DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

8. September 1916.

Heft 36.

Zur Erinnerung an Carl Zeiß, geboren am 11. September 1816.

Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.

Die Schriftleitung dieser Wochenschrift hat mich für die hundertste Wiederkehr des Geburtstages zu einer Äußerung über *Carl Zeiß* aufgefordert, und ich habe geglaubt, mich dieser Aufforderung trotz meinem augenblicklich etwas dürftigen Gesundheitszustande nicht entziehen zu sollen. Gewiß bin ich ein Mitglied des Unternehmens, das noch heute seinen Namen führt, aber ich habe den Begründer persönlich nicht mehr gekannt. Was ich von ihm weiß, geht auf die Schriften seines Mitarbeiters und Freundes *Ernst Abbe* zurück, und darauf werde ich mich im folgenden beziehen und auch beschränken, denn unter den augenblicklichen Umständen ist es mir unmöglich, einen Überblick über die Entwicklung der Jenaer Werkstätte bis auf die neueste Zeit zu geben.

Zweimal hat *Abbe* seines verstorbenen Freundes in öffentlicher Rede gedacht: Das erste Mal an seinem Sarge¹⁾, und dann acht Jahre darauf bei der Gedächtnisrede zur Feier des 50-jährigen Bestehens der optischen Werkstätte²⁾. Bei beiden Gelegenheiten zeigt sich *Abbe* von der Seite, die dem vertraut ist, der das hohe Glück hatte, ihn zu kennen. Ganz frei von Selbstsucht, wie er war, benutzte er die Gelegenheit, um ein helles Licht auf das Verdienst des dahingegangenen Freundes fallen zu lassen. Damit steht es im Einklange, daß er die Stiftung, der er sein wohl-erworbenes Besitztum an den Betriebsmitteln der Jenaer Werkstätte großzügig abtrat, mit dem Namen seines Freundes benannt wissen wollte „zur dauernden Erinnerung an sein eigenartiges „Verdienst: geordnetes Zusammenwirken von „Wissenschaft und technischer Kunst auf seinem „besonderen Arbeitsfeld zielbewußt angebahnt zu „haben“. Es wird dazu wenig Vergleichsfälle geben, daß sich ein Mann in voller Arbeitskraft und Arbeitsfreude seines gesetzmäßig erworbenen Besitzes aus einem höheren Gerechtigkeitsempfinden heraus entäußert und der Stiftung dann den Namen seines Freundes beilegt. Aber *Abbe* war auch anders als wir anderen, und wenn er so *Carl Zeiß* die höchste Ehre erwies, die in seiner Macht lag, so wird dessen Persönlichkeit auch

Wert genug gehabt haben. Jedenfalls ist es lohnend, sich mit ihm für einige Zeit zu beschäftigen, um so mehr, als ich meine Leser bitte, im größten Teil des Aufsatzes mit *Abbes* Augen zu sehen und mit seinem Verstande Schlüsse zu ziehen.

Was bedeutet denn eigentlich der Ausdruck „ein geordnetes Zusammenwirken von Wissenschaft und Kunst auf dem Gebiete der optischen Technik“? Wir sind heute, bei den vielen großen optischen Anstalten, deren sich Deutschland erfreut, an ein geordnetes Zusammenarbeiten von Wissenschaft und Kunst als an etwas Selbstverständliches so sehr gewöhnt, daß wir uns kaum noch vorstellen können, daß auch eine ganz andere Beziehung zwischen diesen beiden geistigen Mächten möglich sei. *Abbe* hat darauf hingewiesen, daß ein solches Zusammenarbeiten auf dem Gebiete der Optik in originaler Weise an zwei Stellen und jedes Mal mit dem glänzendsten Erfolge planmäßig herbeigeführt worden sei, von *Joseph Fraunhofer* nämlich und von *Carl Zeiß*, und er nannte (Bd. 3, S. 66) die dabei befolgte Methode die *Fraunhofersche*.

So wie er damals vor Optikern sprach, wird man voraussetzen können, daß seine Meinung im wesentlichen verstanden wurde; an dieser Stelle wird es sich empfehlen, ein wenig genauer auf die Entwicklung der optischen Instrumente einzugehen, um dem Leser ein deutliches Bild dessen zu vermitteln, was *Abbe* gemeint hat.

