

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXXV. Jahrgang 1905.

München

Verlag der K. B. Akademie der Wissenschaften

1906.

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

1. Dr. Wilhelm His, Professor der Anatomie an der Universität Leipzig, gestorben am 1. Mai 1904;

2. Dr. Friedrich Knapp, Professor der Technologie an der Technischen Hochschule zu Braunschweig, gestorben am 8. Juni 1904;

3. Dr. Ernst Abbe, ordentlicher Honorar-Professor für theoretische Physik an der Universität Jena, gestorben am 14. Januar 1905.

Hierauf hielt das ordentliche Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse, Herr Professor Dr. August Rothpletz, die inzwischen besonders erschienene Denkrede auf Karl Alfred v. Zittel.

I.

Wilhelm His.¹⁾

Geheimrat Professor Dr. Wilhelm His, seit 1900 korrespondierendes Mitglied unserer Akademie, ist am 1. Mai 1904 zu Leipzig in fast vollendetem 73. Lebensjahre an einem Magenleiden gestorben.

Es handelt sich um einen der ersten Anatomen seiner Zeit, der weit über den Kreis der Fachgenossen hinaus verdientes Ansehen genoß. Er ist auf anthropologischem und histologischem, aber vorherrschend auf embryologischem Gebiete tätig gewesen und hat in allen Fragen theoretischer Art, welche die Entwicklungsgeschichte in den letzten 30 Jahren bewegten, eine hervorragende Stimme geführt.

Er wurde am 9. Juli 1831 in Basel als der Sohn des Leiters des alten Sarasinschen Seidengeschäftes geboren; das Elternhaus war der Mittelpunkt einer geistig angeregten Geselligkeit, in dem auch die bedeutendsten Gelehrten der Universität verkehrten. Der regsame Knabe besuchte zunächst die Schulen seiner Vaterstadt; nach Absolvierung des Gym-

¹⁾ Siehe die Nekrologe von Rudolf Fick im Anatomischen Anzeiger 1904 Bd. 25 Nr. 7 und 8 S. 161—208; von Spalteholz in der Münchener medizinischen Wochenschrift 1901 Nr. 28 S. 1138 und 1904 Nr. 22, S. 972.

nasiums, wo er sich in den Freistunden eifrig mit Daguerreotypieren beschäftigte, entschloß er sich Medizin zu studieren (1849—1854). Nachdem er zuerst die heimischen Universitäten zu Basel und Bern besucht hatte, ging er für drei Semester nach Berlin, woselbst die mächtige Persönlichkeit von Johannes Müller, der damals das ganze biologische Gebiet beherrschte, tiefen Eindruck auf ihn machte und ihn der Morphologie zuführte; auch Robert Remak, bei dem er Vorlesungen über Entwicklungsgeschichte hörte, übte großen Einfluß auf ihn aus. Bei dem bald in ihm erwachten Interesse für die theoretischen Fächer betrieb er die klinischen Studien nur so weit, um die medizinischen Prüfungen bestehen zu können. Von Berlin zog es ihn nach Würzburg, das damals der Sammelpunkt strebsamer Mediziner und angehender Forscher war. Angeregt durch eine Anzahl hervorragender Lehrer, durch Kölliker, Virchow, Scherer, Leydig, Heinrich Müller, herrschte in dieser für alle unvergefälichen schönen Zeit eine Begeisterung für die Wissenschaft und ein reger geistiger Verkehr unter den Studierenden. Auch His fand sich bald in diesem Kreise heimisch und galt als einer der Führenden, nachdem er unter Virchow, im Anschluß an dessen Bindegeweblehre, eine mikroskopische Untersuchung über die Struktur der Hornhaut begonnen hatte. Nach der damals üblichen Reise nach Prag und Wien zur Ausbildung in den praktischen Fächern der Medizin kehrte er in die Heimat zurück, um die Examina zu machen und den Doktorgrad zu erwerben (1854), zu welchem Zwecke er die in Würzburg angefangene bemerkenswerte Arbeit über die normale und pathologische Histologie der Hornhaut benützte. Nun war ihm klar geworden, daß die praktische Medizin nicht seine Lebensaufgabe bilde, sondern die Anatomie und Physiologie; er begab sich auf vier Monate nach Paris und besuchte daselbst die Vorlesungen von Regnault, Balard, Wurtz, Boussingault, Brown-Séquard, Claude Bernard, die seinen Blick erweiterten. In Basel machte er unter Schönbein chemische Versuche über die Beziehungen des Blutes zum erregten Sauerstoff und habilitierte sich dann (1856) unter dem

von ihm als vielseitigen und hochbegabten Gelehrten verehrten Anatomen und Physiologen Georg Meißner mit einer Rede über Zellen und Gewebe. Kaum hatte er ein Jahr lang über normale und pathologische Anatomie Vorlesungen gehalten, als Meißner einen Ruf an die Universität Freiburg i. B. bekam (1857) und so die ordentliche Professur für Anatomie und Physiologie in Basel frei wurde. Es ist ein Beweis für das Vertrauen, das man in das Talent von His setzte, daß man ihm im Alter von 26 Jahren das schwierige Amt übertrug. Er wirkte in demselben 18 Jahre lang und entwickelte sich zu einem der angesehensten Anatomen, so daß er nach dem Rücktritt des hervorragenden Anatomen und Physiologen Ernst Heinrich Weber (1872) als Professor der Anatomie nach Leipzig berufen wurde. In dieser Stellung, einer der ersten der deutschen Hochschulen, wirkte er mit W. Braune, der die Professur für topographische Anatomie erhalten hatte, 32 Jahre lang bis zu seinem Tode, reich an Erfolgen als einer der gefeiertsten Lehrer der großen Universität. Das nach seinen Angaben im Jahre 1875 vollendete anatomische Institut ist ein mustergültiges Vorbild geworden.

Die wissenschaftliche Tätigkeit von His bezog sich anfangs auf histologische Fragen. In der schon erwähnten ersten Arbeit über die Hornhaut wurden die damals nur unvollkommen bekannten Hornhautzellen isoliert und ihre Beziehung zur Interzellulärsubstanz festgestellt. Dann kamen Untersuchungen über den feineren Bau der Gewebe des menschlichen Organismus, insbesondere der zu dem Lymphsystem gehörigen Gebilde; er entdeckte dabei das adenoide Bindegewebe in den die weißen Blutkörperchen erzeugenden Organen; beschrieb in den Lymphdrüsen die Rinden- und Marksubstanz sowie die Lymphsinus genauer; tat den feineren Bau der Peyerschen Haufen, der Thymusdrüse mit ihrem Zentralkanal dar; verfolgte die Lymphgefäßwurzeln und die Lymphgefäße der nervösen Zentralorgane, wies in den letzteren die perivaskulären Lymphscheiden nach, und ermittelte die Nervenverzweigung in der äußeren Haut der Blutgefäße. Es ist charakteristisch, daß ihn bei seinen

histologischen Untersuchungen nicht nur der Bau der Teile interessierte, sondern daß er stets auch Rückschlüsse auf die physiologischen Vorgänge der Gebilde zu machen suchte.

