

61/2869 (7A)

VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA.

Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreungsvermögens fester und flüssiger Körper.

Von Dr. Ernst Abbe, ord. Prof. in Jena. Mit 1 Tafel und 7 Textfiguren. Preis: 2 Mark 80 Pf.

Besammelte Abhandlungen. Von Dr. Ernst Abbe. Erster Band: Abhandlungen über die Theorie des Mikroskops mit 2 Tafeln und 28 Figuren im Text und einem Portrat des Verfassers. Preis: brosch. 9 Mark, geb. 16 Mark.

Inhalt.

I. Ueber einen Spektralapparat am Mikroskop. Mit Fig. 1. Seite 1—13. — II. Ueber die Bestimmung der Lichtstärke optischer Instrumente. Mit besonderer Berücksichtigung des Mikroskops und der Apparate zur Lichtkonzentration. Mit Fig. 2—7. Seite 14—44. — III. Beiträge zur Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung. Seite 45—100. — IV. Ueber einen neuen Beleuchtungsapparat am Mikroskop. Fig. 8. Seite 101—112. — V. Beschreibung des Apertometers. Mit Tafel I. Seite 113—118. — VI. Die optischen Hilfsmittel der Mikroskopie. Seite 119—164. — VII. Ueber mikrometrische Messung mittelst optischer Bilder. Seite 165—172. — VIII. Ueber Blinokoperahung. Seite 173—180. — IX. Ueber Stephenson's System der Bestimmung inneren optischen Mikroskop-Objektiven. Seite 181—195. — X. Ueber neue Methoden zur Verbesserung der sphärischen Korrektur, angewandt auf die Konstruktoren von Objektiven großer Apertur. Mit Fig. 9. Seite 196—212. — XI. Ueber die Bedingungen der Aplanasie der Linsensysteme. Mit Tafel II. Seite 213 bis 226. — XII. Einige Bemerkungen über das Apertometer. Seite 227—243. — XIII. Beschreibung eines neuen stereoskopischen Okulars, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Bedingungen mikro-stereoskopischer Beobachtung. Mit Fig. 10—18. S. 244—272. — XIV. Ueber die Grenzen der geometrischen Optik. Mit Vorbemerkungen über die Abhandlung „Zur Theorie der Bilder-Entstehung“ von Dr. B. Altmann. Mit Fig. 11. Seite 273—319. — XV. Ueber die Bedingungen der orthoskopischen und pseudoskopischen Wirkungen in dem binokularen Mikroskop. Mit Fig. 16—17. Seite 313—324. — XVI. Ueber die Bestimmung der Apertur beim Mikroskop. Mit Fig. 18—20. Seite 325—374. — XVII. Die Beziehungen zwischen Apertur und Vergrößerung beim Mikroskop. Seite 375—386. — XVIII. Ueber die Art des Scheins mit Objektiven von großer Öffnung. Mit Fig. 21—27. Seite 387—414. — XIX. Bemerkungen über die richtige Bestimmung der Vergrößerung einer Linse oder eines Linsensystems. Mit Fig. 28. Seite 415—440. — XX. Ueber neue Mikroskope. Ueber Verbesserung des Mikroskops mit Hilfe neuer Arten optischen Glases. S. 441—452. — XXI. Ueber die Wirkung der Schwächung durch weißes Licht. Strahlengang. Mit Fig. 29. Seite 453—477. — XXII. Ueber die Verwendung des Fluorits für optische Zwecke. Seite 478—481.

ERNST ABBE.

REDE

BEI DER VON DER UNIVERSITÄT JENA VERANSTALTETEN GEDÄCHTNISFEIER AM 2. MAI 1905

GEHALTEN VON

DR. A. WINKELMANN,

o. ö. PROFESSOR DER PHYSIK.



VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA

1905.

Hochgeehrte Versammlung!

Es ist mir der ehrenvolle Auftrag geworden, bei der heutigen Feier auszusprechen, was die Wissenschaft und unsere Universität an Ernst Abbe¹⁾ verloren haben. Abbe gehörte unserer Hochschule mehr als 40 Jahre als Docent an; er hat während dieser Zeit nicht bloß sein reiches Wissen und Können in den Dienst der Universität gestellt, sondern auch in der wirksamsten Weise zur Hebung der Hochschule durch die Darreichung großer Mittel beigetragen. Wenn bei dem Tode Abbes hervorragende Persönlichkeiten fast aller Kulturvölker einig waren in dem Lobe und der Anerkennung des Verstorbenen, so beweist dies allein schon die außerordentliche Bedeutung und Vielseitigkeit des Mannes. Und in der Tat: Abbe war ein Theoretiker von durchdringendem Verstande, ein Praktiker und Techniker mit genialer Erfindungsgabe und unermüdlichem Organisationstalent, ein Geschäftspolitiker mit weitausschauenden Zielen. Seine Erfolge auf dem Gebiete der praktischen Optik, insbesondere der Mikroskopie, haben ihm die Dankbarkeit und Bewunderung der Physiker, Astronomen, Ärzte und aller Naturforscher eingebracht. Durch seine sozialpolitischen Einrichtungen hat er sich einen ehrenvollen Namen in der praktischen Nationalökonomie erworben und den aufrichtigen Dank vieler Kreise der Bevölkerung gesichert.

Die Leistungen Abbes waren auf einem ernsten Studium, das er schon in jungen Jahren mit rastloser Energie betrieb, aufgebaut. Er hatte es in seiner Jugend nicht leicht, das Rüstzeug seiner späteren Erfolge zu erwerben. Als Sohn eines Fabriksehers in Eisenach geboren, bezog er, nach Absol-

1) E. Abbe ist am 14. Januar 1905 in Jena gestorben.