Gewiß sind Fernrohr und Mikroskop beim Übergang vom 16. zum 17. Jahrhundert erfunden worden, und das Fernrohr wurde auch sehr bald in den Dienst der Wissenschaft, der astronomischen Forschung, gestellt. Bedeutende Gelehrte wie *Kepler* und *Des Cartes* beschäftigten sich mit ihm im Anfang des 17. Jahrhunderts, und gegen sein Ende hin hat *Newton* mit seinem Spiegelteleskop die Kenntnis gefördert. Neben ihm haben noch andere gescheite Köpfe und geschickte Hände das Ihrige getan, um die Leistung dieses Instruments zu erhöhen. Der bedeutendste Fortschritt des 18. Jahrhunderts wurde 1757/58 von *J. Dollond* mit der Achromatisierung des Fernrohrobjektivs geleistet, aber immer noch war von einer Anwendung der strengen Wissenschaft nicht die Rede, immer noch blieb der persönlichen Kunstfertigkeit, dem geschickten Probieren oder dem Tatonnement, ein großer Spielraum, und daneben war der optische Künstler in einer geradezu beschämenden Weise abhängig von den Glashütten; die — nicht für optische, sondern für technische Zwecke arbeitend — seine Anforderungen nur durch Zufallsstücke nebenher, wenn überhaupt, erfüllen konnten. Bei diesem Zustande bleibt es

¹⁾ Nachruf auf *Carl Zeiß*. Gehalten an seinem Sarge in der Garnisonkirche in Jena am 5. Dezember 1888. Ges. Abh. von *Ernst Abbe* Bd. 2, S. 339—341.

²⁾ Gedächtnisrede zur Feier des 50-jährigen Bestehens der Optischen Werkstätte. Gehalten am 12. Dezember 1896. Ges. Abh. von *Ernst Abbe* Bd. 3, S. 60—101.

erstaunlich, daß der ungleichmäßige Gang der Farbenzerstreuung in den beiden für die Achromasie notwendigen Glasarten, dem Kron und dem Flint, so gut als Ursache eines Farbenrestes erkannt wurde, und daß der Edinburgher Arzt *Robert Blair* 1791 an ein Abhilfsmittel gegen dieses sekundäre Spektrum denken konnte. Er beabsichtigte, die Linse aus Flint zu ersetzen durch eine Flüssigkeitslinse, deren Material etwa einen solchen Lauf der Zerstreuung zeigte, wie er im Kronglas vorhanden war; er bedachte dabei nicht, daß die Unmöglichkeit, in der Flüssigkeit Ungleichmäßigkeiten, Schlieren und Wellen, zu vermeiden, an Stelle des bekämpften Fehlers einen anderen, schlimmeren Mangel hätte einführen müssen.

Der Stand der Optiker, wie er uns beim Ausgang des 18. und um den Anfang des 19. Jahrhunderts entgegentritt, hat sich über ein gewisses Handwerkermaß nicht hinausgehoben. Den größten Ruf hatten damals die Fachleute der westlichen Länder, England und Frankreich. Man kennt um jene Zeit verschiedene optische Firmen, von denen hier die wohlbekannte Dollond'sche Anstalt, *J. Ramsden*, *S. Pierce* und die Gebrüder *Jones* genannt seien. In Frankreich hatten die der Revolution folgenden Kriegsstürme bei den Pariser Optikern größere Änderungen hervorgerufen, doch kann man sich wohl ein Bild machen, etwa von *V. Chevalier*, der um diese Zeit und etwas später in seinem befähigteren Sohne *Ch. Chevalier* seinen Nachfolger anlernte, von *R. A. Cauchoix*, von *N. J. Secretan*, *P. Lerebours* und von *J. G. A. Chevallier*; aber alle diese Optiker waren stolz auf ihre durch erfolgreiches Probieren (Tatonnement) entstandenen Instrumente, an eine engere Verbindung mit der Wissenschaft haben sie nicht gedacht. Man führte die geläufig gewordenen achromatischen Fernrohr-objektive aus, wenn man glücklich genug gewesen war, brauchbares Flintmaterial zu erhaschen; man schliff, sobald sie verlangt wurden, auch neue Formen, wie beispielsweise die Wollastonschen periskopischen Brillengläser und Linsen zur *Camera obscura*, aber nichts berechtigt zu der Annahme, einer dieser Optiker — von den hier nicht namhaft gemachten zu schweigen — habe auf einer bemerkenswerten wissenschaftlichen Höhe gestanden.

