine Arbeiten sind dauernde Fundamente für die Wissenschaft geworden.

Josef Hyrtl.

Mit Josef Hyrtl, welcher am 17. Juli 1894 im 83. Lebensjahre auf seinem Landgute zu Perchtoldsdorf bei Wien gestorben ist, ist der letzte Vertreter der berühmten Wiener medicinischen Schule dahingegangen. Er war einer der erfahrensten Anatomen seiner Zeit und ein unübertroffener, seine Schüler begeisternder Lehrer. Schon während seines Studiums an der Wiener Universität hatte er eine Vorliebe für die Formen der thierischen Organisation; er zeichnete sich durch eine seltene Geschicklichkeit in der Präparation der Theile aus, sodass sein Lehrer, der bekannte Anatom Berres, ihn zu seinem Prosektor machte. Bald nach seiner Promotion wurde der 26 jährige Gelehrte als Professor der Anatomie an die Prager Universität gerufen und erhielt dann nach dem Tode von Berres dessen Stelle in Wien, wo er bis zu seiner Emeritirung thätig war und in höchsten Ehren stand.

Hyrtl besass eine umfassende allgemeine Bildung, er war ein geistvoller origineller Mann, schrieb ein klassisches Latein und sprach gewandt viele neuere Sprachen; in der Literatur und Geschichte der Medicin war er wie Wenige bewandert.

Als feinsinniger Beobachter hat er die fast abgeschlossen erscheinende Anatomie des Menschen um eine grosse Anzahl neuer Thatsachen bereichert, besonders aber die vergleichende Anatomie, welche er mitbegründen half und in der seine zahlreichen Beiträge sich in ihrer Bedeutung nur mit denen von Johannes Müller vergleichen lassen.

Von ganz besonderer Wirkung für die Ausbreitung anatomischer Kenntnisse sind seine klassischen Lehrbücher geworden: das Lehrbuch der Anatomie des Menschen, welches 23 Auflagen erlebte und sein Lehrbuch der topographischen Anatomie. Es war in denselben nichts mehr von der gewöhnlichen trockenen Aufzählung der Theile zu bemerken,

es sind vielmehr darin die Formen in klarster plastischer Darstellung zu einem lebendigen Ganzen verbunden, das durch die Verwebung mit historischen Daten, sowie durch die Hervorhebung der physiologischen Bedeutung das lebhafteste Interesse des Lesers erweckt.

Er war ein Meister in der anatomischen Technik und noch jetzt werden seine Präparate, namentlich seine Injectionen der feinsten Blutgefäße, als kostbare Objecte in den anatomischen Sammlungen aufbewahrt. Hyrtl wird stets zu den geschicktesten Anatomen gezählt werden.

Hermann von Helmholtz.

Mit Hermann Helmholtz ist der berühmteste und bedeutendste Naturforscher unserer Zeit, welcher auf vielen Gebieten, in der Mathematik, Physik, Physiologie, Philosophie und der Aesthetik, ganz neue Bahnen geebnet hat, geschieden. Uebersehen wir jetzt das vor uns abgeschlossen liegende Leben und Wirken dieses mächtigen Geistes, so gewahren wir, wie von frühester Jugend an in ihm das erkennbar, was sich später so glänzend entfaltete, wie er mit einer wunderbaren Klarheit die schwierigsten Probleme erfasste und durchdachte und mit unerreichtem Geschick dem Experiment zugänglich machte, bis er die Lösung gefunden hatte, so weit als es überhaupt möglich war. Mit Ehrfurcht und Dankbarkeit gedenken wir seiner, der trotz aller äusserlichen Anerkennung und Bewunderung stets ein schlichter bescheidener Gelehrter und edelgesinnter Mensch blieb, und nur nach der Erkenntniss der Ursachen der Dinge und nach der Wahrheit strebte.

Der Lebensgang von Helmholtz ist in der letzten Zeit so oft und in so vorzüglicher Weise geschildert worden, dass ich hier nur einen Ueberblick über seine hauptsächlichsten Leistungen auf dem Gebiete der Physiologie geben will, um

uns die Bedeutung des Forschers und Denkers nochmals zu vergegenwärtigen und ihm auch von Seite unserer Akademie den schuldigen Tribut der Verehrung darzubringen.