vierung des Realgymnasiums seiner Vaterstadt, im Jahre 1857 im Alter von 17 Jahren unsere Universität. Sein Vater konnte ihm nur einen kleinen Zuschuß zu seinem Lebensunterhalte gewähren, und der junge Student mußte sehen, wie er durch eigene Arbeit das bescheidene Maß dessen erwarb, was ihm zum Leben notwendig war. Deshalb war es für ihn eine doppelte Freude, als im Sommer 1858 der Preis der Herzogl. Sachsen-Altenburgischen Josephinischen Stiftung ihm für die Lösung einer Aufgabe, die von der hiesigen philosophischen Fakultät gestellt war, zuerkannt wurde. Die Aufgabe verlangte die Darstellung des Zusammenhanges, der bei Gasen zwischen Volumen- und Temperaturänderungen besteht, wenn Wärme weder zu- noch abgeführt wird. Bei der Beurteilung dieser Erstlingsarbeit, die Abbe in seinem dritten Semester ausgeführt hatte, heißt es am Schluß: „Die Fakultät steht deshalb nicht an, den Verfasser als des ersten Preises in vorzüglichem Grade würdig zu erklären“¹⁾. Nachdem Abbe hier vier Semester Mathematik, Physik und Philosophie studiert und die Vorlesungen der Professoren Snell, Schmidt, Schäffer, Kuno Fischer und Apelt gehört hatte, wandte er sich Ostern 1859 nach Göttingen und studierte hier Mathematik, Physik und Astronomie bei Wilhelm Weber, Riemann, Stern und Klinckerfueß. Ostern 1861 promovierte er in Göttingen auf Grund einer Dissertation, die im Zusammenhang mit der früher gelösten Preisaufgabe steht und die den Titel führt: „Erfahrungsmäßige Begründung des Satzes von der Äquivalenz zwischen Wärme und mechanischer Arbeit“. Abbe war der erste Schüler, der den Mut fand, Riemann als Examinator im Doktorexamen zu wählen. Er hat in späteren Jahren gern von diesem Examen, das im Anfange sich mit sehr leicht zu beantwortenden Fragen beschäftigte, erzählt. Als Riemann länger bei den einfachen Gegenständen verweilte, bat ihn Abbe, doch mal was Ordentliches, d. h. Schwereres zu fragen. Auch jetzt fielen die Antworten zur vollen Zufriedenheit des Examinators aus; denn Abbe wurde der höchste Grad im Doktorexamen zuerkannt. — Die Abbesche Dissertation enthält in ihren Gedankengängen

1) Aus den Fakultätsakten.

manche Anklänge an die späteren auf einem ganz anderen Gebiete liegenden Arbeiten. Man findet hier schon die strenge Sonderung des Empirischen und Hypothetischen, die scharfe Formulierung des Erreichten und vor allem die Loslösung des gefundenen Resultats von allen nicht notwendigen Voraussetzungen. So heißt es an einer Stelle: „Ich bin im Vorstehenden von der Aufgabe ausgegangen, einen bestimmt abgegrenzten Kreis von Erscheinungen nach erfahrungsmäßiger Methode auf ihre Gesetze zurückzuführen, und die zu Gebote stehenden experimentellen Bestimmungen haben genügende Grundlagen dargeboten, diese Aufgabe Schritt für Schritt bis zu ihrer allgemeinen und vollständigen Lösung zu verfolgen. Die letzt entwickelte Relation ist das schließliche Resultat dieser Untersuchung; es kommt ihr daher von jenem Standpunkte aus unmittelbar keine andere Bedeutung zu als die, das Fundamentalgesetz der fraglichen Erweiterungen in seiner allgemeinsten Gestalt auszusprechen. Man beachte die Art und Weise, wie die verschiedenen Gasarten darin umfaßt werden. In dem letzten Ausdruck sind alle, die einzelnen Gase betreffenden Bestimmungen weggefallen. Der quantitative Verlauf, insofern er durch die Wärmemengen verfolgt wird, ist also gänzlich losgetrennt von der spezifischen Beschaffenheit seiner Träger, das aufgestellte Gesetz gilt unabhängig von diesen und ist nur an die Bedingung gewisser normaler Verhältnisse geknüpft, derjenigen nämlich, welche den Gaszustand charakterisieren. . . . Es muß also auch der Grund der Erscheinungen von der spezifischen Natur der einzelnen Stoffe unabhängig sein und kann mithin nur in demjenigen gesucht werden, was allen gemeinsam ist.“ — In diesen Worten des 21jährigen Mannes wird man die Verbote sehen, die der allgemeinen Theorie der optischen Abbildung, wie sie Abbe in seinen Universitätsvorlesungen später vortrug, vorausgingen.

Nach vollendetem Doktorexamen wurde Abbe im Sommer 1861 Assistent bei dem Astronomen Klinckerfueß. Leider mußte er diese Stelle schon nach kurzer Zeit niederlegen, weil das nächtliche Beobachten ihn zu sehr angriff. Er wurde dann im Herbst 1861 Dozent am physikalischen Verein in Frankfurt a. Main und kam im Sommer 1863 nach Jena, um sich

an der Universität zu habilitieren. Die Habilitationsschrift handelte „Über die Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Fehler bei Beobachtungsreihen“. Gleichzeitig reichte Abbe eine Druckschrift bei der Fakultät ein, die er in dem Jahresbericht des physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. publiziert hatte und die einen „Vorschlag zu einer veränderten Einrichtung der Meridianinstrumente“ enthielt. Die philosophische Fakultät in Jena nahm Abbe, der nach ihrem Urteil „eine große und für sein Alter seltene Reife“ des Verstandes bekundet hatte, mit Freuden auf. Der 23jährige Privatdozent entwickelte bald eine außerordentlich vielseitige Tätigkeit; er las über die verschiedensten Gebiete der Mathematik und Physik, theoretisch wie experimentell, und hielt vielfach praktische Übungen ab. Im Jahre 1870 wurde Abbe außerordentlicher Professor und übernahm 1877 die Direktion der Sternwarte. Um einen Einblick in die ausgedehnte Tätigkeit des jungen Privatdozenten zu ermöglichen, führe ich die verschiedenen Vorlesungen an, die er in den ersten acht Semestern in mannigfacher Wiederholung gehalten hat:

Mechanik der flüssigen Körper; Elliptische Funktionen; Physikalische Übungen; Experimentalphysik; Mechanik fester Körper; Bestimmte Integrale; Instrumententheorie; Theorie der Gravitation, der Elektrizität und des Magnetismus; Zahlentheorie; Algebraische Analysis; Methode der kleinsten Quadrate; Analytische Geometrie; Funktionstheorie. — Es sind dies 13 verschiedene Vorlesungen. Die naheliegende Erwartung, auf Vorlesungen optischen Inhaltes zu stoßen, wird hier nicht erfüllt. Erst im Jahre 1874 setzt die erste optische Vorlesung ein und zwar unter dem Titel: Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente.