Im deutschen Sprachgebiete lagen um diese Zeit die Verhältnisse zweifellos noch ungünstiger: der etwas deutlicher aus dem allgemeinen Dunkel heraustretenden Optikerfirmen gab es nicht gar viele. In Wien mag *Voigtländer* erwähnt werden, dessen Anstalt noch in der Folge wichtig werden soll und hier zu erwähnen ist; der Augsburger Künstler *Brander* war um diese Zeit schon gestorben, er hat wohl unter den deutschen Optikern den weitestverbreiteten Ruf besessen, scheint sich aber auch nicht wesentlich über einen Betrieb in den alten ausgefahrenen Bahnen erhoben zu haben. Von dem Schwaben *Tiedemann* wissen wir nur

sehr wenig, er hat sicher keine große Bedeutung gehabt. In der Meßstadt Leipzig muß der Universitätsoptiker *Hofmann* und die Brillenfabrik des Magisters *Tauber* eine gewisse Rolle gespielt haben. Für Berlin und seine Umgebung bereitete sich durch das Heraufkommen der Rathenower Werkstätte von *Duncker* und *Wagner* sowie durch das Einarbeiten eines gut unterrichteten Liebhabers, des späteren Geheimen Rats *Pistor*, wohl ein Umschwung vor, aber er lag noch in weitem Felde.

Daß diese Schilderung im wesentlichen zutrifft, folgt aus dem Bericht über die 1804 angetretene Studienreise nach süddeutschen optischen Anstalten, den der bayerische Staatswirt *J. Utzschneider* bei einer späteren Gelegenheit abgestattet hat. In dem gleichen Jahre hatte er sich mit dem hervorragenden Mechaniker *Reichenbach* und einem Uhrmacher *Liebherr* zur Begründung eines mathematisch-mechanischen Instituts in München verbunden, einer Werkstätte für den Bau astronomischer und geodätischer Instrumente. Jene Reise sollte ihm die vorhandenen optischen Werkstätten Süddeutschlands, ihre Bezugsquellen für das Rohmaterial und ihre Leistungen zeigen: nach *Utzschneiders* ganzem Wesen kann man es als sehr wahrscheinlich hinstellen, daß er tüchtige Kräfte in seinen Dienst gezogen haben würde. Der Eindruck, den er erhielt, war ganz trostlos, namentlich die Beschaffung des Rohmaterials lag ganz im Argen, und so fügte es sich, daß er zur Abhilfe dieses Mangels den Tischler *Guinand* aus Neufchatel, der schon damals das Glasschmelzen erwerbsmäßig betrieb, wenn er Aufträge erhielt, mit seinem ältesten Sohne *Aimé* entweder in seine Dienste zog oder doch mindestens ihrer Reise nach seinem optischen Institut in Benediktbeuren keine Hindernisse in den Weg legte. Welche Aufgabe er damit übernahm, konnte er damals nicht wissen; er wird die Sicherung des notwendigen Rohstoffs als gelungen angesehen haben.

Hier kann wieder an die Abbessche Darstellung angeknüpft werden, die er in seiner Gedächtnisrede auf *Fraunhofer* gegeben hat. Während die mechanischen Konstruktionen unter *Reichenbachs* Leitung rüstig fortschritten, ließ sich in allem, was das Glas betraf, sowohl bei seiner Erzeugung wie bei seiner Verarbeitung durchaus nichts erreichen, was über das Mittelmaß hinausging. Der Grund lag daran, daß einmal *Guinand* trotz unläugbarer Verdienste seiner Sache durchaus nicht sicher war, und daß viele Schmelzen mißbraten, und daß sich ferner allem Anscheine nach der leitende Optiker *Niggel* in keiner Weise für seinen Posten eignete. Ihm war als junger Gehilfe der damals 20-jährige *Fraunhofer* unterstellt, doch wurde seine Bedeutung bald erkannt und ihm zuerst die Verarbeitung des von *Guinand* gelieferten Rohstoffs, dann auch die Erzeugung des Rohstoffs selbst anvertraut.

