

# Zeitschrift für angewandte Chemie

Band I, S. 17—24

Aufsatzteil

20. Januar 1920

## Ernst Abbe

(geb. am 23. Januar 1840).

Ein Gedenkblatt zu seinem 80. Geburtstage.

Von F. Löwe, Jena

„Das Andenken an die großen Männer, die Deutschland hervor- gebracht hat, stellt einen köstlichen Schatz unserer Nation dar, dem die Zauberkraft innewohnt, das nationale Selbstbewußtsein und, worauf es in der jetzigen Zeit der Not besonders ankommt, unseren Mut für die Zukunft zu stärken.“ Mit diesen Worten leitet Exzellenz Warburg, Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt, das Vorwort zu der ersten der volkstümlichen Biographien<sup>1)</sup> ein, deren Herausgabe und Verbreitung die Siemens-Ring-Stiftung sich zum Ziele gesteckt hat; im Sinne des Warburg'schen Geleit- wortes sollen auch die folgenden Zeilen das Gedächtnis an Abbe in uns beleben, und die Bedeutung einiger von Abbe's mannig- fachen Erfindungen für die chemische Welt beleuchten.

Als Sohn eines Spinnmeisters am 23. Januar 1840 zu Eisenach geboren<sup>2)</sup>, besuchte Abbe die Eisenacher Realschule, unterstützt durch ein Stipendium der Familie v. Eichel, in deren Spinnerei sein Vater tätig war. Dafür wurde von ihm erwartet, daß er nach dem Maturus in die Firma einträte und dort Beamter würde. In einer heftigen Auseinandersetzung mit dem Chef der Firma erkämpfte Abbe sich die Freiheit, eine Universität zu beziehen. Seine Be- gabung für Mathematik und Physik war schon frühzeitig zutage getreten; auch die Chemie lag ihm gut, wie in seinem Abiturien- tenzeugnisse zu lesen ist. Doch hat Abbe in keinem seiner 9 Semester, von denen er 4 in Jena und 5 in Göttingen studierte, Chemie gehört. Er promovierte in Göttingen bei dem Physiker Wilhelm Weber mit einer selbstgewählten Arbeit über: „Erfahrungsgemäße Be- gründung des Satzes der Äquivalenz zwischen Wärme und mechani- scher Arbeit“. Sogleich nach der Promotion wurde er Assistent an der Sternwarte, wo er sich jedoch in wenigen Monaten so über- arbeitete, daß er auf Wunsch seines Vaters diese Stelle aufgab. Auf Vorschlag des Göttinger Professors Stern wählte der Physi- kalische Verein zu Frankfurt a. M. ihn nach einem Probevortrage provisorisch zum Dozenten, so daß Abbe in Frankfurt ein an Anregungen reiches Jahr verbrachte, bis sein Jenaer Lehrer, der Physiker Snell, ihm die schon seit Jahren ins Auge gefaßte Über- siedlung nach Jena zum Zwecke der Habilitation ermöglichte. Von der damals dazu erforderlichen Ablegung des Staatsexamens für Lehramtskandidaten wurde Abbe befreit. Seine Vorlesungen hatte er schon vor der Probelesung und der öffentlichen Disputation im Sommer 1863 begonnen. In seiner 30 jährigen Dozententätigkeit hat Abbe zuerst über alle für den Physiker wichtigen Stoffe mathe- matischer und physikalischer Art gelesen, dann die Mathematik, später die Experimentalphysik ausgeschaltet und sich auf die mathe- matische Physik konzentriert, und schließlich sich auf die rechnende Optik und Astronomie beschränkt.