Aber alle diese histologischen Funde, so verdienstvoll sie auch waren, hätten nicht seinen Ruhm begründet, seine Bedeutung hat er vielmehr durch seine entwicklungsgeschichtlichen Forschungen erlangt. Er wurde dazu geführt durch die Untersuchung des Baues des Säugetiereierstockes (1865), bei welcher er auch die früheren Stufen dieses Organes betrachtete und die fertigen Formen desselben von den Keimblättern aus abzuleiten suchte. Dadurch angeregt begann er in dem an Gedanken reichen akademischen Programm aus seiner Baseler Zeit (1865) „die Häute und Höhlen des Körpers“ zu prüfen, inwieweit sich im allgemeinen die einzelnen Organe von den Keimblättern ableiten lassen; und indem er diese Untersuchungen immer weiter verfolgte, gelangte er zu seinen bedeutungsvollsten Entdeckungen. Er ging dabei bis zu der ersten Anlage des Wirbeltierleibes im unbebrüteten Ei des Hühnchens zurück. Dies führte ihn dazu, die frühere Remaksche Lehre von der Entstehung des mittleren Keimblattes fallen zu lassen und eine neue Lehre aufzustellen, nach der im Vogelei von Anfang an zwei getrennte mittlere Keimanlagen vorhanden sein sollen, der Archiblast und der Parablast; der erstere stellt den Hauptteil der Keimscheibe dar, aus welchem das Zentralnervensystem, die peripheren Nerven, die Oberhautgebilde, die Drüsen und die quergestreiften und glatten Muskeln hervorgehen; der letztere ist ein aus dem weißen Dotter entstehender Nebenkeim, der das Blut und die Binde substanz liefert. Diese sogenannte Parablastenlehre wurde von der Mehrzahl der Embryologen lebhaft bekämpft, und als später Beobachtungen zum Teil von His selbst gemacht wurden, die mit ihr nicht übereinstimmten, z. B. daß die parablastischen Gewebe nicht aus dem weißen Dotter hervorgehen und das Blut und die Binde substanz nicht eine gemeinsame Herkunft haben, gab His (1881) seine Lehre selbst auf. Aber es muß erwähnt werden, daß die damit zusammenhängende

Unterscheidung von Epithelien und Endothelien auf einem anderen Gebiete, dem der pathologischen Anatomie, namentlich in der Entwicklung der Geschwulstlehre, sich sehr förderlich erwiesen hat. Später (1900) kam er in seiner Abhandlung „Lecithoblast und Angioblast“ wieder auf diese Fragen zurück; er stellte darin fest, daß die Anlagen der Gefäße und der Binde substanz getrennt sind, und die letztere aus dem embryonalen Mesoderm entstehen.

Schon in seinen ersten Arbeiten über die Höhlen und Häute des Körpers (1865) und über die erste Anlage des Wirbeltierleibes am Hühnchen (1867) kam er bei dem Suchen nach der Ursache der Entstehung der mannigfaltigen Formen des Embryo zu einer mechanistischen Betrachtungsweise für die Erklärung entwicklungsgeschichtlicher Vorgänge; er glaubte in den Umbildungen biegsamer Platten und Röhren durch Horizontalschub Ähnlichkeit zu erkennen mit den Formveränderungen der Embryonalanlage während der Entwicklung und so suchte er für die letzteren die mechanische Ursache in dem ungleichen Wachstum der verschiedenen Teile der Anlage und den dadurch hervorgerufenen Spannungen und Widerständen an anderen Stellen, wodurch Zusammenschiebungen, Faltungen, Röhrenbildungen etc. entstehen. Er führte auf solche Falten- und Rinnenbildung der Embryonalanlage die Medullarrinne, die Kopfbeugung, die Herzfalte etc. zurück. Diese anfangs von manchen widersprochene Annahme hat immer mehr Anhänger gefunden; His ist dadurch zu einem der bedeutendsten Vertreter der Entwicklungsmechanik geworden. In der höchst wichtigen Abhandlung: „Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung“ (1874) ist diese Theorie ausführlich dargelegt; es findet sich darin auch eine scharfe Kritik des biogenetischen Grundgesetzes von Hückel.

Von der größten Bedeutung sind die Bemühungen von His auf dem Spezialgebiete der Embryologie des Menschen gewesen; in dem großen mit einem Atlas versehenen Werke: „Die Anatomie menschlicher Embrionen“ (1880—1885) sind

die Ergebnisse seiner Forschungen an dem von ihm gesammelten reichhaltigen Material niedergelegt; es findet sich darin zum ersten Male eine Schilderung der ganzen menschlichen Entwicklungsgeschichte in zusammenhängender Weise und eine Beschreibung aller Stadien und Organe von der Furchung an bis zur Ausbildung der ausgewachsenen Form. Hier nimmt His unbestritten die erste Stelle ein; die Anatomie menschlicher Embryonen gehört nach allgemeinem Urteil zu den klassischen Werken der ontogenetischen Literatur.

Bei den Beobachtungen über die frühesten Entwicklungsstadien des Wirbeltierembryo gelangt er zu seiner berühmten Konkreszenztheorie (1874), nach welcher die beiden Hälften des Embryo gesondert angelegt sind; die Mitte der Keimscheibe enthalte zuerst nur die Anlage des Kopfes, während am Rand der Keimscheibe die Anlagen der axialen Rumpfteile entstehen, die dann sekundär in die Mitte herangezogen werden und dort verwachsen. Diese Theorie, oder richtiger wohl Hypothese, ist viel umstritten worden; es handelt sich dabei um eine ganz fundamentale Frage, durch deren Anregung His jedenfalls äußerst fruchtbar gewirkt hat.

Von größter Ansehung und Bedeutung sind die in den beiden letzten Jahrzehnten entstandenen Untersuchungen über die Entwicklung des Zentralnervensystems und der Nerven. In der Abhandlung über die Höhlen und Häute des Körpers läßt er, wie vorher schon erwähnt wurde, die Blutgefäße des Zentralnervensystems nicht aus dem Ektoblast entstehen, wie Remak annahm, sondern aus dem Mesoblast, von wo sie sich sekundär in das Hirn und Rückenmark hineinschieben, während die Neuroglia im Ektoblast sich bildet. Eine seiner folgenreichsten Entdeckungen auf diesem Gebiete ist die Bildung der Nervenfasern durch Auswachsen der Nervenzellen (1883); seine Lehre von den Neuroblasten, nach der jede Nervenfaser aus einer einzigen Zelle als Ausläufer hervorgeht und in ihr das genetische, nutritive und funktionelle Zentrum besitzt, ist die Grundlage der neueren Neuronenlehre. Auch hat er es zuerst ausgesprochen, daß die Fasernetze der grauen Substanz aus

einem nicht anastomosierenden Filz der aus den Protoplasmafortsätzen der Zellen hervorgehenden „Dendriten“ und der Nervenfasern-Endbäumchen bestehen. Bei seinen Untersuchungen über die Entstehung der Wurzeln des Rückenmarks (1886) zeigte er, daß die vorderen motorischen Wurzelfasern aus Zellen des Rückenmarks nach der Peripherie auswachsen, während die hinteren sensiblen Wurzelfasern von den bipolaren, die sogenannte T-Faser bildenden Zellen der Spinalganglien entspringen und von diesen in das Rückenmark hineinwachsen.

Dazu kamen seine Beiträge zur komplizierten Entwicklung des Herzens, seine wichtige Untersuchung über die Bildungsgeschichte der Nase und des Gaumens beim menschlichen Embryo; ferner die denkwürdige Abhandlung über das Prinzip der organbildenden Keimbezirke am ungefurchten Ei und die Verwandtschaften der Gewebe (1901), in der er sich gegen die Kritik seiner Anschauungen von O. Hertwig und gegen A. Weismanns Theorie des Keimplasmas ausspricht. In seiner letzten Publikation (1904), der großen Gehirnmonographie: „Die Entwicklung des menschlichen Gehirns während der ersten Monate“ faßt er seine Untersuchungsergebnisse nochmals zusammen, indem er das Entstehen der äußeren Hirnform, die Bildung des Balkens, der einzelnen zentralen Kerne und der Bahnen im Rückenmark und Gehirn, sowie die morphologische Entwicklung der Hemisphären schildert.

Es seien hier nur noch die grundlegenden Untersuchungen über die Entwicklung der Embryonen einzelner Tiere wie des Lachses, des Haifisches, der Knochenfische und der Selachier erwähnt.