In dieser Vorlesung, die Abbe in späteren Jahren vielfach wiederholt vorgetragen hat, geht er von ganz neuen Gesichtspunkten aus, um eine allgemeine Theorie der Abbildung mit einem Minimum von Voraussetzungen zu gewinnen. Es handelt sich bei einer optischen Abbildung darum, daß vermittels Reflexionen oder Brechungen Bilder von Gegenständen hervorgebracht werden. Das Zustandekommen dieser Bilder ist an die Bedingung geknüpft, daß ein Teil der Strahlen, die

von einem Punkte des Gegenstandes ausgehen, durch Reflexionen und Brechungen eine solche Veränderung erfahren, daß sie wieder nach einem Punkte, dem Bildpunkt, konvergieren. Es muß also eine punktweise Abbildung durch Vermittlung geradliniger Strahlen eintreten, d. h. jedem Punkte im Objektraum muß ein und nur ein Punkt im Bildraum entsprechen. Die allgemeinen Gesetze, die zwischen Objekten und ihren Bildern bestehen, lassen sich nach Abbe bloß auf Grund der Voraussetzung, daß überhaupt eine optische Abbildung eines Raumes in einen anderen stattfindet, ableiten; sie sind ganz unabhängig davon, auf welche Weise die Abbildung verwirklicht wird. Um die Bedeutung dieser ganz allgemeinen Entwicklungen zu würdigen, muß man den Rahmen betrachten, in dem sie entstanden sind. Um die Gesetze zu entwickeln, die zwischen den Bildern und ihren Objekten bestehen, war man von besonderen Fällen ausgegangen, hatte hier die Beziehungen zwischen Bild und Objekt dargestellt und gelangte dann durch schrittweise Erweiterungen zu allgemein gültigen Sätzen. Den gleichen Weg ging auch der größte Mathematiker des vorigen Jahrhunderts, C. F. Gauß, in seinen klassischen dioptrischen Untersuchungen, die im Jahre 1840 herauskamen. Gauß setzte ein System zentrierter Kugelflächen voraus und suchte hier die Beziehungen zwischen Bild und Objekt zu ermitteln. Er kam zu dem wichtigen Resultat, daß die Abbildungsgesetze, welche sich bei beliebig zusammengesetzten zentrierten Linsensystemen ergeben, sich auf ebenso einfache Formen zurückführen lassen, wie man sie bei einer einzigen Linse von verschwindender Dicke findet. Diese berühmten Untersuchungen des Göttinger Mathematikers waren selbstverständlich Abbe bekannt; dagegen hatte er von den Untersuchungen von F. A. Möbius, der im Jahre 1851 darauf hingewiesen hatte, daß für die optische Abbildung durch eine brechende sphärische Fläche die Beziehungen der kollinearen Verwandtschaft gelten, keine Kenntnis. Ebenso wenig hatte Abbe die Untersuchungen von Clerk Maxwell aus dem Jahre 1858, die seinen eigenen Entwicklungen am nächsten standen, kennen gelernt. Abbe ging noch über Maxwell insofern hinaus, als er, wie schon erwähnt, keine weitere Voraussetzung machte als

die, daß überhaupt eine optische Abbildung stattfindet, ohne sich um das wie irgend zu kümmern. — Man kann hier die Frage aufwerfen, welchen Zweck und welchen Vorteil die rein geometrische Entwicklung, ohne Rücksicht auf die Verwirklichung der Abbildung, denn habe, da die praktische Verwertung doch immer nur mit bestimmten Instrumenten geschehen könne. Hierüber spricht sich Abbe in seiner Vorlesung folgendermaßen aus: „Es scheint aber keineswegs überflüssig, die Scheidung dessen, was schon aus dem allgemeinen Begriffe der optischen Abbildung folgt, und dessen, was erst Folge der dioptrischen Voraussetzungen ist, in der Theorie der optischen Instrumente möglichst streng durchzuführen. Denn für jede verständige Anwendung einer Lehre ist die richtige Bestimmung der zureichenden und notwendigen Voraussetzungen derselben ein wesentliches Erfordernis. Bei der üblichen Darstellungsweise aber wird diese Bestimmung zum mindesten außer acht gelassen, wenn nicht geradezu falsch getroffen. Hierdurch wird die theoretische Erörterung vieler konkreter Fragen in eine falsche Bahn gewiesen und die zutreffende Anwendung der Theorie oft genug verhindert oder doch erschwert“¹⁾.

Als Abbe die oben skizzierte allgemeine Theorie der optischen Abbildung im Jahre 1874 vorzutragen begann, war er schon im Besitze der wichtigsten Erfolge auf dem Gebiete der Mikroskopie; denn seine „Beiträge zur Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung“, welche die Grundlage der neuen Theorie des Mikroskops enthält, war schon im Jahre 1873 in Max Schultzes Archiv für mikroskopische Anatomie erschienen²⁾. Die allgemeine Theorie der optischen Abbildung hat Abbe selbst nicht veröffentlicht. Er war durch seine Tätigkeit bei der Firma Carl Zeiss, die Mitte der 60er Jahre begann, so sehr in Anspruch genommen, daß ihm keine Zeit zu größeren wissenschaftlichen Publikationen übrig blieb. Dazu kam, daß Abbe an seine zu veröffentlichenden Arbeiten außerordentlich hohe Anforderungen stellte und nur dann die Arbeiten zur Publikation aus der Hand gab, wenn die Dar-

1) S. Czapski, Theorie der optischen Instrumente nach Abbe. 1893, p. 26; 2. Aufl., 1904, p. 29.

2) E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen, Bd. I, p. 45, 1904.

stellung diesen Ansprüchen Genüge leistete. Es ist vorgekommen, daß er eine Arbeit, deren Druck bereits begonnen hatte, wieder zurückzog, weil die Darstellung ihn nicht befriedigte. Die erste Veröffentlichung der Abbeschen Abbildungstheorie ist im Jahre 1893 durch Czapski geschehen. In dieser Darstellung Czapskis¹⁾, die in seinem Werke „Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente nach Abbe“ erfolgte, schließen sich an die geometrische Theorie der optischen Abbildung die Untersuchungen und Anschauungen an, die Abbe über das Wesen und die Wirkungen der optischen Instrumente in seinen Universitätsvorlesungen dargelegt hatte. Es handelte sich hier, nachdem die Möglichkeit der Realisierung einer Abbildung erwiesen ist, vor allem um die Frage ob sich die theoretische Forderung, erfüllen lasse, daß alle Strahlen, die vor einem Punkt des Objektraumes ausgehend in den Bildraum eintreten, hier wieder in einem Punkte sich schneiden. Da eine wirklich vollkommene Erfüllung dieser Forderung nicht möglich ist, so erhebt sich die Frage, welchen Grad der Vollkommenheit die optischen Bilder überhaupt erreichen können. Um diese Frage vom theoretischen Gesichtspunkt aus zu erörtern, ist von der technischen Ausführung einer verlangten Konstruktion vollständig abzusehen; es ist vielmehr die technische Vollkommenheit der Produkte vorauszusetzen. Wenn dies geschieht, dann ergibt sich das wichtige Resultat, daß gewisse Ansprüche an die Vollkommenheit der optischen Bilder nicht gleichzeitig erfüllt werden können, und dass deshalb das Streben nach diesem Ziele ganz aussichtslos ist²⁾. Diese Feststellung der Grenze des Erreichbaren, wenn auch nur nach wenigen Richtungen, ist deshalb von grosser Bedeutung, weil sie als Wegweiser für die weitere Entwicklung dienen kann.