Vom Beginn seiner Tätigkeit als Physikprofessor an legte Abbe großen Wert auf die Unterweisung seiner Hörer im Experimentieren. Das sogenannte Laboratorium wurde von ihm allmählich mit brauch- baren Lehrmitteln ausgestattet, und er benutzte jede Gelegenheit, um den Regierungen der vier Erhalterstaaten die Wichtigkeit der praktischen Übungen auseinanderzusetzen; umgekehrt bedurfte es

später bei der Eingabe eines Institutsleiters an die Carl-Zeiß-Stiftung zur Bewilligung von Mitteln für die Ausstattung mit Apparaten irgendwelcher Art keiner ausführlichen Begründung, da dort das Verständnis für deren Notwendigkeit vorhanden war. — Abbe's Lust am Experimentieren und seine Freude an praktisch-mechani- scher Tätigkeit brachte ihn von selbst in häufige Berührung mit dem Inhaber der Jenaer mechanisch-optischen Werkstätte von Carl Zeiß, die zur Zeit von Abbe's Habilitation bereits 20 Jahre bestand und sich wegen ihrer Lupen und Mikroskope eines guten Rufes erfreute; und als Zeiß sich zu der Überzeugung durchgerungen hatte, daß weitere Fortschritte im Bau der Mikroskope, der bis dahin nur den Charakter eines Kunsthandwerkes gehabt hatte, ohne Inanspruchnahme wissenschaftlicher Arbeit ausgeschlossen seien, wandte er sich nach einem vergeblichen Versuche mit einem Mathe- matiker an Abbe mit der Bitte, den Bau von Mikroskopen auf eine wissenschaftliche Grundlage zu stellen.

Die gemeinsame Arbeit von Abbe und Zeiß: zuerst die Durch- rechnung von Mikroskopobjektiven mit kleinem Öffnungswinkel zum Zwecke bester Vereinigung aller Strahlen zu einem scharfen Bilde, und dann die Ausführung der Linsen genau mit den von der Rechnung verlangten Krümmungsradien, Dicken und Abständen (etwas für die Technik gänzlich Neues) führte zu einem völligen Mißerfolg: im mikroskopischen Bilde fehlten die feinsten Einzel- heiten, die die alten, schlecht korrigierten Systeme mit großem Öffnungswinkel erkennen ließen. Zwei Jahre, von 1869—71, war ohne sichtbaren Erfolg gearbeitet worden.

Die Erklärung für diese Enttäuschung fand Abbe in der bis dahin nicht beachteten Tatsache, daß bei der mikroskopischen Bild- erzeugung zwei Abbildungsvorgänge gleichzeitig verlaufen; einmal wird die Lichtquelle durch jede Linse des Systems abgebildet (primäre Abbildung), andererseits vermitteln die Lichtstrahlen die Abbildung des von der Lichtquelle beleuchteten Objekts (sekundäre Ab- bildung). Man muß, will man die Abbildung des Objekts studieren, auch diejenige der Lichtquelle durchrechnen und dafür sorgen, daß nicht Teile des Strahlenbüschels, die durch die Beugung des Lichts in der feinen Struktur des mikroskopischen Objekts aus ihrer gerad- linigen Bahn abgelenkt werden, auf ihrem weiteren Wege durch Blenden oder Linsenränder abgeblendet werden und verloren gehen, obwohl sie für die Abbildung der Feinheiten des Objekts unent- behrlich sind. So gelangte Abbe zu einer gänzlich neuen Theorie der Bilderzeugung im Mikroskop, die zu derjenigen im Fernrohr, der sie bis dahin gleichgestellt war, in einem scharfen Gegensatz steht, und die sich nach mannigfacher Bekämpfung die allgemeine Anerkennung errungen hat. Sie setzte Abbe, der inzwischen Teilhaber der Firma geworden war, in den Stand, das von Zeiß gesteckte Ziel zu erreichen. Freilich stellte auch die genaue Aus- führung der Objektive nach Maßgabe der berechneten Linsendicken, -krümmungen und -abstände neue Anforderungen an den ausführenden Optiker und Mechaniker; es mußten Messungen hundertweise im Betriebe angestellt werden, die früher nur vereinzelt im physika- lischen Laboratorium gemacht wurden. Die Messungen mußten durch Laien rasch auszuführen sein mit derselben Genauigkeit, mit der bisher der Fachmann sie in der Stille des Laboratoriums an- stellte. So entstanden Abbe's Dickenmesser, Sphärometer und Komparator. Nach der Entwicklung seiner Theorie der mikro- skopischen Abbildung fand Abbe eine weitere Hemmung seiner Pläne in der Unzulänglichkeit der Auswahl an optischen Gläsern; die Glassorten der damaligen Zeit hatten entweder niedrige Licht- brechung und geringe Farbenzerstreuung (Krongläser) oder hohe Lichtbrechung und starke Farbenzerstreuung (Flintgläser), während