Große Verdienste hat sich ferner His um die Methodik und um die Technik der Herstellung anatomischer Präparate erworben. Schon frühzeitig erkannte er, daß es für die richtige Beurteilung der Gestalt der Embryonen notwendig ist, feine Schnitte zu erhalten; er konstruierte daher als einer der ersten ein Mikrotom, mit dem er lückenlose Schnittreihen herstellte. Auch war er bestrebt, die Photographie für seine Zwecke zu verwerten und die mikrophotographischen Methoden auszubilden. Um klare Vorstellungen von den mikroskopischen Ob-

jekten zu bekommen, stellte er als erster plastische Rekonstruktionen von Embryonen in vergrößertem Maßstab her; durch diese Modelliermethode erhielt er ganze Modellreihen zur Entwicklung des Lachses, des Hühnchens und des Menschen, und bekam so eine klare körperliche Vorstellung der Gebilde, was nicht nur für die Wissenschaft sondern auch für den Unterricht von weittragender Bedeutung wurde. Für makroskopische Untersuchungen erfand er seine Situspräparate; die frischen Leichen wurden zu diesem Zwecke durch Behandlung mit Chromsäure und Alkohol gehärtet und dann die einzelnen Teilschichtenweise präpariert und davon Gipsabgüsse durch den geschickten Gipsformator Franz Steger gemacht. Es entstand so die große Sammlung der His-Stegerschen zusammensetzbaren Gipsmodelle; sie gaben neue Anschauungen über die Lagebeziehungen der Eingeweide, z. B. des Eierstockes, des weiblichen Beckens, sowie über die Form der Leber, der Niere, des Pankreas. Die Modelle sind aber auch ein unentbehrliches Hilfsmittel für den Unterricht in der topographischen Anatomie geworden.

His hat außerdem die Anthropologie und Ethnologie gefördert. Mit seinem Freunde Rütimeyer beschrieb er in Basel (1864) die schweizerischen Schädel in dem großen Werke „Crania helvetica“ in mustergültiger Weise in ihren vier Haupttypen: der alemannischen, burgundischen, keltischen und römischen Form.

Bei der Aufgabe, die Grabstätte von J. S. Bach aufzufinden, wurde nach dem in dem mutmaßlichen Grabe vorgefundenen Schädel mittelst einer ingenüösen Methode eine Rekonstruktion des Kopfes versucht; zu dem Zwecke wurde von dem Schädel ein Gipsabguß gemacht und auf diesem die Dicke der bei acht älteren Männern an zahlreichen Punkten gemessenen Weichteile an den entsprechenden Stellen markiert, so daß der Bildhauer C. Seffner danach eine Büste herstellen konnte; dieselbe entsprach nun in ihren wesentlichen Eigenschaften wirklich den Bildern von Bach.

His war ein vielseitiger, an dem Wohl der Mitmenschen

herzlichen Anteil nehmender Mann. Als Mitglied des großen Rates von Basel wirkte er für das allgemeine Wohl; er war Referent in hygienischen Angelegenheiten und half getreulich mit die Stadt gesund zu gestalten; für die Schulhygiene verfaßte er auf Grund eigener Versuche ein mustergültiges Gutachten über die Schulbankfrage.

In einer Anzahl von vortrefflichen Reden hat er sich über Fragen von allgemeinem Interesse geäußert, so in der Baseler Rektoratsrede zur Geschichte des anatomischen Unterrichts in Basel, in der Antrittsrede zu Leipzig über die Aufgaben und Zielpunkte der wissenschaftlichen Anatomie und in der Leipziger Rektoratsrede über die Entwicklungsverhältnisse des akademischen Unterrichts.

Hier hat durch sein Schaffen der anatomischen Wissenschaft auf vielen Seiten positiven Gewinn gebracht und in stets gedankenreicher Diskussion auch dort, wo er irrte und sich seine Aufstellungen schließlich als unhaltbar erwiesen, anregend und die Forschung vertiefend gewirkt. Gerade daß er stark genug war, offen seine Irrtümer einzugestehen, zeigt ihn als wahrheitsliebenden echten Naturforscher. Unermüdlich tätig und scharf beobachtend blieb er nicht bei der einfachen Beschreibung der Objekte stehen, sondern suchte stets aus den Formen die Ursachen des Gesehenen in gedankenreicher Weise zu ergründen und die fertigen Formen auf die embryonalen zurückzuführen.

An der Universität entwickelte er eine rege, ungemein fruchtbare Lehrtätigkeit; von schlichtem klaren, streng objektiven, durch schöne Zeichnungen erläuterten Vortrag suchte er seine Schüler zum Beobachten und naturwissenschaftlichen Denken anzuleiten.

Er war einer der Gründer der Deutschen anatomischen Gesellschaft, in der er die erste Anregung zu einer einheitlichen Gestaltung der anatomischen Nomenklatur gab. --- Mit W. Braune begründete er (1875) die Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte und gab seit 1877 deren Fortsetzung, die anatomische Abteilung von Müllers Archiv, heraus.

In der mathematisch-physikalischen Klasse der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften wurde er nach dem Tode von Wislicenus zum ständigen Sekretär gewählt.

His war eine ernste Natur, streng gegen sich selbst und von hoher Pflichterfüllung, dabei einfach und schlicht, zuverlässig und an seiner Überzeugung festhaltend.

Die Nachwelt wird ihm dankbar sein für das, was er der Wissenschaft geleistet hat.

II.

Friedrich Knapp.¹⁾

Am 8. Juni 1904 starb in Braunschweig im Alter von 90 Jahren das korrespondierende Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse, der Geheimrat Friedrich Knapp. Er war bis zum Jahre 1889 Professor der technischen Chemie an der dortigen Technischen Hochschule und einer der bedeutendsten Vertreter seines Faches, sowie einer der ersten, der dasselbe, mit allen Kenntnissen ausgerüstet, wissenschaftlich betrieb. In die Akademie ist er schon im Jahre 1863 bei seinem Aufenthalte dahier zum außerordentlichen Mitgliede gewählt worden.

Er wurde am 22. Februar 1814 zu Michelstadt im Odenwalde geboren als Sohn des damaligen Gräflich Erbachschen Regierungsrates Johann Friedrich Knapp, der später als Großherzoglich Hessischer Geheimer Staatsrat in Darmstadt wirkte; als einflußreicher höherer Beamter vermochte derselbe im Ministerium vieles zu tun, um die Wünsche Liebig's in Gießen zu befriedigen. Der junge Knapp besuchte mit Freude das vortreffliche Gymnasium zu Darmstadt, in dem er die bis an sein Lebensende bewahrte Verehrung für die klassische Bildung erwarb.

Da er frühzeitig Neigung zur Chemie hatte, tat man ihn

¹⁾ Siehe den Nekrolog von Prof. Dr. Richard Meyer an der Technischen Hochschule zu Braunschweig in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft 1904 Nr. 19 S. 4774.

auf den Rat Liebigs zu einem Apotheker in die Lehre. Nach bestandener Gehilfenprüfung (1832) ging er ganz zur Chemie über und trat in das Laboratorium in Gießen ein, in welchem der auf der Höhe seiner wissenschaftlichen Arbeit stehende, 29-jährige Liebig strebsame Jünger aus aller Herren Länder zu emsigster Tätigkeit um sich versammelt hatte; hier führte er seine ersten chemischen Untersuchungen aus. Auf den Rat Liebigs ging er dann (1837) zu Pelouze nach Paris, woselbst er ein Jahr verblieb und mit den wissenschaftlichen Größen der damaligen Zeit, mit Thenard und Gay-Lussac, den Lehrern Liebigs, mit Dumas, Regnault und dem jungen aufstrebenden Gerhardt bekannt wurde.

Nach seiner Rückkunft von Paris habilitierte er sich in Gießen, wo er 1841 außerordentlicher und 1847 ordentlicher Professor für chemische Technologie wurde; er bekam ein eigenes Laboratorium auf dem Schlosse und hielt Vorlesungen über technische Chemie.

Die 15 in Gießen verlebten Jahre waren für ihn höchst anregende und glückliche; mit vielen der Schüler Liebigs schloß er für Lebenszeit innige Freundschaft, so mit Heinrich Will, August Wilhelm Hofmann, Max Pettenkofer, Remigius Fresenius, Hermann Kopp und J. Sh. Muspratt, in dessen großen Sodafabriken in Liverpool er mehrmals längere Zeit zubrachte, um die Fabrikation künstlicher Dünger einzurichten. Im Jahre 1841 hatte er in Liebigs jüngster Schwester die Lebensgefährtin gefunden. In dieser Zeit entstand auch sein bedeutendstes Werk: Das Lehrbuch der chemischen Technologie.