Für Alles, was sich begreifen und logisch entwickeln lässt, zeigte er schon als Knabe eine Vorliebe und ein ausgeprägtes Talent, für die Sätze der Geometrie und dann für die Lehren der Physik. Es ist für die Wissenschaft ein Glück zu nennen, dass ihm seine Mittel nicht erlaubten sich alsbald der Physik zuzuwenden, sondern dass er vorerst Mediciner werden musste; viele und zum Theil die wichtigsten seiner Arbeiten wären sonst kaum entstanden. So wurde er zunächst zu derjenigen medicinischen Wissenschaft geführt, welche vor Allem sich mit der Erklärung der Erscheinungen befasst, zu der Physiologie, und von da erst später zu den rein physikalischen Vorgängen. Den weiten Ueberblick über andere Wissensgebiete, sowie die Neigung zu philosophischer Betrachtung verdankt er der Physiologie mit ihren engen Beziehungen zu der Philologie, Aesthetik, Philosophie und Psychologie. Aber auch für die Physiologie war es ein Glück, dass ein so grosses Talent für Mathematik und Physik sich ihr widmete und zwar zu einer Zeit, wo eine Menge der wichtigsten physikalischen Probleme der Lösung harften.

Es war auf seine Entwicklung sicherlich von bestimmendem Einfluss, dass er als Lehrer in der Anatomie und Physiologie Johannes Müller fand, welcher, obwohl er noch längere Zeit in der Lehre von der Lebenskraft befangen war, doch die Lebensvorgänge durch Beobachtung und durch den Versuch zu erforschen trachtete und dadurch die neuere Physiologie anbahnte; er stellte z. B. den künstlichen Kehlkopf zur Erläuterung des Zustandekommens der Stimme her und wagte es zuerst von einer Physik der Nerven zu sprechen. Es ist gewiss kein Zufall, dass sich um diesen äusserst anregend wirkenden Mann so viele talentvolle und strebsame Jünger sammelten, wie Henle, Schwann, du Bois-Reymond,

Brücke, Virchow, Helmholtz, lauter spätere Koryphäen der Wissenschaft, welchen man vorzugsweise den Ausbau der Physiologie in physikalischer Richtung verdankt. Die Mehrzahl der Freunde fand sich auch im Laboratorium des Physikers Gustav Magnus, des Meisters im Experiment, sowie in der physikalischen Gesellschaft zusammen.

Nach kaum vollendeter Lernzeit an der Universität begann Helmholtz in bemerkenswerther Weise wissenschaftlich sich zu beschäftigen; stets waren es Fragen von principieller Bedeutung, denen er sich zuwandte.

Er arbeitete mit einem aus seinen Ersparungen angeschafften Mikroskop seine Dissertation aus, in welcher er den für die damaligen Hilfsmittel nicht leicht zu beobachtenden Zusammenhang der vorher von Ehrenberg entdeckten Ganglienzellen mit den Nervenfasern bei wirbellosen Thieren sicher nachwies; es hatte zwar schon vorher Remak diesen Zusammenhang beschrieben, aber keinen Glauben gefunden. Mit dieser Erkenntniss war zuerst ein Aufschluss über die Bedeutung dieser Zellen als nervöse Centralorgane gegeben. Später hat sich Helmholtz nochmals mit anatomischen Aufgaben befasst: mit der Beschreibung der Rippenmuskeln für die Athembewegungen und der äusserst sorgfältigen Beobachtung der Form der Gehörknöchelchen und ihrer Gelenke.

Es folgte die Abhandlung über das Wesen der Fäulniss und Gährung. Schwann hatte durch ingenieuse Versuche gezeigt, dass keine Gährung eintritt, wenn man geglühte Luft zu den Gährkölbchen zutreten lässt, und dass die Hefezellen die Ursachen der Gährung sind; Helmholtz that Liebig gegenüber dar, dass der Sauerstoff keinen Einfluss auf die Fäulniss hat; er drang aber nicht zu der Erkenntniss vor, dass auch hier niedere Organismen die alleinige Ursache sind.

In dem Artikel „Wärme“ im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften versuchte er aus den damals vorliegenden wenig genauen Daten über die Kohlen-

säureausscheidung und die Sauerstoffaufnahme des Menschen, den in ihm im Tag verbrannten Kohlenstoff und Wasserstoff zu berechnen und daraus die im Körper erzeugte Wärmemenge zu entnehmen; er kam dabei aber doch zu einem Werth (2,7 Mill. W. E.), der sehr wohl mit den jetzt bekannten genauen Zahlen übereinstimmt.