<sup>1)</sup> Ernst Abbe, sein Leben und Wirken, geschildert von Felix Auerbach, herausgegeben von der Siemens-Ring-Stiftung zur Ehrung großer Männer der Technik und der technischen Wissenschaften. Leipzig 1919, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.

<sup>2)</sup> Die biographischen Angaben wurden meist entnommen aus: Ernst Abbe, sein Leben, sein Wirken und seine Persönlichkeit, nach den Quellen und aus eigener Erfahrung geschildert von Felix Auerbach. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1918. Gr. 8°. XVI. 512 S.

für die Verbesserung des Korrektionszustandes der Objektive z. B. Glassorten von höherer Lichtbrechung und geringer Farbenzerstreuung sehr erwünscht gewesen wären. Hier nun kam A b b e unverhofft, aber um so willkommener, Hilfe von seiten der Chemie: der damals 28 jährige Chemiker Dr. Otto Schott, der Sohn eines Tafelglashüttenbesitzers, der sich den umfassenden Ausbau der Chemie der feurigen Flüsse auf Grund seiner in der Glasschmelzerei in Deutschland und Spanien gewonnenen praktischen Erfahrungen zum Ziele gesetzt hatte, wandte sich 1879, nachdem ihm die Erschmelzung einer neuen Glasart, eines Lithiumglases gelungen war, an die rechte Schmiede, nämlich an A b b e, mit der Bitte, das Glas optisch zu untersuchen. Das Glas zeigte auch ein von den üblichen Krongläsern abweichendes Verhalten, war also ein neues Glas, aber leider wichen seine optischen Eigenschaften nach der unerwünschten Seite ab. Der Gedankenaustausch der beiden Männer war von dem Erfolge begleitet, daß Schott selbständig weitere Versuche zur Erschmelzung neuer optischer Gläser in Witten in Angriff nahm und im Frühjahr 1882 nach Jena übersiedelte. Im Laufe der Jahre entstand hier nach mancherlei Schwierigkeiten unter A b b e s Beteiligung das „Glastechnische Laboratorium Schott & Genossen“, das später eine so glänzende Entwicklung aufwies. Während anfangs das Ziel des Laboratoriums die Erschmelzung optisch brauchbarer Gläser war, lehrte die physikalische Untersuchung der Gläser bald, daß auch ein von der deutschen Reichsregierung gesuchtes Material: Thermometerglas<sup>3)</sup> mit neuen thermischen Eigenschaften, sich planmäßig entwickeln ließ.