Alles dies geschah in einem überaus glücklichen Zusammenarbeiten des wahrhaft großzügigen

Organisators *Utzschneider* mit den genialen Erfindern *Reichenbach* und *Fraunhofer*. Hier zeigte sich schon die Überlegenheit einer Betriebsorganisation, die, mit den Worten *Abbes*, „die weit „größere, durch nichts anderes zu ersetzende Überlegenheit verleiht, indem sie gänzlich verschiedene Kräfte, die nie in einer Person vereinigt sein können, die vielmehr von ganz verschiedenen Personen mit verschiedenen Fähigkeiten und verschiedener Ausbildung getragen werden, in solcher Art zum Zusammenwirken bringt, daß sie sich gegenseitig ergänzen und dadurch den wirtschaftlichen Effekt riesenhaft gesteigerter Körperkraft und geistiger Potenz hervorbringen“. Den handwerksmäßig geleiteten Kleinbetrieben gegenüber war also der *Utzschneider*schen Gründung von vornherein ein gewaltiger Vorsprung gesichert. Was dabei auf *Fraunhofer* zurückgeht, das hat *Abbe* (Bd. 3, S. 69) als *Fraunhofer*sche Methode eingeführt und in den folgenden drei Punkten zusammengefaßt: „als ersten Schritt die Reform der Technik der praktischen Optik, die Vervollkommnung der Methoden technischer Arbeit, als zweiten die Vertiefung und Ergänzung der theoretischen Grundlagen, welche die Behandlung der Aufgabe brachte, und als letzten die Reform der praktischen Grundlagen, der Bedingungen für die Beschaffung des Rohmaterials, des optischen Glases“. Denn das stellte sich für *Fraunhofer* bald heraus, daß das nächste Ziel *Guinands*, die Erzeugung von brauchbarem Flintglas, durch Probleme ersetzt werden müsse, die viel weiter ausgriffen. Gewiß hat auch *Fraunhofer* die mechanischen Anforderungen, die Gleichmäßigkeit und die Haltbarkeit des Rohstoffes nicht ungefordert gelassen, aber sein Hauptverdienst liegt doch auf einem anderen Gebiete. Wie es durch seine Verwertung der dunklen Linien des Sonnenspektrums möglich wurde, die optischen Eigenschaften der Glasschmelze zahlenmäßig anzugeben und in der Rechnung zu verwerten, so konnte er auch die Anforderungen genau bestimmen, die zwei Glasarten erfüllen müssen, wenn durch sie das sekundäre Spektrum vermindert oder aufgehoben werden soll. Und er tat den zweiten Schritt und ging daran, in der Benediktbeurer Hütte solche Glaspaaire auch zu verwirklichen.

Wenn er so den besten Köpfen seines Fachs um Jahrzehnte voraus war, ist es da ein Wunder, daß seine Instrumente völlig ohnegleichen standen? Es ist gar nicht zu sagen, wie weit *Fraunhofer* die optische Kunst würde haben fördern können, wenn er nicht schon 1826, noch nicht 40-jährig, ins Grab gesunken wäre. Auch *Reichenbach* war ziemlich zu gleicher Zeit gestorben, und für die Münchener Anstalt bedeutete beides einen unersetzlichen Verlust.

Es stimmt mit dieser Schilderung überein, daß die konkurrierenden Werkstätten, namentlich die des Auslandes, gar nicht einmal versuchten, etwa auf *Fraunhofer*s Bahnen zu wandeln: so weit war

das Verständnis noch lange nicht entwickelt. Man gab sich nur damit ab, brauchbaren Rohstoff herzustellen, was auch schließlich — nicht ohne Benutzung der unmittelbaren, durch *Guinands* Söhne vermittelten *Fraunhofer*schen Tradition — in der Westschweiz und später in Frankreich gelang.