Wie schon erwähnt, trat Abbe in der Mitte der 60er Jahre in Beziehung zu Carl Zeiß, dem Inhaber einer kleinen optischen Werkstätte, die seit dem Jahre 1846 in Jena betrieben wurde. Die Verdienste dieses seltenen Mannes hat Abbe in seiner Rede zur 50jährigen Jubelfeier der Firma Carl Zeiß in seiner schlichten und doch so herzlichen Art gewürdigt.

1) S. Czapski l. c.

2) Vgl. S. Czapski l. c., Vorwort 1893.

Um zu zeigen, welche Stellung Zeiß zu der theoretischen Grundlage der Mikroskopie einnahm, heißt es hier. „Carl Zeiß sagte sich: Da alle Wirkungen, die eine Linsenkombination begleiten, auf Gesetzen beruhen, die durch die wissenschaftliche Optik genau festgestellt, in allen Einzelheiten mathematisch bestimmbar sind, und da auch alle maßgebenden Eigenschaften des wirksamen Stoffes, des Glases, auf das strengste meßbar sind, so muß es für den Aufbau der Linsensysteme jeder Art noch einen ganz anderen Weg (als man bisher gegangen) geben, um eine verlangte Wirkung mit Sicherheit des Erfolges herbeizuführen. Es muß auf diesem Gebiete noch eine ganz andere Art des Zusammenwirkens von wissenschaftlicher Lehre und technischer Kunst möglich sein, als bisher bestanden hat; es muß möglich sein, nicht nur die allgemeine Direktive für die zweckmäßige Zusammensetzung der Elemente aus der Theorie zu entnehmen, sondern die richtige Zusammensetzung selbst bis in ihre letzten Einzelheiten für jede verlangte Wirkung“. Carl Zeiß war sich klar bewußt, daß er selbst nicht in der Lage war, die theoretischen Grundlagen für den rationellen Bau der Mikroskope zu schaffen. „Der Schätzung seines persönlichen Verdienstes tut dieses keinen Eintrag. Die Schranken der eigenen Kraft kühl ermessen zu können, aus der Erkenntnis solcher Schranken aber nicht Entmutigung zu schöpfen, sondern den Antrieb zum fortgesetzten Suchen nach der richtigen Ergänzung ist auch ein Verdienst“¹⁾. Diese richtige Ergänzung fand Carl Zeiß in Ernst Abbe. Abbe wurde für Zeiß und das Mikroskop dasselbe, was Fraunhofer für Utzschneider und das Fernrohr im Anfang des vorigen Jahrhunderts geworden war. — Die Parallele zwischen Fraunhofer und Abbe liegt sehr nahe. Während aber Fraunhofer erst nach dem Bekanntwerden mit Utzschneider die Gelegenheit fand, sich wissenschaftlich auszubilden und zu den Leistungen sich zu befähigen, die ihn später als einen der ersten Optiker seiner Zeit erkennen ließen, kam Abbe mit voller wissenschaftlicher Durchbildung als fertiger Mann zu Zeiß. Hieraus darf man aber nicht etwa schließen, daß ihm

¹⁾ E. Abbe, Rede zur Jubelfeier 1896.

sofort der große Wurf gelungen wäre, der von Zeiß als das Ziel aller Bestrebungen hingestellt war. Im Gegenteil, die ersten Mikroskopobjektive, die Abbe berechnet hatte und die mit peinlicher Sorgfalt hergestellt waren, zeigten gegen Erwarten geringere Leistungen als die alten Mikroskope, die durch Probieren hergestellt waren. Diese mißlungenen Versuche, so hat Abbe später erzählt, haben Carl Zeiß viel Geld gekostet. Aber Abbe und Zeiß ließen sich durch diese anfänglichen Mißerfolge nicht abschrecken. Abbe entdeckte die Ursache derselben darin, daß die bisherige Theorie des Mikroskops, der er sich zunächst angeschlossen hatte, in wesentlichen Stücken sehr unvollständig und daß ein wesentliches Moment ganz übersehen war.

Man hatte bei dem Abbildungsvorgang im Mikroskop als selbstverständlich angenommen, daß die Abbildung der mikroskopischen Objekte nach den bekannten geometrischen Gesetzen der Abbildung sich vollziehe. Diese Auffassung des Abbildungsvorganges ist aber, wie Abbe sowohl theoretisch wie experimentell nachgewiesen hat, unrichtig. Da die mikroskopischen Objekte nicht selbstleuchtend sind, so gehen von den einzelnen Punkten derselben keine Strahlen aus, wie bei den selbstleuchtenden Körpern. Vielmehr leuchten diese Objekte bloß mittels durchfallender oder reflektierter Strahlen. Diese Strahlen rühren von irgend einer Lichtquelle her und es werden deshalb zunächst die Punkte dieser Lichtquelle durch das Mikroskopobjektiv abgebildet. Das abzubildende Objekt führt eine Modifikation dieser Lichtstrahlen der Lichtquelle und damit auch des Bildes der Lichtquelle selbst herbei. Aus den Beugungserscheinungen ist bekannt, daß geradlinige Strahlen, die durch ein System von engen Öffnungen hindurchgehen, eine Veränderung erfahren, die darin besteht, daß die Strahlen nach dem Durchtritt durch die Öffnungen nicht bloß in der ursprünglichen Richtung sondern auch nach anderen Richtungen sich ausbreiten. Infolge dieser Beugungswirkung tritt an Stelle des einfachen Bildes der Lichtquelle eine mehr oder weniger komplizierte sogenannte Beugungsfigur auf, in der die einzelnen Spektralfarben bei Anwendung weißen Lichtes sichtbar werden. Die Formen und die Anordnungen der Beugungsfigur stehen in direktem Zusammenhang mit dem durchstrahlten Objekt.

Das Bild des Objekts aber wird durch einen Interferenzvorgang mittels der Strahlen, die die Beugungsfigur darstellen, in einer Ebene entworfen, die nach den Gesetzen der geometrischen Abbildung gefunden werden kann. Diese Abbildung des Objektes ist also sekundärer Natur und als ein Interferenzphänomen zu charakterisieren.