Die älteren Thermometergläser verhielten sich nämlich nicht ganz wie feste Körper; nach einer einmaligen Erwärmung etwa auf 100°C und anschließender Abkühlung in schmelzendem Eise ging die Quecksilberkuppe nicht auf den Nullpunkt zurück, sondern um 0,5 bis 1° tiefer; d. h. die Quecksilberkugel blieb zunächst größer, als sie vorher gewesen war; dieser Fehler glich sich mit der Zeit von selbst wieder aus, falls das Thermometer in Ruhe blieb. Wurde es aber weiter benutzt, wozu es doch schließlich bestimmt ist, so war man in einer dauernden Unsicherheit über den Nullpunkt des Thermometers, mochte er anfänglich noch so sorgfältig, z. B. von der Normaleichungskommission, festgelegt sein. Bei der Wichtigkeit, die zuverlässige Temperaturmessungen tagtäglich für wissenschaftliche, insbesondere chemische Arbeiten haben, bedeutete es daher einen großen Erfolg, daß es der gemeinsamen Arbeit des Chemikers, der die Zusammensetzung des Röhrenglases allmählich abänderte, und des Physikers (Dr. Wiebe, Mitglied der Normaleichungskommission), der von jeder neuen Schmelze die thermischen Eigenschaften studierte, schließlich gelang, das neue antlich als „Jenaer Normalglas“ bezeichnete Material zu erschmelzen, das von der „Depression des Nullpunktes“ praktisch frei ist. Schließlich sei noch auf das Geräteglas für chemische Gefäße aller Art hingewiesen, dessen Angreifbarkeit durch heißes Wasser viermal geringer ist als die des besten, vorher bekannten Geräteglases. Neben dieser mehr mittelbaren Bedeutung von A b b e s Wirken für den Chemiker, der Schaffung eines guten Thermometerglases und brauchbarer Geräte aus widerstandsfähigem Glase im Glastechnischen Laboratorium Schott & Genossen, ist schließlich noch auf eine Gruppe optischer Meßinstrumente hinzuweisen, die dank der zweckmäßigen Formen, die sie erstmalig durch A b b e erhalten haben, in chemischen Laboratorien zu unentbehrlichen Meßgeräten geworden sind; dies sind die Refraktometer zur Bestimmung der Lichtbrechung und der Farbenzerstreuung fester Körper und besonders von Flüssigkeiten aller Art<sup>4)</sup>.

Sobald A b b e daran ging, Linsensysteme lediglich nach Vorausberechnung aller optischen Bestandteile zu konstruieren, war er gezwungen, von den zu verwendenden Glasschmelzen die Brechungsquotienten für verschiedene Farben genau zu bestimmen, da die Fabrikanten optischer Gläser ihre Erzeugnisse, „wie wenn sie zu Schiffballast bestimmt wären, durch das spezifische Gewicht“ charakterisierten. Durch das Zusammenarbeiten mit Schott und die zunehmende Auswahl unter den verfügbaren Schmelzen, wurde die Messung der Lichtbrechung von Gläsern zu einer täglich wiederkehrenden Aufgabe. So war A b b e gezwungen, die Meßmethoden

zu vereinfachen. Von A b b e s spektrometrischer Meßmethode kann hier abgesehen werden, da sie nur für den Physiker von Bedeutung ist; dagegen führte das Meßprinzip der totalen Reflexion zum Bau eines im Gebrauche sehr einfachen „Refraktometers“, das A b b e s Namen auch im chemischen Laboratorium bekannt gemacht hat. Die von ihm ausgesprochene Erwartung, daß Brechungsquotient und Dispersion für viele Aufgaben der Technik zur Unterscheidung und Prüfung von mancherlei Substanzen, sowie zu Konzentrationsbestimmungen für den Chemiker eine ähnliche Bedeutung gewinnen werde, wie die anderen physikalischen Merkmale, Siedepunkt, Dampfdichte, spezifische Wärme u. dgl., hat sich voll erfüllt. Das A b b e sche Refraktometer wurde von Pulfrich, sobald es sich in der Industrie der Fette und Öle einbürgerte, mit heizbaren Prismen ausgerüstet, da der Brechungsquotient von Flüssigkeiten in hohem Grade von der Temperatur abhängt. Das heizbare A b b e sche Doppelprisma, verbunden mit einem festen Fernrohre mit Okularskala ergab zwei einfachere technische Refraktometer: das Milchlrefraktometer für die Wollny-Naumannsche Bestimmung des Fettgehalts der Milch und, mit höherem Meßbereich, das Butterrefraktometer für die Untersuchung der Speisefette und -öle, das in keinem Nahrungsmittelamte fehlt. Für die Bedürfnisse der Zuckerindustrie wurde das Zuckerrefraktometer geschaffen, das im Gesichtsfelde die Trockensubstanzprocente von Sirupen, Melassen und Zuckersäften aller Art anzeigt und sich bemerkenswerterweise in den Tropen schneller eingebürgert hat als im Inlande.