Immerhin sollte nicht sehr lange nach *Fraunhofer*s Tode ein optischer Fortschritt durch eine neue Aufgabe angebahnt werden, allerdings zunächst unvollständig gelöst bleiben. Die Erfindung der Photographie, die 1839 zuerst in Frankreich, sodann in England veröffentlicht wurde, erforderte gebieterisch ein neues optisches System zu ihrer weiteren Ausbildung und Ausübung; ein solches mußte bei einem ziemlich großen Öffnungsverhältnis der abbildenden Büschel ein wesentlich weiteres Feld beherrschen als die altbekannten Instrumente, das Mikroskop und das Fernrohr.

Durch einen merkwürdigen Zufall wurde diese Aufgabe 1840 dem damals 34-jährigen Wiener Physiker *Joseph Petzval* nahe gebracht, und er löste sie auf Grund tiefgehender — leider unveröffentlicht gebliebener — Berechnungen. Die Angaben für die neuen Systeme (es handelte sich um zwei, einen Satz bildende Objektive) übergab er der alten Wiener Firma *Voigtländer* zur Ausführung, und zwar ohne daß er oder *Voigtländer* den ungemein hohen Geldwert dieser Gabe damals irgend hätten schätzen können. Aber der Mensch soll gedankenlos keine Geschenke geben, und am wenigsten soll es der Geschäftsmann: es wird sich zeigen, daß hierin der Anlaß zur Trennung lag. Man sollte zwar glauben, daß hier gleichsam von selbst eine Menge der Bedingungen gegeben waren, deren Verbindung in München so günstig gewirkt hatte: es handelte sich um das Zusammenwirken eines das gewöhnliche Tüchtigkeitsmaß überschreitenden Technikers mit einem Theoretiker von ganz hohem Range; zwar wurde — soweit wir wissen — keine Reform der Technik versucht, aber der zweite Abbesche Punkt, die Vertiefung und Ergänzung der theoretischen Grundlagen, war entschieden vorhanden, und dem letzten, der Beschaffung des Glasmaterials, wäre man wohl noch näher getreten, wie sich sogleich wahrscheinlich machen lassen wird. Aber es kam so weit gar nicht, die vielversprechende Verbindung löste sich über der jämmerlichen Frage der Gewinnverteilung schon 1843 auf, und der damals entstandene Groll zwischen beiden Soziern entlud sich etwa 15 Jahre später in einer überaus peinlichen Weise bei dem Streit um ein — übrigens in seiner Grundlage verfehltes — Objektiv *Petzvals*.

Inzwischen beschäftigte sich *Petzval* mit der Verbesserung des Nebelbilderapparates und mit Scheinwerferproblemen in einer Weise, von der man aus den Schilderungen *Hugo Schröders* einen sehr günstigen Eindruck erhält. 1854 nahm er auch, diesmal mit dem Wiener Optiker *Dietzler*, die Herstellung seines weltberühmten Porträtob-

ektivs auf, und es ist sehr anziehend, zu verfolgen, wie er durch eine zweckmäßige Glaswahl seine neue Kenntnis der aktinischen Wirksamkeit verschiedener Spektralbezirke mit den alterprobten Formen seines Objektivs zu vereinen vermochte. Er führte nämlich an Stelle eines leichten (gering zerstreuenenden) Kronglases bewußt ein schweres (stärker zerstreuenendes) Kron, aber von gleichem Brechungsindex ein und benutzte so zweckmäßig die geringe und von den Glashütten unbewußt zur Verfügung gestellte Möglichkeit einer Glaswahl. Er ist dann etwas später — möglicherweise durch *L. Seidels* weiter unten noch anzuführende Bemerkung — zu einer Berücksichtigung der festen Verbindung gekommen, in der zu seiner Zeit hohes Zerstreungsvermögen nur mit einem hohen Brechungsverhältnis (Fall des Flintglases) und niedriges nur mit einem niedrigen (Fall des Kronglases) vergesellschaftet war. Daraus ergab sich ihm die Unmöglichkeit, bei (dünnen) verkitteten Sammelsystemen die Ebenung des photographischen Feldes zu erreichen. Aller Wahrscheinlichkeit nach aber hat er später — wir sind darüber nicht durch seine Schriften, sondern durch ein ihm zugeschriebenes, sehr spät untersuchtes¹⁾ System unterrichtet — nicht nur versucht, die anastigmatische Bildfeldebene in einem sphärisch und chromatisch korrigierten System herbeizuführen, sondern ist auch seinem Ziele bemerkenswert nahe gekommen. Indessen hat ihn wohl die Ungunst der Verhältnisse, denn auch seine Verbindung mit *Dietzler* führte zu keinem Geschäftserfolg, verhindert, die neue, noch nicht verzeichnungsfreie Linsenanordnung weiter zu verbessern und auf den Markt zu bringen.