Es ist somit der Vorgang bei der mikroskopischen Abbildung ein ganz anderer, als ein rein geometrischer, und es ist deshalb die Frage berechtigt, ob das mikroskopische Bild überhaupt mit dem Objekt übereinstimmt, ob es, mit anderen Worten ausgedrückt, eine Flächenprojektion des Objektes darstellt. Diese Frage ist von Abbe sehr ausführlich diskutiert und vollständig beantwortet. Das erste Resultat ist folgendes: Wenn alle durch die Beugungswirkung des Objektes zerlegten Strahlen von dem Objektiv des Mikroskops aufgenommen und zu einem Bilde vereinigt werden, so ist dies Bild unter Voraussetzung eines idealen Mikroskops ein getreues Abbild des Objekts; das Detail der körperlichen Struktur des Objekts wird dann durch das Mikroskop, mehr oder weniger vergrößert, vollständig in richtigen Größenverhältnissen wiedergegeben¹⁾. Wenn dagegen von der Strahlengruppe, die durch die Beugungswirkung des Objekts erzeugt wird, nur ein Teil durch das Objektiv dringen kann, so ist das Mikroskopbild nicht mehr ein treues Abbild des Objekts. Das mikroskopische Bild entspricht vielmehr einer Struktur, die jene Beugungsfigur liefern würde, die in dem Mikroskop zustande kommt. Die Frage, ob das mikroskopische Bild vollständig objektähnlich ist, hängt deshalb von drei verschiedenen Momenten ab: 1. von dem Objekt selbst; 2. von dem Mikroskop; 3. von der angewandten Lichtart. Je kleiner die Teile eines körperlichen Gebildes sind, in desto breitere Lichtbündel werden die einfallenden Strahlen durch die Beugungswirkung des Objekts aufgelöst oder desto größer wird der Winkelraum, in welchem die gebeugten Strahlen verlaufen. Je größer aber dieser Winkelraum wird, um so größer muß auch der Öffnungswinkel des Mikroskopobjektivs sein, damit sämtliche abgebeugte Strahlen bis zu verschwindender

¹⁾ E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen, Bd. I, p. 139, 1904.

Intensität noch in das Objektiv einzudringen vermögen. Das angewandte Licht ist endlich insofern von Bedeutung, als der Winkelraum der gebeugten Strahlen mit abnehmender Wellenlänge der Strahlen selbst abnimmt. Je kleiner die Teile eines körperlichen Gebildes werden, um so größere Öffnungswinkel des Mikroskopobjektivs sind, wie gesagt, nötig, um noch alle gebeugten Strahlen bis zur Grenze minimaler Intensität aufnehmen zu können. Schließlich hat aber die Größe der erreichbaren Öffnungswinkel eine Grenze, die nicht überschritten werden kann. Wenn aber selbst durch diesen größtmöglichen Öffnungswinkel nur ein Teil des abgebeugten Lichtes aufgenommen wird, so weicht das mikroskopische Bild umsomehr von dem Gegenstande ab, je kleiner der Anteil des gebeugten Lichtes ist, der zu dem mikroskopischen Bilde mitgewirkt hat. Aus diesen Entwicklungen ergibt sich eine Schranke, die der Vervollkommnung des Mikroskops durch die Natur der Sache gesetzt ist. „Denn durch kein Mikroskop können Teile getrennt (oder die Merkmale einer real vorhandenen Struktur wahrgenommen) werden, wenn dieselben so nahe stehen, daß auch der erste durch Beugung erzeugte Lichtbündel nicht mehr gleichzeitig mit dem ungebeugten Lichtkegel in das Objektiv eintreten kann“¹⁾. Dies ist aber der Fall, wenn die Maße der Struktur gleich oder kleiner als die halbe Wellenlänge desjenigen Lichtes sind, durch welches die Abbildung hervorgerufen wird. Je kleiner die Wellenlänge des benutzten Lichtes ist, um so weiter reicht unter sonst gleichen Bedingungen das Auflösungsvermögen des Mikroskops. Die kleinsten Wellenlängen liegen im ultravioletten Gebiet; da dieselben dem menschlichen Auge nicht sichtbar sind, sind sie nicht in der gewöhnlichen Weise verwendbar. Man kann sie aber durch Fluoreszenz sichtbar machen oder auf photographische Platten wirken und auf diesen die Bilder, die man sonst mit dem Auge sieht, entstehen lassen. Dieser von Abbe schon vor vielen Jahren gezeichnete Weg ist in neuester Zeit durch A. Köhler²⁾ hier in Jena beschritten.

¹⁾ E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen, Bd. I, p. 87, 1904.

²⁾ A. Köhler, Zeitschr. für wissenschaftl. Mikroskopie etc., XXI, p. 129 u. 273, 1904.

Es gibt aber noch einen anderen Weg, um die Wellenlänge der benutzten Lichtart zu verkleinern, ohne in das ultraviolette Gebiet einzutreten, und dieser Weg besteht darin, daß die Lichtstrahlen, welche das Objekt durchsetzen, nicht in Luft, sondern in einem höher brechenden Medium verlaufen. Beim Übergang aus Luft in ein höher brechendes Medium wird die Wellenlänge verkürzt und in dieser Verkürzung der Wellenlänge sowohl im Einschlußmittel des Objekts als auch in der Immersionsflüssigkeit beruht die Wirksamkeit der Immersion.

Die Grösse des Auflösungsvermögens des Mikroskops hängt also nach der Abbeschen Theorie von der Größe des Öffnungswinkels des Objektivs und von der Wellenlänge der angewandten Strahlen ab. Abbe hat für beide Momente eine zusammenfassende Größe eingeführt, die er mit dem Worte „Numerische Apertur“ bezeichnet. In deren neueren Zeit ist von der durch Abbe zuerst festgestellten Grenze des Auflösungsvermögens vielfach die Rede gewesen und zwar infolge einer wichtigen und interessanten Untersuchung von Siedentopf und Zsigmondy: „Über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen mit besonderer Anwendung auf Rubingläser“¹⁾ Man hat die Resultate dieser Forscher, entgegen ihrer eigenen Darstellung, vielfach, besonders in den Tagesblättern, als einen Beweis dafür hingestellt, daß Abbe und auch Helmholtz, der bald nach Abbe auf einem ganz anderen Wege zu der gleichen Feststellung kam, in ihrer theoretischen Grenzbestimmung sich geirrt hätten. Dies ist aber durchaus unzutreffend. Abbe und Helmholtz, haben gar keine Grenze für die Sichtbarmachung oder für die Sichtbarkeit von kleinen Teilchen aufzustellen versucht, sondern nur von einer Grenze der sichtbaren „Trennung“ gesprochen. Daß Abbe sich ganz klar darüber war, daß man kleinere Teilchen — als solche, die der von ihm ermittelten Grenze der objektähnlichen Abbildung entsprechen — sehen könne, ergibt eine Ausführung, die schon vor mehr als zwanzig Jahren in einer Arbeit „Über die Bemessung der Apertur“ von ihm gemacht wurde. Hier heißt es²⁾: „Der Beugungsfächer von Körperchen oder

1) Siedentopf und Zsigmondy, *Drudes Annalen*, Bd. X, p. 1, 1903.

2) E. Abbe, *Gesammelte Abhandlungen*, Bd. I, p. 302, 1903.