Zu der Studienzeit von Helmholtz waren bekanntlich die meisten Physiologen Deutschlands, in Folge der unseligen naturphilosophischen Richtung, Anhänger der Lehre einer besonderen unerforschbaren Lebenskraft, welche die Lebensvorgänge bedingen und die physikalischen und chemischen Kräfte der anorganischen Natur beherrschen sollte. E. H. Weber war einer der Wenigen, der besonders darauf drang, die Erklärung der Lebenserscheinungen auf Grund der Beobachtung und des Versuchs wie die der physikalischen Prozesse zu finden und die unfruchtbaren naturphilosophischen Speculationen zu verlassen. Ein Geist wie Helmholtz, der in Allem nach den Ursachen suchte, konnte sich mit solchen Anschauungen auch nicht zufrieden geben. Er erkannte bald, dass die Lebenskraft in Widerspruch stehe mit dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft. Die Erkenntniss dieses Gesetzes ist nicht, wie man so häufig meint, eine Errungenschaft unseres Jahrhunderts, sie ist vielmehr sehr alt, man möchte fast sagen, so alt als eine erklärende Naturwissenschaft existirt; Leibnitz hat das Gesetz gekannt und es ist namentlich durch Daniel Bernouilli für die damals bekannten Kräfte mit aller Sicherheit bewiesen worden. Was in unserer Zeit hinzugekommen ist, das ist nicht die Erkenntniss des Princip selbst, sondern die Ausdehnung desselben auf diejenigen Vorgänge, welche man durch die Fortschritte der Wissenschaft neu hat kennen lernen; dadurch erfuhr das schon bekannte Gesetz eine Verallgemeinerung, namentlich auch auf die Lebensvorgänge. Es ist gewiss von Bedeutung, dass es vorzüglich zwei Mediciner, Julius Robert Mayer und Hermann

Helmholtz, waren, welche zu gleicher Zeit, im Gefühle der Absurdität der Annahme einer wie ein perpetuum mobile wirkenden Lebenskraft und in dem Bestreben auch die Lebenserscheinungen auf die bekannten Kräfte der leblosen Natur zurückzuführen, zur bestimmten Formulirung des alle Vorgänge umfassenden Naturgesetzes gelangten. Ersterer hat besonders die Beziehungen der mechanischen und auch der chemischen Energie zur Wärmebewegung erörtert und das mechanische Aequivalent der Wärme gemessen, letzterer hat auch die statische Elektrizität, die magnetischen, galvanischen und thermoelektrischen Bewegungen in das Gesetz aufgenommen. Helmholtz hat in der denkwürdigen Tischrede bei der Feier seines Jubiläums, die man immer wieder mit gleichem Genusse liest, in einzig dastehender Bescheidenheit geschildert, wie er die von ihm aufgestellten Sätze eigentlich für schon bekannt gehalten habe. Unzweifelhaft ist es aber, dass bald die Wirkung derselben eine mächtige war und von da an die Aufmerksamkeit Aller auf jenen Zusammenhang der Kräfte gerichtet war; auf die Physiologie hat die Anwendung des Gesetzes umgestaltend gewirkt, denn von da an beginnen mit voller Zuversicht die Anstrengungen die Lebensvorgänge durch das Experiment zu erforschen.

Helmholtz suchte in seinen nächsten Arbeiten Beweise für die Giltigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Energie für die Lebenserscheinungen zu bringen.

Wenn die Muskelkraft wirklich von dem Stoffwechsel oder von der Zersetzung complicirter chemischer Verbindungen in einfachere herrührt, und nicht von einer sich stets aus sich selbst erzeugenden Lebenskraft, dann musste man im arbeitenden Muskel einen Verbrauch gewisser Stoffe und die Entstehung von Zersetzungsprodukten finden. Lavoisier hatte wohl schon erwiesen, dass der arbeitende Mensch mehr Sauerstoff verbraucht wie der ruhende, aber für den isolirten Muskel war dies nicht dargethan; Helmholtz erhielt

aus dem tetanisirten Muskel eine Vermehrung des in Alkohol löslichen Theils der Fleischbrühe und eine Verminderung des in Wasser löslichen Theils. Welche Stoffe dabei in Betracht kommen, vermochte er nicht zu entscheiden; erst lange Zeit darnach erkannte man, dass bei der Muskelthätigkeit der Zerfall des stickstoffhaltigen Eiweisses gewöhnlich nur in geringem Grade erhöht ist, dass dagegen von den stickstofffreien Stoffen, Fett und Kohlehydrat, sehr beträchtlich mehr zersetzt wird.