Wenn ich nun noch erwähne, daß er für seine große Scheinwerferlinse mindestens selbständige Kühlversuche machte, so wird man verstehen, daß er gar nicht so sehr weit davon entfernt war, in die Fabrikation des Rohstoffes einzugreifen, wofür ihm sicherlich nicht die Fähigkeit mangelte, verständige Aufgaben zu stellen. Gewiß waren damals in Wien keine Hütten für optisches Glas vorhanden, aber es wird sich zeigen, daß für die Lösung solcher Aufgaben an bestehende Fabriken optischen Glases überhaupt nicht angeschlossen werden konnte. Und einen so weit ausholenden Schritt hat, soweit wir unterrichtet sind, *Joseph Petzval* nicht versucht. Somit fehlt dem genialen Schöpfer des ersten photographischen Objektivs nicht allein die erste, sondern auch die dritte der von *Abbe* hervorgehobenen Bedingungen.

Wenigstens einige Worte seien auch der zweiten Werkstatt gewidmet, die für das photographische Objektiv von ausschlaggebender Bedeutung ge-

worden ist, der Steinheilschen Anstalt in München. Hier hatte im Jahre 1855 der weitbekannte Physiker *Carl August Steinheil* eine optische Werkstätte gegründet, in der er gleich von Anfang an seinen Sohn *Hugo Adolf* mit Rechenarbeiten beschäftigte. Ziemlich bald ging die Anstalt dazu über, neben Fernrohren auch photographische Objektive herzustellen, und zwar arbeitete auf diesem Gebiete der Münchener Astronom *L. Seidel* mit dem bemerkenswertesten Erfolge an der Vertiefung der Theorie. Er ging wohl zum Teil dieselben Wege, die *Petzval* im Anfang der vierziger Jahre beschritten hatte, aber *Seidel* erwarb sich den besonderen Dank der Fachgenossen, indem er im Jahre 1856 seine Herleitung in aller Vollständigkeit veröffentlichte. In einer auf *Petzvals* Vorgängerschaft bezugnehmenden Anmerkung besprach er weitblickend die Einengungen, denen der ausführende Optiker infolge der beschränkten Auswahl unter den Rohstoffen unterworfen sei, aber es wurde damals allem Anschein nach kein Versuch gemacht, durch eine eigene Glasfabrikation die Schranken zu erweitern. Auf dem so gegebenen Boden aber war das Steinheilsche Haus, dessen technischer Leiter *Hugo Adolf* sich allmählich zu einem anerkannten Vorbild in der trigonometrischen Durcharbeitung optischer Systeme herangearbeitet hatte, für Neuerungen an photographischen Objektiven bis in die achtziger Jahre hinein schlechthin ausschlaggebend. Diese berühmte Anstalt hatte also von den Abbeschen Forderungen damals alle bis auf die letzte, den Angriff der Glasverbesserung, erfüllt.

Bevor ich nun auf *Carl Zeiß* näher eingehe, möchte ich — etwas vorausgreifend — einer sehr bemerkenswerten optischen Betätigung in England einige Worte widmen, bei der, im Gegensatz zu den beiden in Wien und München verwirklichten Bestrebungen, allein den Fortschritten der Glastechnik Beachtung geschenkt wurde.