Fäden (z. B. von Bakterien oder Geißeln), die einzeln auf hellem Grunde liegen, muß genau identisch sein mit dem gleich großen Löcher oder Spalten, die auf dunkeltem Grunde liegen, und es muß, wie die Theorie lehrt, eine stetige und nahezu gleichförmige Zerstreuung des gebeugten Lichtes über die ganze Halbkugel eintreten, sofern der Durchmesser des Objekts sehr klein (ein Bruchteil der Wellenlänge λ) ist; und dies würde sogar der Fall sein, wenn das Medium den höchsten bekannten Brechungsexponenten besäße. Solche Objekte können gesehen werden, wie klein sie auch immer sein mögen¹⁾; es ist dies nur eine Frage des Kontrastes in der Lichtverteilung, der guten Definition der Objektivs und der Empfindlichkeit der Netzhaut.“

Wir haben im Vorhergehenden die Abbesche Theorie der mikroskopischen Abbildung mit einigen Strichen zu skizzieren gesucht. Abbe wandte sich bald nach Aufstellung seiner von den bisherigen grundverschiedenen Anschauungen dazu, diese experimentell zu erweisen; hierzu ersann er eine Reihe einfacher aber sehr eleganter Versuche. Es kam darauf an, experimentell festzustellen, daß das im Mikroskop gesehene Bild lediglich von der Beugungsfigur abhängt, die zum Bilde mitwirkt. Wenn man aus dieser Beugungsfigur Teile ausschneidet, so tritt eine Änderung des Bildes ein, und zwar eine Änderung, die sich für einfache Verhältnisse nach der Beugungstheorie im voraus bestimmen läßt. Abbe wandte als beugende Objekte Gitter verschiedener Breite und Anordnung an und konnte hier durch Ablendung bestimmter Teile der Beugungsfigur alle Konsequenzen seiner Theorie bis ins Einzelne bestätigen. Der zu diesen Versuchen speziell konstruierte Apparat befindet sich noch heute im hiesigen physikalischen Institut als ein wichtiges Stück wissenschaftlicher Entwicklung. Schon viele junge Physiker haben mit dem Apparat gearbeitet und durch die Wiederholung der gleichen Versuche, die Abbe einst angestellt hat, sich die Überzeugung verschafft, daß die Abbesche Theorie auf realem Boden aufgebaut ist.

1) Die gesperrten Worte sind in den „Gesammelten Abhandlungen“ nicht gesperrt.

Abbe hat sich damit begnügt, die Resultate seiner Theorie zu veröffentlichen, ohne die mathematischen Beweise anzuschließen. Er hat sich mit der Darstellung dieser Beweise eingehend beschäftigt, ist aber infolge seiner langwierigen letzten Krankheit nicht zum Abschluß gekommen. Indes besteht begründete Hoffnung, daß aus seinem Nachlaß schon bald die Veröffentlichung erfolgen kann.

Von der theoretischen Erkenntnis bis zur Herstellung eines Instrumentes, das den theoretischen Anforderungen entspricht, ist aber noch ein weiter Schritt. Abbe hat auch diesen Schritt auszuführen gelehrt, indem er die sämtlichen Linsen und Linsensysteme berechnete, die für das Mikroskop notwendig waren. Die Optik der Mikroskope wurde ebenso vollkommen in all ihren Einzelheiten rechnerisch vorausbestimmt, wie dies für die Fernrohre schon seit Fraunhofer geschehen war. Es war dies aber für die Mikroskope eine unvergleichlich schwierigere Aufgabe als für die Fernrohre und zwar deshalb, weil es sich bei dem Mikroskop um Lichtbündel handelt, die einen mehr als zomal so großen Öffnungswinkel besitzen, als sie bei den gangbaren Fernrohren auftreten. Die Rechenmethoden, die beim Fernrohr Verwendung gefunden hatten, reichten infolgedessen für das Mikroskop nicht aus und Abbe mußte zur Lösung des Problems auch diese Methoden auf eine neue Grundlage stellen, ehe er daran gehen konnte, die einzelnen Teile des Mikroskops endgültig zu berechnen. Nach Überwindung dieser mühevollen Arbeit, die Abbe ganz allein ohne eine anderweitige Unterstützung ausgeführt hat, wurde ein durchschlagender Erfolg erzielt. Denn durch die Firma Carl Zeiß wurden bald die vollkommensten Mikroskope hergestellt, die überhaupt je gemacht waren. Welche Bedeutung diese Mikroskope für den Fortschritt der Naturerkenntnis bedeuten, erhellt am besten aus der Tatsache, daß ohne die Vervollkommnung der Mikroskope durch Abbe die moderne Entwicklung der Bakteriologie nicht möglich gewesen wäre, wie dies von berufenster Seite, von Robert Koch, bezeugt worden ist.

Es würde die Grenzen meiner Aufgabe übersteigen, wenn ich hier versuchen wollte, die Leistungen Abbés auf dem Ge-

biete der Mikroskopie oder gar auf dem optischem Gebiet überhaupt im Einzelnen darzulegen. Nachdem die wichtigste Entdeckung für die Theorie des Mikroskops vorgeführt ist, will ich nur einige wenige Punkte herausgreifen, um Ihre Aufmerksamkeit dafür in Anspruch zu nehmen. Ich möchte zunächst auf die wichtigen Untersuchungen hinweisen, die sich mit der Lichtstärke in optischen Instrumenten beschäftigen und aus dem Jahre 1871 stammen¹⁾. Abbe hatte bei dieser Untersuchung, wie er mehrfach ausdrücklich hervorhebt, für das Mikroskop maßgebende Vorgänger in Naegeli und Schwendener, die bereits 1865 die Theorie der Beleuchtungsapparate für das Mikroskop „auf sichere und deutliche Begriffe“ gebracht hatten. Trotz dieser wichtigen Darstellung waren aber die Vorstellungen auf diesem Gebiet durchaus noch nicht geklärt; es war deshalb für Abbe eine wichtige Aufgabe, in eine erschöpfende Behandlung einzutreten. Um diese zu erreichen, führt Abbe nach einer Darstellung der photometrischen Grundbegriffe eine Scheidung der geometrischen und physischen Bedingungen der Lichtwirkung ein. Die ersteren werden durch die veränderlichen räumlichen Beziehungen zwischen den einzelnen maßgebenden Körpern dargestellt und ergeben die Strahlenmenge, während die physischen Bedingungen durch die Intensität der Strahlen, die Leuchtkraft, charakterisiert sind. Die Leuchtkraft umfaßt alle Momente, die unabhängig von den äußeren Umständen in der spezifischen Beschaffenheit der wirksamen Prozesse begründet sind. Die Anwendungen der von Abbe durchgeführten Untersuchung sind sehr mannigfaltig, sie enthalten neben der Theorie der Beleuchtungsapparate auch die Theorie der Blendenwirkung, die für die optischen Instrumente sehr wichtig geworden ist. Einem neuen Beleuchtungsapparat, oder Illuminator, am Mikroskop hat Abbe eine eigene Arbeit gewidmet. Diesen Apparat hatte Abbe ursprünglich nur für seinen eigenen Gebrauch ausführen lassen; er wurde aber durch Gelehrte, die ihn bei Abbe gesehen hatten, bald bekannt und er bildet heute einen wichtigen Teil in der Ausstattung eines guten Mikroskops. Der Apparat dient dazu,