Der grösseren Stoffzersetzung im thätigen Muskel musste eine grössere Entwicklung kinetischer Energie entsprechen und dies bewies nun auch Helmholtz durch den thermoelektrischen Nachweis einer höheren Temperatur des ausgeschnittenen tetanisirten, nach aussen hin keine Arbeit leistenden Muskels; im thätigen Nerven dagegen war nichts der Art zu bemerken. Er wandte hier zum ersten Male für die Untersuchung physiologischer Vorgänge feine physikalische Apparate an, in deren Erfindung er, wie sein Freund du Bois-Reymond, eine so grosse Meisterschaft zeigte.

Es folgte die Untersuchung des Verlaufes der mechanischen Veränderungen des Muskels während einer Zuckung mittelst des Myographions. Nachdem Carl Ludwig durch die Aufzeichnung der Schwankungen des Blutdruckes durch das Kymographion die graphische Methode in die Physiologie eingeführt hatte, liess Helmholtz den zuckenden Muskel die Contraction aufschreiben. Die Zuckung des Muskels geht so schnell vorüber, dass man nicht im Stande ist ihre Einzelheiten mit dem Auge zu verfolgen; indem er nun den Muskel mit einem Hebel in Verbindung setzte, der die Bewegung auf einem rasch rotirenden berussten Glascylinder aufzeichnete, gelang es die Muskelcurve mit allen ihren Details zu erhalten. Das Myographion ist einer der sinnreichsten und auch einer der wichtigsten Apparate der messenden Physiologie. Später kam Helmholtz nochmals auf die Vorgänge

im Muskel zurück bei der Untersuchung des Tons, welchen man im contrahirten Muskel wahrgenommen hatte; er that dar, dass die diesem Ton zukommende Anzahl von Schwingungen der Reizzahl entspricht, d. h. dass das Gehirn, wenn es durch den Willen einen Muskel zur Zusammenziehung bringt, dem letzteren $19\frac{1}{2}$ Reize in der Secunde durch den Nerven zusendet.

Daran schloss sich eine der denkwürdigsten und geistreichsten Arbeiten an, die Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven. Man dachte sich, dass diese Geschwindigkeit eine ungemein grosse sei, so gross wie etwa die des Lichtes oder des elektrischen Stromes, da man glaubte im Momente der Berührung der Haut auch die Empfindung zu haben oder im Momente der Willensaction auch schon die Muskelcontraction wahrzunehmen. Selbst Johannes Müller, der doch den Ausdruck „Nervenphysik“ zuerst gebraucht hatte, hielt eine solche Messung wegen der Kürze des Nerven für unmöglich, und 15 Jahre darauf war dieselbe auf zwei ganz verschiedene Weisen durch Helmholtz mit aller Sicherheit durchgeführt. Zu der ersten benützte er die galvanometrische Methode der Messung kleinster Zeittheilchen von Pouillet; zu der zweiten die Verschiedenheit des Beginnes der Muskelcurven am Myographion bei Reiz des Nerven möglichst weit weg und nahe am Muskel; beide Methoden gehören zu den feinst ausgedachten und genauesten der Physiologie. Da sich dabei die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Nerven nur zu etwa 30 Meter in der Secunde ergab, wesentlich geringer wie die vieler anderer Bewegungen, so kam man zu der Vorstellung, dass im Nerven verhältnissmässig grosse Widerstände entgegenstehen. In gleicher Weise wurde von Helmholtz die Geschwindigkeit bei einer Reflexbewegung gemessen d. i. die Zeit bei der Leitung der Erregung von einem sensibeln Nerven durch ein nervöses Centralorgan auf einen motorischen Nerven und den Muskel,

welche noch wesentlich länger ist, als die der Leitung im Nerven; die Vorgänge in den Centralorganen nehmen also noch mehr Zeit in Anspruch.