Im Jahre 1852 nahm Liebig, in Verstimmung über die Nichterfüllung eines ihm vom hessischen Ministerium gegebenen Versprechens, den Ruf nach München an, was man in Gießen nicht erwartet und für unmöglich erachtet hatte. Für die Universität München, sowie für das geistige Leben der Stadt war es ein höchst glückliches Ereignis. Liebig zog die Gießener Freunde bald nach, seinen Schwiegersohn Carriere, den Anatomen Bischoff, Knapp, und die Berufung des Physikers Buff war eingeleitet. Knapp war für die technische Leitung der

berühmten königlichen Porzellanmanufaktur in Nymphenburg bestimmt, und zugleich zum ordentlichen Professor der technischen Chemie in der staatswirtschaftlichen Fakultät der Universität; in Gießen war für ihn keine Aussicht zur Verbesserung seiner Stellung infolge der reaktionären Stimmung gegen den gegenüber polizeilich-bureaukratischen Einmischungen unbeugsamen Mann. Die Doppelstellung in Nymphenburg-München war jedoch für ihn nicht als eine glückliche anzusehen, da sie ihn in den wichtigsten Jahren seines Lebens von seinen eigentlichen Zielen abdrängte.

Die Fabrik erforderte Zuschüsse vom Staate und die sparsame Kammer der Abgeordneten wollte dieselbe rentabel haben. Der künstlerische Direktor, der phantasievolle Maler Eugen Neureuther, hatte in künstlerischer Beziehung die Fabrik in die Höhe gebracht durch seine reizenden Formen, aber die Einrichtungen und der Betrieb waren ganz veraltet, wie es in einer Staatsanstalt leicht eintritt; hierin konnte der wissenschaftlich durchgebildete Knapp gegenüber den alten Praktikern so manche Betriebsfehler abstellen und bessere Einrichtungen treffen. Die Neuberufenen klagten anfangs viel über Mißtrauen und Anfeindung von seiten der Einheimischen; es mag ja von einzelnen der letzteren einiges der Art geschehen sein, aber von der anderen Seite ist auch gefehlt und manches einseitig beurteilt worden; schließlich sind sie alle gerne dagewesen und haben sich bald heimisch gefühlt. 1861 legte Knapp die Betriebsleitung der Porzellanfabrik nieder; sie kam dann in Privatbesitz und jetzt werden die alten schönen Muster von Neureuther wieder benützt. Durch die Fabrik war seine Tätigkeit an der Universität sehr beeinträchtigt: er las vor wenig Zuhörern über Geschichte der Erfindungen, die Natur der Brennstoffe und die Heizung, ausgewählte Zweige aus der chemischen Technologie, Geschichte der wichtigeren Industriezweige, über die Lehre von der Ernährung und den Nahrungsmitteln vom volkswirtschaftlichen Standpunkt.

Im Jahre 1863 erhielt er einen ehrenvollen Ruf an das in eine polytechnische Schule umgewandelte Collegium Carolinum

in Braunschweig als ordentlicher Professor für technische Chemie. Bei Begründung der hiesigen Technischen Hochschule war er für die Professur der chemischen Technologie ausersehen; er wollte aber in Braunschweig bleiben, woselbst er 26 Jahre lang fruchtbar in Lehre und Wissenschaft wirkte; aus seinem dortigen Laboratorium sind von ihm und seinen Schülern zahlreiche wertvolle Arbeiten hervorgegangen. Im Alter von 75 Jahren trat er von seinem Amte zurück und lebte von da an still im Umgang mit wenigen vertrauten Freunden; im Jahre 1900 ehrte die Technische Hochschule zu Braunschweig ihr verdienstvolles Mitglied, indem sie ihn zum ersten Doktor der Ingenieurwissenschaften ernannte. Hochbetagt ist er sanft entschlafen.

Die wissenschaftliche Tätigkeit Knapps war eine sehr fruchtbare.

Die erste recht schwierige Arbeit, die ihn 9 Monate lang beschäftigte, machte er in dem Laboratorium Liebig's in Gießen (1837) über die Entstehung der Cyanursäure aus Melam, wobei er als Zwischenprodukt das Ammelid erhielt; Liebig schätzte dieselbe sehr hoch und berichtete darüber an Berzelius.

Nach seiner Rückkehr aus Paris führte er bei Liebig eine Untersuchung zur Bildungsgeschichte des Brechweinsteins aus, in welcher er ein bei seiner Darstellung entstehendes Nebenprodukt als saures Salz erkannte.

Nach diesen beiden rein chemischen Arbeiten erfolgte sein Übergang in das Gebiet der Anwendung der Chemie in der Technik, dem er sich nun sein ganzes Leben lang widmete.

Die chemische Technologie war damals noch wenig entwickelt; Knapp war einer der ersten, der hierin mit Hilfe der Chemie die Vorgänge wissenschaftlich zu erklären versuchte. Es kam zunächst eine Anzahl kleinerer Arbeiten, welche alle in Liebig's Annalen der Chemie veröffentlicht worden sind, und die ich aufzähle, um die Richtung seiner Bestrebungen zu dieser Zeit, in der er noch tastend vorging, zu kennzeichnen. Es gehört dahin die Untersuchung über die Schnellessigfabrikation in Bezug auf den sich dabei ergebenden Verlust und dessen Quellen, mit Vorschlägen zur Verminderung des Ver-

lustes; dann eine Abhandlung über die medizinische Wirkung des Lebertrans und deren Ursachen, die er in der fast vollständigen Ausnützung (bis zu 96%) dieses „Respirationsmittels“, sowie in seinem Jodgehalt suchte; ferner eine Analyse einer Kupfer, Blei, Zinn, etwas Nickel und Eisen enthaltenden alten Bronze in einer im nördlichen Wales gefundenen keltischen Streitaxt; weiterhin seine Bemerkungen über die bei der damaligen Teuerung gemachten Vorschläge zu wohlfeilerem Brote mittelst Kartoffeln, Rüben etc. etc., worin er das Illusorische dieser Vorschläge nach den falschen Vorstellungen der damaligen Zeit, die das Eiweiß als das allein Nährende ansah, darlegte, da die Kartoffeln arm an Eiweiß seien und der Magen das Nährende erst aus einem großen Brotumfange herausuchen müsse; und endlich eine Analyse eines Süßwasserkalkes aus der Braunkohlenformation in der Nähe von Gießen mit einem sehr hohen Magnesiumgehalte, was für die Theorie der Dolomitbildung von Interesse war.

Unterdessen reifte noch in Gießen sein bedeutendstes Werk heran, sein großes Lehrbuch der chemischen Technologie, an dem er schon seit längerer Zeit gearbeitet hatte; es ist ein klassisches, vortrefflich geschriebenes Werk der chemisch-technischen Literatur und wirkte bahnbrechend durch die neue Auffassung und glückliche Anordnung des Stoffes. Es erschien in den Jahren 1847—1853 in erster Auflage in zwei starken Bänden und wurde in mehrere fremde Sprachen übersetzt. 1858 wurde ein unveränderter Abdruck herausgegeben und dann eine neue Auflage mit vielen Ergänzungen und Verbesserungen begonnen, die aber leider unvollendet blieb. Es brachte nicht wie die früheren Technologien die Lehren der Chemie für den Techniker, sondern eine Darlegung der wichtigsten chemischen Industrien in sechs Gruppen:

1. die auf den Verbrennungsprozeß sich gründenden Zweige der Technik,
2. die auf Gewinnung und Benutzung der Alkalien und Erden sich gründenden Zweige der Technik,
3. die Tonwaren,

4. vom Mörtel, Kalk und Gips,
 5. die Nahrungsmittel betreffenden und landwirtschaftlichen Gewerbe,
 6. die Bekleidungs Gewerbe,
- und in der zweiten Auflage noch eine besondere Gruppe über die Technologie des Wassers.