¹⁾ E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen, p. 14 ff., 1904.

dem zu untersuchenden Objekt in bequemer Weise Licht zuzuführen und diese Lichtzufuhr sowohl nach Stärke als Richtung zu regulieren. Durch den Namen „Condensor“, unter dem der Apparat am meisten bekannt ist, sind Manche zu der irrthümlichen Auffassung geführt, daß das Licht durch ihn kondensiert würde. Dem gegenüber betont Abbe, daß alle Linsenkombinationen „eine größere Verminderung der in der Lichtquelle disponiblen Leuchtkraft herbeiführen, als der einfache Beleuchtungsspiegel, weil zu den Lichtverlusten durch die auf alle Fälle doch unentbehrliche Spiegelung noch diejenigen durch mehrfache Brechung hinzutreten“¹⁾. Durch den Abbesehen Beleuchtungsapparat wird am Orte des Objekts eine Lichtstrahlung hergestellt, durch welche das Objekt gleichzeitig aus allen Richtungen Licht erhält. Um den Lichtzutritt regulierbar zu gestalten, ist eine Blenden Vorrichtung vorhanden, durch welche es möglich ist, beliebig weite und beliebig gerichtete Lichtbündel wirken zu lassen. Dies wird dadurch erreicht, daß die Größe der Blendenöffnung variabel und die Öffnung selbst gegenüber dem Objekt verschiebbar ist.

Außer dem Beleuchtungsapparat sind von Abbe zahlreiche andere Konstruktionen angegeben und berechnet worden, die zum Teil eine weite Verbreitung gefunden haben. Ich möchte hier aber auf ein anderes Gebiet der Abbesehen Tätigkeit eingehen, das in einem nahen Zusammenhang mit seinen bisherigen Arbeiten steht und das darüber hinaus von Bedeutung geworden ist. Abbe besuchte im Jahre 1876 eine im South-Kensington-Museum in London stattfindende internationale Ausstellung, die in der Abteilung „Biologie“ eine Übersicht über Mikroskope und mikroskopische Hilfsmittel darstellte. Diese Mikroskopausstellung gab Abbe Veranlassung, einen Bericht darüber zu schreiben²⁾, der auf breiter Grundlage aufgebaut war und weit über das hinausging, was man sonst in derartigen Berichten zu finden gewohnt ist. Der Verfasser gab in diesem Berichte die theoretischen Gesichtspunkte für die Leistung eines Mikroskops, besprach an

1) E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen, p. 102, 1904.

2) E. Abbe, l. c., p. 119 ff., 1904.

der Hand seiner Theorie die physikalischen Bedingungen der Abbildung, indem er besonders auf die Bedeutung des Öffnungswinkels hinwies, und erörterte endlich die Mittel, die zur weiteren Vervollkommnung der Mikroskopobjektive führen können. Das wesentlichste Mittel besteht nach Abbe in der Herstellung neuer Gläser, die andere optische Eigenschaften haben als die bisherigen, bei denen nämlich der Gang der Dispersion nicht in einer einförmigen Beziehung zum mittleren Brechungsexponenten steht. Schon im Jahre 1874 hatte Abbe auf diesen Umstand hingewiesen, als er die Beschreibung neuer Apparate zur Bestimmung von Brechungsexponenten herausgab; bei dieser Gelegenheit hatte er auch schon sein Bedauern darüber ausgesprochen, daß die Glasschmelzkunst von dem Beispiel Fraunhofers, der selbst neue Gläser hergestellt hatte, so gut wie unberührt geblieben sei. Abbe zeigte in dem Ausstellungsbericht, daß gegründete Aussicht vorhanden sei, Gläser von der gewünschten Beschaffenheit herzustellen, wenn man dazu überginge, neue Materialien in das Glas einzuführen. In diesen Darlegungen Abbes sind die Hauptmotive zu sehen, welche zur Errichtung des hiesigen Glaswerks führten, das unter der Leitung Schotts in großartiger Entwicklung zu so glänzenden Erfolgen — nicht nur auf dem Gebiete der optischen Gläser — emporgehoben wurde. Seit dem Tode Fraunhofers war die Herstellung optischen Glases für wissenschaftliche Instrumente in Deutschland nicht mehr betrieben; infolge dessen war die deutsche optische Industrie seit jener Zeit vom Auslande abhängig und auf englische und französische Fabrikate angewiesen.

Aber die Einrichtung einer Glashütte mit einer von neuen Zielen und Kräften getragenen Untersuchung war mit großen Schwierigkeiten verknüpft, da bedeutende materielle Mittel nötig waren und der Erfolg voraussichtlich erst in ferner Zeit zur Geltung kam. Daher war es für das junge Unternehmen von großem Wert, daß in Anerkennung der weitreichenden Bedeutung das preußische Kultusministerium unter von Gossler eine beträchtliche Subvention zur Verfügung stellte. Glücklicherweise brauchte diese nur während zweier Jahre in An-

spruch genommen zu werden, sodaß schon im Jahre 1886 das neue Unternehmen auf eigenen Füßen stand.

Wenige Jahre nach der Errichtung der neuen Glashütte, im Jahre 1888 starb Carl Zeiss, der Begründer der nach ihm benannten Firma, mit dem Abbe während mehr als zwanzig Jahre in harmonischem Zusammenwirken gearbeitet hatte. Abbe war im Jahre 1875 Teilhaber der Firma geworden, die unter seiner Mitwirkung zu ungeahnter Höhe sich entwickelt hatte. Nachdem der älteste Sohn von Carl Zeiss, Dr. Roderich Zeiss, 1889 von dem Geschäft zurückgetreten war, wurde Abbe alleiniger Inhaber. Diese Stellung war nur von kurzer Dauer, denn bereits im folgenden Jahre gab Abbe sein Besitztum auf und gründete die Carl-Zeiss-Stiftung, die alleinige Besitzerin des großen Geschäftes wurde. Diese Stiftung Abbes hat mit Recht die größte Bewunderung der Mitwelt erregt, da sie eine Selbstlosigkeit dokumentiert, die ohne Beispiel dasteht. Denn Abbe gab bei Errichtung dieser Stiftung sein durch die angestrengteste Arbeit erworbenes Vermögen bis zu der gesetzlich zulässigen Grenze hin, verzichtete auf ein großes jährliches Einkommen und stieg von der leitenden Spitze zu der Stellung eines den übrigen Geschäftsleitern koordinierten Mitgliedes herab. Die Stiftung steht, wie Abbe sich in seiner Rede zur Jubelfeier der Firma im Jahre 1896 ausdrückt, nicht unter Gesichtspunkten innerer Geschäftspolitik, sondern durchaus unter Gedanken des allgemeinsten sozialen Interesses. Diese Gedanken sind auch für unsere Universität von großer Tragweite geworden; denn die Stiftung hat durch die Aufwendung großer Mittel dazu beigetragen, der Universität den Wettbewerb mit ihren deutschen Schwesteranstalten zu ermöglichen. Dieser Wettbewerb verlangte besonders durch die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Medizin Schritt für Schritt wachsende Unterstützungen seitens der Staatsbehörden. Ein charakteristisches Beispiel in dieser Richtung bietet die Physik an unserer Hochschule. Bis zum Jahre 1824 hatte die Universität keine Aufwendungen irgend welcher Art für die Physik und ihre instrumentellen Einrichtungen zu machen; denn derartige Ausgaben hatte der jeweilige Physiker selbst zu decken. Erst 1824 kam die Universität auf Veranlassung von Jakob