Die Erfindung, welche Helmholtz mit einem Schlege in der ganzen Welt berühmt gemacht hat, ist die des Augenspiegels. Wir sehen für gewöhnlich nichts von den Gebilden im Innern des Auges, wesshalb die Pupille schwarz erscheint, obwohl Lichtstrahlen von dem Augenhintergrunde reflectirt werden. Cumming und Brücke hatten aber das menschliche Auge unter gewissen Umständen leuchten sehen; Helmholtz wollte dies seinen Zuhörern mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung erläutern und machte sich dabei alsbald durch den Gang der Lichtstrahlen klar, warum man für gewöhnlich vom Augenhintergrunde nichts wahrnimmt, und damit war die Möglichkeit gegeben, durch den Augenspiegel die Netzhaut eines Auges nicht nur leuchten zu sehen, sondern auch alle Einzelheiten auf ihr zu erkennen. Es war dadurch ein Instrument geschaffen, welches die Augenheilkunde mächtig gefördert und der leidenden Menschheit die grössten Dienste geleistet hat. Gerade der Umstand, dass mehrere ausgezeichnete Forscher der Lösung der Frage schon ganz nahe standen, Helmholtz aber sie in wenigen Tagen gefunden hatte, zeigt seine Geistes Eigenschaften im hellsten Lichte.

Diese Entdeckung gab offenbar für ihn den Anstoss, sich mit der Physiologie des Auges näher zu beschäftigen. Er prüfte zuerst genau die beim Mischen von Farben entstehenden Empfindungen, indem er nicht, wie es bisher geschehen war, Pigmente mischte, sondern die reinen Spectralfarben, welche er durch eine besondere Einrichtung des Spectralapparates erhielt. Er legte so eine neue feste Grundlage für die Lehre von den Farbmischungen und erklärte dann die erhaltenen Thatsachen durch die schon von Thomas Young ausgesprochene Theorie, wornach drei Grundfarben existiren, aus deren Mischung sämtliche Farben-

empfindungen hervorgehen, und wornach ferner jedes Netzhautelement aus drei Fasern besteht, von denen jede nur durch eine bestimmte Grundfarbe erregt wird. Auf Grund dieser Theorie war es ihm möglich viele andere Erscheinungen am Auge, z. B. die farbigen Nachbilder, die Contrastfarben und die Farbenblindheit zu erklären.

Er wandte sich dann der Untersuchung nach den Vorgängen im Innern des Auges beim Sehen in die Ferne und in die Nähe, der sogenannten Accommodation, zu. Max Langenbeck und der Holländer Cramer hatten schon die drei Purkinje-Sanson'schen Reflexbildchen am Auge hiezu benützt und daraus geschlossen, dass die vordere Linsenfläche beim Sehen in die Nähe gewölbt wird. Helmholtz erfand zu diesem Zwecke das Ophthalmometer, ein Instrument, um trotz der Bewegungen des Auges die Durchmesser jener Reflexbildchen und die Radien der gekrümmten Flächen der durchsichtigen Medien des Auges genau zu bestimmen, womit die Veränderungen im Auge bei der Accommodation sicher gestellt wurden. Ferner muss in dieser Richtung noch erwähnt werden die Bestimmung der Lage der Gesichtslinie, die Ermittlung der Verzerrung der Bilder in Folge der Abweichung der brechenden Flächen, die Darstellung des Sehens mit zwei Augen, die Zurückführung der Augenbewegungen auf das Princip der leichtesten Orientirung im Raum, die Sichtbarmachung der übervioletten Lichtstrahlen ohne fluorescirende Mittel durch Verstärkung derselben mittelst Prismen und Linsen von Quarz.

Alle seine eigenen reichen Erfahrungen auf diesem Gebiete, sowie die früherer Zeiten sammelte Helmholtz in seinem grossen Werke der physiologischen Optik. Es ist ein Musterwerk. Alles hat er nochmals nachgeprüft und mit äusserster Gewissenhaftigkeit und Gerechtigkeit verzeichnet. Es wäre nur zu wünschen, dass wir in allen Theilen der Physiologie gleichwerthige Darstellungen besässen.