Wie man aus einzelnen Bemerkungen in der Zwischenzeit schließen kann, war in England das Fraunhofersche Problem, ein Glaspaar mit übereinstimmendem Gange der Dispersion zu erzeugen, nicht vergessen worden. Als nun bei der Versammlung des englischen Naturforschertages im Jahre 1862 der bedeutende Physiker *G. G. Stokes* die Bekanntschaft eines Liebhaberglasschmelzers machte, tat er sein möglichstes, diesen, einen Geistlichen *William V. V. Harcourt*, auf die optische Aufgabe hinzuweisen und ihm seine eigene Mitarbeit bei der Messung der optischen Konstanten zur Verfügung zu stellen. Die Aufgabe wurde mit Eifer gefördert, und in 166 Versuchsschmelzen waren sehr verschiedene Stoffe in glasartige Verbindungen eingeführt worden. Noch kurz vor seinem Tode gelang es *Harcourt*, einige Scheiben neuer Glasarten herzustellen, und an ihnen hat *Stokes* in Gemeinschaft mit dem Mathematiker *Hopkinson* gegen den Anfang der siebziger Jahre gearbeitet. Ein etwas größerer Ver-

¹⁾ Wer sich dafür interessiert, kann Näheres in meinem Aufsatz Max Josef Petzval, Ztschrft. f. Instrkde. 1907, Bd. 27, S. 1—6, mit 4 Textfig. und 1 Tfl., nachlesen.

such mit einem Titan-Silikat-Glas, zu dem sich die englische Hütte für optisches Glas bewegen ließ, führte nicht auf das gehoffte Ergebnis, und so legte man diesen Versuch mit den daran geknüpften Hoffnungen zu den Akten.

Hier hatte wohl die Verbesserung der Technik gefehlt, und wie es mit der Vertiefung der theoretischen Kenntnisse stand, ist uns nicht überliefert, aber an dem glastechnischen Problem, wie es *Fraunhofer* gestellt hatte, ist wenigstens mit Eifer, wenngleich ohne sichtbaren Erfolg, gearbeitet worden.

Wenden wir uns nun wieder dem Jenaer Betriebe zu, so wurde er von *Carl Zeiß* im Jahre 1846 begründet, und dieser hat sich nach *Abbes* Schilderung (Bd. 3, S. 64) bald auf das Zureden des Jenaer Biologen *J. Schleiden* hin der Anfertigung von Mikroskopen zugewandt. Er nahm diese Aufgabe in Angriff ganz nach der Weise der damaligen Zeit und versuchte durch geschicktes Probieren und durch verständige Beurteilung der so erzielten Änderungen, also auch auf dem Wege des Tatonnements, zu guten Mikroskopsystemen zu kommen. Aus *Schleidens* Äußerungen teilte *Abbe* (Bd. 3, S. 74) mit, daß die junge Werkstätte schon bald brauchbare Leistungen aufzuzeigen hatte, aber ihren Begründer befriedigte das mit nichten: er sagte sich, daß es einen anderen Weg geben müsse; da doch die Eigenschaften des Rohstoffs zur mathematischen Verwendung genau genug angegeben werden könnten, so müsse man imstande sein, durch Anwendung mathematischer Methoden das System des Mikroskops vorher festzulegen; dem ausführenden Optiker bliebe nachher weiter nichts übrig, als die Angaben des mathematischen Konstrukteurs mit möglichster Genauigkeit zu verwirklichen. Gleichsam in einer Vorahnung legte er schon früh, obwohl ihm der mathematische Mitarbeiter fehlte, alles darauf an, in seiner Werkstätte eine möglichst genaue Formengebung heimisch zu machen; völlig unabhängig von *Fraunhofer* wurde dabei das wichtige Prüfungsverfahren durch das Probierglas, eine Anwendung der Newtonschen Farbenringe, neu erfunden und dauernd verwendet. Ein erster Versuch mit einem Jenaer Privatgelehrten mißlang durchaus, ohne daß sich *Zeiß* indessen entmutigen ließ, und etwa um das Jahr 1866 (das Datum steht nicht genau fest) versuchte der damals 26-jährige Privatdozent *Ernst Abbe*, den Gedanken des 50-jährigen Meisters *Zeiß* zu verwirklichen. Zunächst handelte es sich um die Vertiefung der theoretischen Grundlagen. Dabei hatte er eine Aufgabe zu lösen, die über die seinerzeit von *Fraunhofer* erledigte noch hinaus ging. Da im Gegensatz zu den Anwendungen von Fernrohr und photographischem Objektiv bei dem Mikroskop die Abbildung von Objekten verlangt wird, deren Ausmaße nicht mehr große Vielfache der Lichtwellen sind, so mußte er diese besonderen Bedingungen erst genauer untersuchen und feststellen, ehe er

an die Berechnung der neuen Konstruktionen gehen konnte. Somit mochte *Abbe* (Bd. 3, S. 69) wohl betonen, daß die Neuaufnahme der *Fraunhoferschen* Forderung bei dem Mikroskopproblem zu wichtigen Ergänzungen der früheren Arbeit führen mußte, so daß nun erst — mit *Abbes* eigenen Arbeiten — eine vollständige Beherrschung des ganzen optischen Feldes möglich wurde.