Friedrich Friß in den Besitz einer Apparatsammlung, indem für den Betrag von 700 Thalern aus dem Nachlaß des Professors Voigt physikalische Instrumente erworben wurden. Bald nachher wurde auch ein jährlicher Etat für Reparaturen und Anschaffungen ausgeworfen und zwar in der Höhe von 40 Talern¹⁾. Heute beträgt der jährliche Etat rund das 50fache von damals, abgesehen von einmaligen Zuwendungen, die öfter gewährt wurden, um einzelne teure Apparate anzuschaffen. Abbe hat sich mit besonderem Interesse der physikalischen Anstalt angenommen und oft dafür gesorgt, daß spezielle Wünsche Befriedigung fanden. Wenn er dann gelegentlich die neu erworbenen Apparate in Funktion sah, freute er sich herzlich über den Fortschritt, der in der Sache selbst lag, und auch darüber, daß das physikalische Institut an diesem Fortschritt teilnehmen konnte. Aber nicht nur auf die Physik erstreckte sich seine Anteilnahme, vielmehr schätzte er die ganze Universität als solche außerordentlich hoch. Diese Wertschätzung geht besonders deutlich aus der Rede hervor, die Abbe zur Jubelfeier der Firma im Jahre 1896 hielt. Hier widmet Abbe den Beziehungen, die sich zwischen Schleiden und Carl Zeiß ausgebildet hatten, einen warm empfundenen Abschnitt. „In Schleiden und dessen Schülern — so heißt es hier — hat die neue Richtung der Biologie, die in den folgenden Jahrzehnten dem Mikroskop eine immer wachsende Bedeutung für die wissenschaftliche Arbeit des Jahrhunderts zugewiesen hat, gerade hier in Jena einen besonders kräftigen Anfang genommen. . . . In der äußeren Geschichte der ersten 25 Jahre (des Bestehens der Firma) sind etliche Wendepunkte deutlich zu erkennen, bei deren Betrachtung man zu dem Schluß kommt: daß von allem, was jetzt als Ausfluß der Wirksamkeit von Carl Zeiß unmittelbar oder mittelbar sich darstellt, nach menschlichem Ermessen heute Nichts bestehen würde, wenn sein Weg ihn nicht in die Kreise dieser Hochschule und unter den direkten Einfluß eines großen mit von ihr ausgehenden Antriebes zur Vervollkommnung der Beobachtungswerkzeuge geführt hätte.“ Später deutet Abbe, in-

¹⁾ Aus den Kuratelakten.

dem er diese Gedanken weiter ausführt, nur eben merklich die Carl Zeiß-Stiftung und deren Wirksamkeit für die Universität an, wenn er sagt: „Und die innere Gerechtigkeit, die in den Dingen waltet, hat es sich fügen lassen, daß über alles Persönliche hinaus auch das Werk von Carl Zeiß selbst dauernde Beziehungen gewonnen hat auf die Interessen unserer Hochschule — so den Tribut des Dankes der alma mater darbringt, die seine Kindheit geleitet und gehütet hat.“ — Welch reiche Mittel die Carl Zeiß-Stiftung der Universität zur Verfügung gestellt, davon legen Zeugnis ab die neuen Institute, die von der Stiftung erbaut sind, die Besoldungsreform, die durch ihre Mithilfe ermöglicht wurde; und ein neuer gewichtiger Zeuge wird bald dazu kommen, der neue Universitätsbau, zu dem die Stiftung eine beträchtliche Summe festgesetzt hat. Alle diese großen Aufwendungen wurden bei Abbe durch den Gedanken geleitet, daß die höchste Bildungsstätte des Thüringer Landes nicht verkümmern dürfe, sondern weiter bestehen und sich entwickeln müßte, damit das Land nicht eines Mittelpunktes entbehre, von dem auch in Zukunft neue Gedanken und neue Anregungen ausgehen.

Ich komme zum Schluß. Abbe ist eine reich angelegte Natur gewesen, die sich unter Überwindung großer Schwierigkeiten ihren Weg gebahnt und trotz der hervorragendsten Erfolge ihre ursprüngliche Bescheidenheit bewahrt hat. Die Güter, die ihm durch seine Intelligenz, seine Arbeiten und Mühen zufielen, hat er gänzlich uneigennützigem Zwecken dienstbar gemacht und hierdurch sich als Freund des Volkes und Wohltäter der Menschheit erwiesen. Aber wie hoch auch seine Leistungen auf wissenschaftlichem und technischem Gebiet, wie hoch seine großen sozialen Einrichtungen geschätzt werden mögen, noch höher steht Abbe in seinen allgemeinen menschlichen Eigenschaften. Wie sein Freund und Mitarbeiter, dem es vergönnt war, während eines Zeitraumes von 20 Jahren durch Beziehungen des Berufes und der Familie ihm näher zu treten, an der Bahre des großen Toten so meisterhaft ausgeführt hat, bestand in Abbe „die so seltene Verbindung größter Herzensgüte, humanster Gesinnung und idealen Strebens

mit unerschrockener Wahrheitsliebe, ungestümen Schaffensdrang und kraftvollster Männlichkeit“¹⁾.

Die Universität ist stolz darauf, daß sie einen Mann wie Ernst Abbe zu den ihrigen zählen durfte; aber dieses Gefühl des Stolzes wird noch übertroffen von dem Gefühl der Dankbarkeit, das sie gegenüber dem bescheidenen Gelehrten empfindet. So lange die Universität fort dauert, wird das Wirken Abbes eine dankbare und rühmende Anerkennung bei ihr finden.

1) S. Czapski, Rede bei der Trauerfeier für E. Abbe am 17. Jan. 1905.