Von dem Abschnitt über die Nahrungsmittel erschien 1848 eine besondere Ausgabe: „Die Nahrungsmittel in ihren chemischen und technischen Beziehungen“, worin die damaligen neuen Lehren Liebig's verwertet wurden.

An die technischen Auseinandersetzungen werden im idealen Sinne allgemeine Betrachtungen über die Bedeutung der Industrie für die sittliche und geistige Veredlung des Menschen und über die Bedeutung der Wissenschaft dafür angeknüpft.

Daran schlossen sich (1856—1863) die für den Unterricht wichtigen technologischen Wandtafeln an.

Nun kamen, von der Münchener Zeit beginnend, seine bedeutsamen, eigentlich chemisch-technologischen Arbeiten, die sich in vier Richtungen bewegen.

Hierher gehören als erste seine experimentellen Untersuchungen über die Gerberei und den Vorgang bei der Lederbildung, die wohl seine größte Leistung auf experimentellem Gebiete sind. Die erste Veröffentlichung hierüber ist 1858 in den wertvollen Abhandlungen der naturwissenschaftlich technischen Kommission bei unserer Akademie, welche König Max II. ins Leben gerufen hatte, erschienen. Die Frage hat ihn aber sein ganzes Leben lang beschäftigt und er hat noch im Jahre 1897 eine Abhandlung darüber geschrieben. Über das Wesen des Gerbprozesses war bis dahin wissenschaftlich kaum gearbeitet worden. Man hatte beobachtet, daß die eiweißartigen Stoffe und der aus leimgebenden Substanzen durch siedendes Wasser erhaltene Leim mit Gerbsäure sich chemisch verbinden und Niederschläge bilden; und so glaubte man seit Seguin (1797), die Lederbildung beruhe auf einer chemischen

Verbindung der leimgebenden Substanz der Haut mit dem Gerbstoff. Knapp tat nun dar, daß die tierische Haut kein Leim ist, und daß die chemische Verbindung von Leim und Gerbsäure hart und spröde ist, während das Leder geschmeidig sein soll; ferner geben andere leimgebende Gebilde, wie z. B. Bindegewebe, das Ossein der entkalkten Knochen mit Gerbsäure kein Leder, dagegen gerben Tonerde- und Eisen-Salze, ohne daß sie den Leim füllen. Knapp tat dadurch gegen das allgemeine Erwarten dar, daß die Lederbildung ihrem Wesen nach nicht ein chemischer, sondern ein physikalischer Prozeß ist, indem das Gerbemittel sich zwischen die Fasern der gequollenen Lederhaut legt und so das Zusammenkleben und die Schrumpfung der Fasern beim Trocknen verhindert. Durch immer erneute Beobachtungen und Versuche brachte er weitere Beweise für seine Theorie, die bald Anerkennung fand. Er war bestrebt, die Ergebnisse dieser seiner wissenschaftlichen Untersuchung in der Praxis nutzbar zu machen, indem er durch die wohlfeileren basischen Eisensalze die mehrere Jahre in Anspruch nehmende Lohgerberei zu ersetzen suchte. Er war dadurch unstreitig der geistige Urheber der heutigen Metallgerbung und der Herstellung des Chromleders. Auch auf die Färberei wandte er seine mechanisch-physikalische Theorie an: es sollen sich dabei die Farbstoffe aus Lösungen auf die Fasern des Gewebes unlöslich niederschlagen.

Eine zweite Reihe von Untersuchungen bilden die über den Luft- und Wassermörtel und das Wesen des Erhärtungsprozesses (1871). Das verdienstvolle Mitglied unserer Akademie, der Mineraloge J. N. Fuchs, hatte schon 1830 durch eine Arbeit über Kalk und Mörtel, die ersten Aufschlüsse über die Bedingungen des Festwerdens des Zementes unter Wasser gebracht und M. Pettenkofer (1849) die chemischen Vorgänge bei der Darstellung guten hydraulischen Kalkes genau festgestellt. Knapp machte noch weitere Angaben über die Erhärtung der hydraulischen Produkte; er meint aber, die Hydratbildung bedinge nicht die Erhärtung, der chemische Prozeß wäre nur die Gelegenheit dazu und der damit eintretende mechanische

Prozeß wäre die unmittelbare Ursache der Erhärtung. Auch bestreitet er, daß die Erhärtung der Zemente durch das Vorhandensein eines bestimmten Silikates bedingt sei, es könnten sich dabei verschiedene Silikate bilden; und er zählt die mannigfaltigen Bedingungen für das Festwerden auf.

In einer dritten Serie von Abhandlungen, deren erste im Jahre 1876 erschien, beschäftigte er sich mit der Natur des Ultramarins, dieser aus dem Kaolin gewonnenen beständigen blauen Farbe. Dasselbe ist nach seiner ersten Darstellung durch Leykauf in Nürnberg (1837) auf Grund von Gmelins Beobachtungen vielfach untersucht worden, z. B. durch H. Ritter; Knapp prüfte wiederum, ob es eine charakteristische, kristallinische, chemische Verbindung sei oder ob es, wie er glaubte, eine ähnliche Konstitution habe wie manche gefärbte Gläser. Auf seine zahlreichen Beobachtungen gestützt, stellte er die Bedingungen für die Bildung der Ultramarinmutter und für ihre Umwandlung in Blau auf.

Die vierte Gruppe seiner größeren Untersuchungen endlich befaßt sich mit den Produkten der Glas- und der keramischen Industrie. Er wurde darauf geführt durch einen Bericht, den er bei der Allgemeinen Deutschen Industrie-Ausstellung in München im Jahre 1854 über Stein-, Ird- und Glaswaren zu erstatten hatte. Aus seinem Braunschweiger Laboratorium kamen noch mehrere Arbeiten seiner Schüler über Glas, z. B. über Goldrubinglas, den Kupferrubin; zuletzt faßte Knapp in einer Abhandlung: „Der feurige Fluß und die Silikate“ (1894) alle seine und seiner Schüler Erfahrungen zusammen. Man erhält bekanntlich bei Herstellung dieser Gläser zunächst farblose Produkte, welche erst beim nochmaligen Erwärmen die rote Farbe annehmen oder „anlaufen“; die Färbung kommt nach ihm nicht von einer chemischen Umwandlung, sondern von einem physikalischen Vorgang; die im feurig flüssigen Glase gelösten Metalle befinden sich darin nach seiner Vorstellung in zwei verschiedenen Molekularzuständen, in einem nicht färbenden bei den höchsten Temperaturen und in einem färbenden bei niederen Temperaturen; das „Anlaufen“ ist der

Übergang des einen in den anderen Molekularzustand; bei langsamer Abkühlung scheidet sich aus der glasigen Lösung das Metall als feinverteilter Niederschlag in Kristallen ab wie im Hämatinon und Aventurin; man ist jetzt der Ansicht, daß im farblosen Glas das Metall wirklich gelöst ist, im farbigen aber in feinsten Verteilung oder als colloidale Lösung sich befindet. Es ist bekannt, daß es schon 1847 Pettenkofer gelungen ist, künstlich das Hämatinon und Aventurin herzustellen und die wissenschaftliche Erklärung der dabei stattfindenden verwickelten Vorgänge aufzudecken; als er nach der Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des antiken roten Glasflusses aus Pompeji, des Hämatinons oder Porporinos, welches schon Plinius sekundus beschrieben hatte, die Bestandteile zusammenschmolz, erhielt er zu seinem Erstaunen kein rotes, sondern ein grünschwarzes Glas; nach vielen Versuchen zeigte es sich, daß das darin enthaltene kieselsaure Kupferoxydul im amorphen Zustand grünschwarz ist, im kristallischen purpurrot; das letztere bildet sich beim langsamen Abkühlen des Flusses mit seinen in prächtigen Büscheln anschließenden, nadelförmigen Kristallen; aus dem Hämatinon erhielt er durch Zumischung von Eisenfeile das venetianische Aventuringlas mit seinen flimmernden Kupferkriställchen.