Von der Physiologie des Auges ging er zu der des Gehörorganes über und schuf durch eine Reihe meisterhafter Untersuchungen seine Lehre von den Tonempfindungen. Er legte sich zunächst die Frage vor, woher der verschiedene Klang der musikalischen Instrumente bei gleicher Tonhöhe kommt. Georg Simon Ohm hatte den Gedanken ausgesprochen, dass das Ohr die musikalischen Klänge in ihre harmonischen Partialtöne zerlege; dies bewies Helmholtz, indem er mit Zuhilfenahme der die zusammengesetzten Töne zerlegenden Resonatoren zeigte, dass die Töne der musikalischen Instrumente und der menschlichen Stimme nicht rein sind, sondern dass dem Grundton verschiedene höhere Obertöne beigemischt sind, welche die Klangfarbe bedingen. Indem er im Corti'schen Organ der Schnecke eine Claviatur erblickte, von welcher jede Saite nur durch einen bestimmten Ton in Schwingung versetzt wird, erklärt er die Fähigkeit des Ohrs aus einer Summe von Tönen die Componenten herauszuhören und die Resultirende zu empfinden. Und indem er Stimmgabeln von verschiedener Tonhöhe, den Grundton und verschiedene höhere Obertöne, gleichzeitig ertönen liess, erhielt er die Vocale der menschlichen Stimme, deren Nachahmung bis dahin nur ganz unvollständig geglückt war. Die Anschaffung dieses grossen elektrisch betriebenen Stimmgabelapparates ist ihm durch die Munificenz des für die Wissenschaft begeisterten Königs Maximilian II. von Bayern ermöglicht worden.

Er studirte sodann die Ursache der Consonanz und der Dissonanz der Töne. Man war bis dahin der Meinung, der Eindruck der Consonanz entstehe, wenn die Schwingungszahlen der gleichzeitigen Töne in einem einfachen Verhältniss zu einander stehen; aber damit war nur eine Thatsache und nicht die Erklärung gefunden. Helmholtz erkannte als Ursache der Dissonanz intermittirende Tonempfindungen, welche durch Schwebungen zweier gleichzeitiger Töne entstehen.

Diese Studien lenkten seine Aufmerksamkeit auf die Geschichte und die Theorie der Musik; indem er die innere Gesetzmässigkeit der Tonleitern und die Regeln der Musik aus seinen Erfahrungen ableitete, hat er einen bestimmenden Einfluss auf die Musikwissenschaft ausgeübt. Mit seinem unvergänglichen Werke der Lehre von den Tonempfindungen hatte er den Höhepunkt seiner physiologischen Leistungen erreicht; wenigstens zeigte er darin, dass er auf den verschiedensten Gebieten, der Physik, der Physiologie, der Musik und der Philosophie ein Meister war.

Später hat er sich in seiner letzten physiologischen Arbeit noch einmal mit dem Gehörorgan: den Gehörknöchelchen und dem Trommelfell befasst, worin er die Bedeutung dieser Gebilde für die Schallbildung aufs Genaueste auseinandersetzte.

Bei der intensiven Beschäftigung mit der Bedeutung der Sinnesorgane und der nervösen Centralorgane für das Zustandekommen der Sinnesempfindungen und Vorstellungen wurde er auch auf das Grenzgebiet der physischen und psychischen Vorgänge geführt, zu der Erkenntnistheorie. Es bietet sich hier eine der Eingangspforten für den Experimentator, durch welche er zu dem Psychischen zu dringen vermag; es war Anderen schon gelungen, das Verhältniss der Erregungen des Nerven zu den nachfolgenden Empfindungen festzustellen. Ohne die Kenntniss der materiellen Vorgänge wird man auch auf diesem Gebiete niemals zur sicheren Erkenntniss der Wahrheit kommen, denn das bloss Nachdenken führt höchstens zu Möglichkeiten. Es wird allerdings vielleicht Jahrhunderte währen, bis man in diesen complicirtesten Processen der Erkenntnistheorie nach und nach zu einigen der nächsten Ursachen gelangt. Helmholtz ist einer der Forscher, welcher in dieses dunkle Grenzgebiet mit leuchtender Fackel eintrat und aus den Ergebnissen der Beobachtung weitere Schlüsse zog und dadurch der Philosophie neue Vorstellungen brachte.

In dieser Weise wird wohl fast immer der Naturforscher, welcher neue Thatsachen erkannt hat, auch der beste Interpret derselben sein und am geeignetsten sein, philosophische Betrachtungen darüber anzustellen.

Ich suchte aus den physiologischen Arbeiten von Helmholtz darzuthun, dass er sich immer höhere Aufgaben stellte und sich allmählich zu einem der vielseitigsten Forscher und Gelehrten entwickelte: er war ein feiner Beobachter, ein findiger Experimentator, ein klarer tiefer Denker, der seine Gedanken auch in klassischer Form darzustellen wusste. Sein Ansehen wird in der Zukunft sich nicht mindern, sondern es wird noch wachsen. Es ist noch nicht die Zeit, zu entscheiden, ob er der hervorragendste Naturforscher unseres Jahrhunderts war; sicherlich aber ist er der umfassendste gewesen.