Aus dem von A b b e zunächst für die Untersuchung von Seewasser bestimmten Prozentrefraktometer ging Pulfrichs Eintauchrefraktometer hervor. Es ist, besonders in Verbindung mit dem Wagnerschen Tabellenwerke für allgemeine chemisch-analytische Zwecke in Gebrauch und dient außerdem dem Nahrungsmittelchemiker zur Erkennung der Wässerung der Milch (nach Ackermann, Mai und Rothenfußer, Utz u. a.) und zur Alkohol- und Extraktbestimmung im Biere sowie dem Mediziner zur klinischen Eiweißbestimmung im Blutserum (nach Reiß).

Die Förderung der Spektrochemie, der Verwertung der Kenntnis der molekularen Refractionen und Dispersionen für die Erforschung der Konstitution organischer Verbindungen, die A b b e bereits 1874 im Vorwort zu seiner Schrift „Neue Apparate“ in den Bereich der Möglichkeit gezogen hatte, blieb dagegen Pulfrichs „Refraktometer für Chemiker“ vorbehalten, dessen mikrometrische Vorrichtung zur Messung der Dispersion das Refraktometer dem erheblich schwieriger zu bedienenden Spektrometer ebenbürtig gemacht hat.

So haben sich die Refraktometer, deren älteste Formen von A b b e erfunden und durchgearbeitet worden sind, in allen Zweigen der analytischen Chemie als nützliche Werkzeuge erwiesen.

Was A b b e s Charakter anbetrifft, so ist allen, die das Glück hatten, mit ihm zusammen zu arbeiten, neben einem fabelhaft raschen Auffassungsvermögen und großem Überblick seine Liebenswürdigkeit und als Hauptzug die unerbittliche Ehrlichkeit in Erinnerung, mit der er es z. B. peinlichst vermied, daß in der Literatur oder im Briefwechsel irgendeine Idee oder ein Apparatteil fälschlich als sein geistiges Eigentum gedeutet werden konnte. Eng verwand mit diesem Charakterzuge ist sein hoher Gerechtigkeitssinn, aus dem heraus es ihm ein Bedürfnis war, den größten Teil seines, wie wir gesehen haben, selbsterarbeiteten Vermögens zur Begründung der Carl Zeiß-Stiftung zu verwenden.

## Vorschläge zur Normalisierung der Formen des chemischen Geräteglases.

Von Dr. H. THIENE, Betriebsleiter im Glaswerk Schott & Gen.

(Eingeg. 20./11. 1919.)

Die immer weitere Kreise ziehenden Bestrebungen zur Normalisierung unserer Industrieerzeugnisse haben dankenswerter Weise auch vor den in den chemischen Laboratorien gebrauchten Geräten und Apparaten nicht Halt gemacht. Der Verein deutscher Chemiker, in dem eine besondere Fachgruppe für chemisches Apparatewesen besteht, hat eine Reihe von Kommissionen gebildet, von denen jede ein besonderes Spezialgebiet bearbeitet. Von der Kommission für Hüttenglas, deren Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr. Böttcher, Ilmenau, ist, bin ich beauftragt, die Vorschläge für die Normalisierung der Formen des Hüttenglases auszuarbeiten. Bei der getroffenen Auswahl ließ ich mich zuerst von dem Gedanken leiten, die übergroße Mannigfaltigkeit von Formen und Größen einzu-

<sup>3)</sup> Vgl. hierzu: Die Glasindustrie in Jena, von Eberhard Zschimmer, mit Zeichnungen von Erich Kuithan. Verlag von Eugen Diederichs, Jena 1909, S. 132 ff.

<sup>4)</sup> Vgl. E. A b b e, Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper. Jena 1874, in Maukes Verlag; abgedruckt in: Gesammelte Abhandlungen von Ernst Abbe, Bd. II, S. 82 ff., herausgegeben von E. Wandersleb, Jena, Gustav Fischers Verlag, 1906.