Außer diesen und noch einigen weiteren, kleineren, wissenschaftlichen Untersuchungen, aus denen hervorgeht, daß er ein scharf beobachtender, vorurteilsfreier Forscher war, stammen von Knapp noch eine Anzahl von Aufsätzen allgemeineren Inhalts, in denen seine Kunst schön und gemeinverständlich zu schreiben hervortrat. Dahin gehören die: über Brot und Brotbereitung, über die Geschichte der Gasbeleuchtung, über Kaffee, Tee und ähnliche Genußmittel, über Theorie und Praxis der Industrie und die Geschichte der Erfindungen, über die Lagerung bei geistigen Flüssigkeiten und Getränken sowie über die Entwicklung des Bouquets beim Altern, über die Geschichte der Papierfabrikation, über den Stil in der chemischen Literatur.

Vielfach war er in technischen Fragen der Berater der

Behörden, für welche er in trefflichen Gutachten den richtigen Rat zu erteilen wußte.

Knapp war ein vorzüglicher Lehrer von äußerst lebendigem Vortrag, der sich in das Fassungsvermögen seiner Schüler hineindenken konnte. Er war eine eigenartige Persönlichkeit von lebhaftem Geist, jedoch zurückhaltend und Unbekannten schwer zugänglich; niemals hat er sich vorgedrängt und persönlicher Ehrgeiz war ihm fremd. Als Höchstes galt ihm die stille, wissenschaftliche Arbeit, bei der er sehr kritisch gegen sich selbst verfuhr, jedoch an seinen einmal gefaßten Ansichten zäh festhielt. Er besaß einen feinen Humor und ein vielseitiges Interesse für die verschiedenen menschlichen Bestrebungen: für Geschichte, Philosophie und die schöne Literatur.

III.

Ernst Abbe.¹⁾

In Jena ist am 14. Januar 1905 der verdiente Physiker und Leiter der berühmten optischen Werkstätte von Karl Zeiß, der ordentliche Honorarprofessor für theoretische Physik an der Universität, Dr. phil. und Dr. med. Ernst Abbe, in fast vollendetem 65. Lebensjahre gestorben. Er gehörte seit dem Jahre 1889 unserer Akademie an. Durch seine wissenschaftlichen Arbeiten förderte er die theoretische Optik und indem er seine dadurch gewonnenen Erkenntnisse praktisch anwendete, gelang es ihm, die Mikroskope bedeutend zu verbessern, und dieselben in großem, fabrikmäßigem Betriebe herzustellen, wie

¹⁾ Mit Benützung von:

Seb. Finsterwalder, Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1905, 18. April Nr. 91.

Julius Pierstorff, Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1905, 19. April Nr. 92 und 20. April Nr. 93.

E. Raehlmann, Münchener mediz. Wochenschrift 1905, Nr. 6, S. 269.

Fritz Böckel, die Karl Zeiß-Stiftung in Jena; Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1903, 13. August Nr. 182.

Otto Knopf, Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft 1905, 40. Jahrgang S. 198.

es bis dahin mit wissenschaftlichen Apparaten noch nicht gesehen war.

Abbe wurde am 23. Januar 1840 in Eisenach als der Sohn eines Spinnmeisters geboren; er wuchs in einfachen Verhältnissen auf und lernte in einer entbehrungsvollen Jugend die Not des Lebens kennen, woher es auch kommen mag, daß er für die um ihr Dasein schwer ringenden Arbeiter ein warmes Herz besaß und später in so großartiger Weise für sie zu sorgen suchte.

Schon früh erkannte man sein ungewöhnliches Talent und seinen scharfen Geist; er absolvierte das Eisenacher Realgymnasium mit Auszeichnung und studierte danach von 1857 ab während vier Jahren an den Universitäten Jena und Göttingen Mathematik, Physik und Astronomie; in Jena, wo er im dritten Semester eine Preisaufgabe „vom adiabatischen Zustand der Gase“ löste, regte ihn besonders der Mathematiker Karl Snell an, in Göttingen, wo er zum Doktor der Philosophie mit einer Dissertation über das mechanische Wärmeäquivalent promoviert wurde, waren der Physiker Wilhelm Weber und der geistvolle junge Mathematiker Bernhard Riemann seine Lehrer. Nachdem er Assistent an der Sternwarte in Göttingen und Dozent am physikalischen Vereine in Frankfurt a. M. gewesen, habilitierte er sich auf Anraten seines Lehrers Snell und des Universitätskurators Seebach (1863) in Jena für Mathematik, Physik und Astronomie, und wurde daselbst (1870) außerordentlicher Professor der theoretischen Physik.

Abbe war, unterstützt durch seinen Scharfsinn und seine Beobachtungsgabe sowie durch seine Kenntnisse und seine zähe Ausdauer, ganz zum Forscher ausgerüstet; er hat auch mannigfache bedeutsame Probleme der Physik gelöst. Aber diese rein wissenschaftlichen Leistungen geben ihm nicht sein Eigenständliches; denn er betrat bald seinen eigenen Weg, da ihn die intensive Beschäftigung mit einem besonderen Grenzgebiete der Mathematik und Physik und dann die praktische Anwendung auf demselben fesselte.

Obwohl er von da an seine Tätigkeit ganz in den Dienst

der Technik stellte, blieb er doch sein Leben lang Forscher und Gelehrter. So kam es, daß, als er (1874) ordentlicher Professor der Physik werden sollte, er das Anerbieten ablehnte, um ganz seiner Neigung, der Verbindung mit dem Mechaniker Karl Zeiß, zu leben. Später (1878) erhielt er wegen seiner Verdienste um die Wissenschaft die Würde eines ordentlichen Honorarprofessors sowie das Direktorium der Sternwarte und des meteorologischen Observatoriums. Er hielt als solcher Vorlesungen aus den verschiedensten Gebieten der Mathematik und Physik, ließ sich aber 1889 wegen Überhäufung mit anderen Geschäften von der Verpflichtung Vorlesungen zu halten entbinden.

Es war ein glückliches Geschick, daß Abbe als Privatdozent (1866) mit dem geschickten und strebsamen Universitätsmechaniker Karl Zeiß in Jena bekannt geworden war. In dessen im Jahre 1845 errichteten feinmechanischen Werkstätte wurden, angeregt durch den Botaniker Matthias Jakob Schleiden, der kurz vorher die Zellen als Elementarorganismen der Pflanzen entdeckt hatte, auch Mikroskope hergestellt, die zu den besten der damaligen Zeit gehörten.

Die Herstellung der Mikroskope geschah bis dahin fast nur durch handwerksmäßiges Ausschauen der im Vorrat vorhandenen Linsen, welche den besten Effekt gaben; die Erhaltung guter Instrumente war daher damals dem Zufall unterworfen und gründete sich nicht auf wissenschaftliche Einsicht; so trieb es noch der bekannte Oberhäuser aus Ansbach in Paris, der zu seiner Zeit fast allein den Bedarf an Mikroskopen in Deutschland deckte. Zeiß sah ein, daß auf diese Weise kein Fortschritt zu erzielen sei und daß nur die theoretische Bekanntschaft mit dem Gang der Lichtstrahlen im Mikroskop zur Verbesserung und Vervollkommnung führen könne, wie sie Fraunhofer für das Fernrohr gewonnen hatte. Er bat daher (1866) den Privatdozenten Abbe, ihm dabei zu helfen und so verbanden sich dazu die beiden, der gelehrte Theoretiker und der geschickte Praktiker. Fraunhofer benützte zum Zustandbringen eines scharfen Bildes durch sein achromatisches Fern-

rohr die trigonometrische Durchrechnung und hatte für dieses Instrument bis jetzt Unübertroffenes geleistet. Diese grundlegenden Erkenntnisse waren auf die Bedingungen des Mikroskopes zu übertragen.

Zunächst schuf Abbe durch seine Erfindungsgabe und seine konstruktive Geschicklichkeit neue Meßapparate und Methoden zur feineren Bestimmung der optischen Konstanten fester und flüssiger Körper; insbesondere diente ihm dazu sein Refraktometer.

Er suchte sodann für das Mikroskop, wie schon Fraunhofer und seine Nachfolger für das Fernrohr und für andere optische Instrumente, durch Rechnung diejenigen Linsen zu finden, welche das schärfste Bild geben und stellte danach die Formen und Kombinationen genau her; er wandte ebenfalls zur Verfolgung des Ganges der Lichtstrahlen die trigonometrische Rechnung an. Nach den Gesetzen der geometrischen Optik sollte das Bild um so schärfer werden, je enger die Öffnung des Strahlenkegels ist, während die alte tastende Mikroskopoptik die Erfahrung gemacht hatte, daß starke Vergrößerungen sich nur mit sehr weitgeöffneten Lichtbündeln erzielen lassen. Abbe legte in einem ausgezeichneten Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London (1876) dar, daß zur größten Leistungsfähigkeit das Objektiv des Mikroskopes möglichst weitgeöffnete Strahlenbündel aufzunehmen imstande sein muß.

Aber alle seine Bemühungen auf diesem Wege förderten wohl die Theorie des Mikroskopes, sie waren jedoch nicht imstande, das Instrument wesentlich zu verbessern, denn es zeigte sich (1873) durch seine scharfsinnigen Betrachtungen über die Grenzen der geometrischen Optik, daß die Vervollkommnung des Mikroskopes in dieser Richtung eine bestimmte Grenze habe, ja daß die Leistungen der tastenden Optik von dieser Grenze gar nicht mehr weit entfernt waren. Die Grenze ist nämlich durch die Entfernung zweier Punkte, die wir getrennt wahrnehmen können, gesteckt; wir sehen sie nicht getrennt, wenn sie innerhalb einer Wellenlänge fallen.

Abbe ließ sich jedoch dadurch nicht abschrecken, an der

Vervollkommnung des Mikroskopes weiter zu arbeiten, und es sollte ihm dies auch in ungeahntem Grade gelingen. Sein Nachdenken brachte ihm eine tiefere Einsicht in das Wesen des mikroskopischen Sehens; er erkannte, daß das Licht nicht von den einzelnen Punkten des Objektes ausgeht, also mit dem Mikroskop das Objekt nicht direkt angesehen wird, sondern das Beugungsbild des Objektes, welches durch die Ablenkung oder Beugung des Lichtes an den feinen Einzelheiten des Objektes entsteht. Das Bild ist dem Objekt um so ähnlicher je mehr Beugungsbüschel an dem Zustandekommen des Bildes beteiligt sind, daher die Mikroskope um so mehr leisten je größer der Öffnungswinkel ist. Das Beugungsbild ist also nicht immer identisch mit dem Objekt; wenn die Länge der Lichtwellen verschwindend klein ist gegenüber den Einzelheiten des Objektes, ist das Bild ähnlich; sind aber die Einzelheiten des Objektes feiner und die Lichtwellenlängen dagegen verhältnismäßig größer, dann entsteht hinter dem Objekt ein Gewirre von nach allen Seiten auseinandergehenden Lichtstrahlen und das Bild wird verschwommen, da die Beugungsbüschel um so mehr divergieren, je feiner die Einzelheiten des Objektes sind. Bei schiefer Beleuchtung können stärker divergierende Büschel ins Objektiv treten, weshalb bei schiefer Beleuchtung das Auflösungsvermögen des Mikroskops gesteigert ist. Vermag das Mikroskop diese Lichtstrahlen vollständig zu sammeln, so erscheint die Beugungsfigur richtig oder nur wenig von der wahren Gestalt abweichend; werden durch das Mikroskopobjektiv nicht alle gebeugten Strahlen aufgenommen, so sieht man nur einen Rest der Beugungsfigur des Objektes, deren Gestalt von der des Objektes beliebig weit abweichen kann, so daß wir den schlimmsten Täuschungen ausgesetzt sind, ohne daß das Bild unscharf ist.

Diese Erkenntnisse führten ihn zu richtigen Vorstellungen über das Entstehen des mikroskopischen Bildes und dann auch zu neuen Gesichtspunkten für die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Mikroskopes; zunächst zu der Verbesserung der Beleuchtungsapparate, vor allem zur Konstruktion seines Kon-

densors (1875), durch welchen die vom Spiegel reflektierten Lichtstrahlen so zum Objekt gelangen, daß die genannten Fehler auf das geringste Maß vermindert werden.

Ein weiterer Fortschritt seiner Mikroskope ist die Verbesserung der homogenen Immersion. Der italienische Optiker und Astronom Amici hatte zuerst (1840) die gute Wirkung der Immersion der Frontlinse des Objectives in einem auf dem Deckglas angebrachten Wassertropfen entdeckt und Harnack (1855) sie zur allgemeinen Verwendung empfohlen; Amici gebrauchte später (1850) für gewisse Fälle Öl, Grundlach (1867) Glycerin. Abbe fand nun, daß die vorher besprochenen großen Öffnungen eine bestimmte Grenze haben und zwar für den Fall, daß das Objekt durch Luft gesehen wird; befindet sich dagegen zwischen Objekt und Objectiv eine Flüssigkeit, so steigert sich die Wirksamkeit der eintretenden Strahlenbüschel im Verhältnis des Lichtbrechungsvermögens der verwendeten Flüssigkeit. Abbe führte mit Stephenson als homogene Immersion (1878) das Zedernöl ein, welches das gleiche Lichtbrechungsvermögen hat wie das Deckglas und die Frontlinse des Objectives, so daß die Lichtstrahlen vom Objekt bis zum Objectiv homogene Medien durchsetzen. Amici und Harnack haben zwar schon den Grund der Wirksamkeit der Immersionslinsen gekannt, Abbe hat aber das Verdienst, ihn klarer dargestellt zu haben.

Bei seinen Bestrebungen, die Farbenabweichung, namentlich das sekundäre Spektrum, um welches sich schon Fraunhofer und seine Nachfolger bemühten, zu beseitigen, ergaben sich Schwierigkeiten, die in der unproportionalen Lichtzerstreuung der damals bekannten und angewandten Gläser begründet waren. Fraunhofer hatte in Benediktbeuern eine Glashütte für seine Zwecke errichtet; er kam auch in der Herstellung des Glases soweit, als es für seine Fernrohrobjektive nötig war, wobei es sich nur um wenige Sorten möglichst großer schlierenfreier Stücke handelte. Nach seinem Tode wurde leider das bayerische Glaswerk aufgegeben und mußte nach dem Verfahren Fraunhofers in Frankreich und England bereitetes optisches Glas bezogen werden.

Abbe erkannte wie schon die früheren Optiker, daß ein bedeutender Fortschritt zur Vervollkommnung der optischen Instrumente nur durch Verbesserung der optischen Eigenschaften der Glasflüsse erreicht werden könne und daß man über solche mit dem verschiedenartigsten Lichtbrechungs- und Zerstreuungsvermögen verfügen müsse, wenn man jene Fehler bezwingen wollte; aber die Technik war noch nicht so weit, die erwünschten Glassorten zu bieten: Die Chemie mußte vorerst neue reine Materialien liefern sowie die Analyse der Gläser vervollkommen, und die Feuertechnik, insbesondere die Gasfeuerung, mußte sich weiter entwickelt haben, um die nötigen hohen Temperaturen zu liefern. Die Hoffnung Abbes war lange vergeblich, bis sich 1881 der kenntnisreiche und energische Chemiker Dr. Otto Schott erbot, Versuche über die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften des Glases von seiner chemischen Zusammensetzung anzustellen; nach den zur Befriedigung ausgefallenen Vorarbeiten wurden die Versuche in großem Maßstabe mit Unterstützung des K. Preußischen Unterrichts-Ministeriums gemacht, welche glänzende Resultate lieferten. Dies war ein großes Glück für Abbe und Zeiß, denn sie erhielten aus dem glastechnischen Laboratorium von Schott die optisch vollkommensten, unter Verwendung einer viel größeren Anzahl chemischer Bestandteile wie bisher, insbesondere durch Anwendung von Phosphorsäure und der Borsäure neben der Kieselsäure hergestellten Gläser in mannigfaltiger Art und dadurch die früher nicht gebotene Möglichkeit, die Fehler der Farbenabweichung der neuen Mikroskop-Objektive der 10linsigen Achromate mit den Kompensationsokularen (1886) fast ganz aufzuheben. Mit dem neuen Glasmaterial, dem sich Linsenkombinationen aus dem seltenen Flußspat von sehr geringer Lichtzerstreuung anreichten, lieferte Abbe ein Mikroskop mit einem in allen Teilen des Gesichtsfeldes scharfen Bild, ohne Farbenfehler und optisch von einer bis dahin unerreichten Richtigkeit der Abbildung. Die neuen Gläser haben auch in anderen Zweigen der Optik, bei Herstellung von photographischen Linsen und Fernrohrprojektiven, fruchtbar

gewirkt. Es wurden Gläser hergestellt, die nur Strahlen von gewisser Wellenlänge durchlassen, ferner Thermometerglas ohne Depression des Nullpunktes und Geräteglas mit geringeren Ausdehnungskoeffizienten, welches plötzliche Erwärmung und Abkühlung erträgt.

Zu erwähnen ist noch die weit bekannte und viel angewendete Abbe-Zeiss'sche Zählkammer, ein sinnreiches Instrument mit dem in kurzer Zeit die Zahl der Blutkörperchen in einem gewissen Volumen Blut erhalten werden kann.

Durch alle diese Neuerungen war es gelungen, das Mikroskop in seinen Leistungen in hohem Grade zu verbessern und Dinge damit sichtbar zu machen, die man früher nicht zu erkennen vermochte. Der Nutzen für die Wissenschaft blieb auch nicht aus. Die heutige Entwicklung der Lehre von den feinsten normalen und pathologischen Formen der tierischen und pflanzlichen Organismen wäre ohne Abbes Mitarbeit nicht möglich gewesen. Vor allem ist dadurch die Erforschung der niedersten kleinsten Lebewesen, der Bakterien, welche dem Menschengeschlechte verheerende Erkrankungen bringen, gefördert worden und es wird auf Grund solcher Beobachtungen sich auch die Hilfe gegen diese schlimmen Feinde anbahnen. Robert Koch, der durch die Entdeckung des Tuberkelbazillus den Grund zur jetzigen Bakteriologie legte, erkannte es an, daß er ohne die Abbeschen Immersionsmikroskope diese zarten Gebilde nicht gesehen hätte.

Größer wie als Forscher und die Wissenschaft anwendender Gelehrter ist Abbe als gewaltiger Organisator und Sozialpolitiker. Mit einem einzigartigem Geschick und einer unerreichten Tatkraft, ohne Rücksicht nur sein Ziel verfolgend, wußte er seine Werkstätte auszudehnen und zu der größten Fabrik der Art auf der Erde, zu einer Großindustrie, zu erheben. Man könnte allerdings in Zweifel sein, ob ein solcher gesteigerter Betrieb für den Fortschritt in wissenschaftlichen Dingen das günstigste sei, oder doch so wie die Ansammlung von Kapitalien in einer Hand oder die großen Geschäftshäuser im sozialen Leben gewisse Nachteile mit sich bringt. Als

Abbe (1875) als stiller Teilhaber in das Geschäft von Karl Zeiß eintrat, waren 25 Arbeiter in demselben beschäftigt; nach dem Tode von Karl Zeiß und dem Ausscheiden von dessen Sohn (1888) war Abbe der alleinige Inhaber und Leiter der Fabrik bis 1891, wo sie über 2000 Arbeiter und 160 Angestellte zählte. Für diese sorgte er in wahrhaft väterlicher Weise und man kann sagen, daß er mit seinen Einrichtungen einen Teil der sozialen Probleme löste. Abbe hatte schon früher (1889) die Karl Zeiß-Stiftung gegründet, in welche nun die ganze Werkstätte aufgenommen wurde; dieser Stiftung überließ er (1891) den größten Teil seines Vermögens und trat ihr sein Eigentumsrecht vollständig ab, indem er nur einfaches Verwaltungsmitglied derselben blieb. Diese Karl Zeiß-Stiftung mit ihrer tiefdurchdachten, von ihm geschaffenen Verfassung und sozialen Organisation war wohl das bedeutsamste Werk und die größte Tat seines Lebens. Es war darin für die materielle Lage der Arbeiter in freigebigster Weise gesorgt; sie beziehen zumeist Stücklohn und können nach einigen Jahren sich jährlich auf 1800 Mark stehen, erprobte Arbeiter bis zu 3000 Mark; die Arbeiter und Beamten sind, mit Ausnahme der Verwaltungsmitglieder, am Gewinn beteiligt nach Abzug der statutenmäßig stattfindenden Zuwendungen an die Universität. Bei achtstündiger Arbeitszeit ist Urlaub mit Lohnfortzahlung und Pensionsberechtigung vorgesehen. Die Stiftung verfügt für die Fabrik über eine Pensionskasse, eine Spar- und Krankenkasse, eine Fortbildungsschule, über Freitische für jugendliche Arbeiter und anderes.

Durch besondere eigenartige Anordnungen suchte er seine Ideen und sein Werk für alle Zukunft sicher zu stellen, indem er das Unternehmen aus einem persönlichen in ein unpersönliches verwandelte. Es ist zu wünschen, daß sich die immerhin sehr komplizierten Einrichtungen auch unter den Bedingungen veränderter Zeitverhältnisse erhalten lassen.

Ganz besonders segensreich wirkt das von der Stiftung mit einem Kostenaufwand von einer Million Mark errichtete Volkshaus, nach seinem Tode Ernst Abbe-Haus genannt, welches

allen Schichten der Bevölkerung zugänglich ist und eine reich ausgestattete, öffentliche Lesehalle, eine wertvolle Bibliothek, eine Gewerbeschule, Säle für Unterhaltungen und Versammlungen, einen großen Saal für Konzerte und Vorträge, und eine Kunstausstellung enthält.

Großartig sind ferner seine einmaligen Zuwendungen, namentlich für die Universität Jena zur Förderung der Naturwissenschaften, zum Neubau des Universitätsgebäudes und von Instituten der Universität; sie betragen über zwei Millionen Mark. Außerdem werden aus der Karl Zeiß-Stiftung jährlich beträchtliche Summen für die Erhaltung und den Betrieb der Institute, zur Besoldung von außerordentlichen Professoren etc. unter der Bedingung einer absoluten Lehrfreiheit gewährt. Dadurch ist die Karl Zeiß-Stiftung neben den thüringischen Staaten die Erhalterin der Universität Jena; sie ermöglichte Jena zur Konkurrenz mit den anderen größeren Universitäten.

So suchte Abbe Bildung und Kenntnisse zu verbreiten als das Hilfsmittel für den Fortschritt der Menschheit und ihr Wohlergehen. Er ging dabei von der Ansicht aus, daß der einzelne Mensch die Früchte der Leistungen, welche er, von der Kultur der Gesamtheit getragen, erwirbt, nicht für sich allein beanspruchen darf, sondern die Gesamtheit daran Anteil nehmen lassen muß.

In seltener Uneigennützigkeit und Aufopferungsfähigkeit hatte er sich seines großen Reichtums entäußert, um seine Ideen zu verwirklichen.

Er selbst blieb trotz des um ihn verbreiteten Reichtums und trotz hoher Ehren der schlichte Gelehrte von größter Einfachheit in seiner Lebensweise; er hatte kein anderes Bestreben, als durch unablässige Tätigkeit in ungestümem Schaffensdrang zu nützen. Durch geistige Überanstrengung hatte er sich ein schweres Nervenleiden zugezogen, das seine letzten Lebensjahre trübte und den an geistige Arbeit Gewohnten zwang, derselben zu entsagen.