Die ersten auf Grund der neuen Erkenntnis berechneten und ausgeführten Konstruktionen wurden 1872 auf den Markt gebracht. Eifersucht und Dünkel sträubten sich dagegen zuerst in recht possierlicher Weise — *Abbe* berichtet (Bd. 3, S. 67), man habe in den ersten 10 Jahren danach die Mikroskopobjektive bestimmter Werkstätten etwa damit empfohlen, daß man hervorhob, sie seien *nicht* wie in Jena gebaut —, und erst von der Mitte der achtziger Jahre ab wurde dieser Widerspruch gänzlich als unwirksam aufgegeben. Aber auch so war der äußere Erfolg zu *Abbes* Erstaunen recht bemerkenswert, da er sich von seiner mühsamen Tätigkeit niemals einen hohen wirtschaftlichen Gewinn versprochen hatte. Von seiner mühsamen Tätigkeit: das richtig zu beurteilen wird nur dem möglich sein, der sich selbst praktisch mit Mikroskopberechnungen abgegeben hat und daran denkt, daß *Abbe* diese unerhörte Arbeit ohne Hilfskräfte zu leisten hatte.

Wenn schon vorher darauf hingewiesen wurde, wie namentlich *Petzval* in den sechziger Jahren Rechnungen anstellte, um trotz der Ungunst der Glaswahl doch zu dem von ihm erstrebten Ergebnis zu kommen, so wird man es von vornherein für wahrscheinlich halten, daß auch *Abbe* bald auf die Beschränkungen aufmerksam werden mußte, die ihm durch die geringe Auswahlmöglichkeit des Rohstoffes auferlegt wurden. Und so ist es auch in der Tat gewesen. Schon im Anfang der siebziger Jahre berichtet er, er habe alle Kron- und Flintarten des ausländischen Marktes genau durchgemessen, um erst einmal einen Überblick über die Lage zu bekommen. Dann hat er (Bd. 3, S. 72) die Erzeuger des Rohstoffs für fortgeschrittene Aufgaben der Optik zu interessieren versucht, wie man heute wohl versteht, ohne Erfolg. Sodann aber hat er jahrelang „sozusagen noch Phantasieoptik betrieben, Konstruktionen in Erwägung gezogen „mit hypothetischem Glas“. Das Mittel, diese Phantasien gelegentlich zu verwirklichen, bot die Verwendung von Flüssigkeitslinsen. Dabei ist nicht etwa an eine Aufnahme dieses Mittels in die regelmäßige Fabrikation etwa im *Blairschen* Sinne gedacht worden, sondern die größere Auswahl sowohl hinsichtlich des Ganges der Dispersion wie überhaupt der Verbindung von mittlerer Brechung und Zerstreuung, wie sie die Flüssigkeiten boten, vermittelte den beiden Leitern des Jenaer Unternehmens gelegentlich wohl einen Blick in das gelobte Land der Zukunft, wo Glashütten lagen, die sich mit solchen Aufgaben erfolgreich beschäftigten. Wer sich für Einzel-

heiten dazu interessiert, mag meinen Nachruft¹⁾ auf *Abbe* nachlesen; er wird dann erkennen, daß diese Arbeit von *Abbe* allein geleistet wurde, wie das nach der Natur des von ihm bearbeiteten Gebiets auch nicht anders sein konnte. Immerhin aber hat *Zeiß* an diesen Bestrebungen und Versuchen lebhaften Anteil genommen und auch in hohen Jahren nicht gezögert, Opfer zu bringen, als es hieß, selbst eine Glashütte zu errichten, um jene Blümenträume zur Wirklichkeit reifen zu lassen.

Zunächst, um den Beginn der siebziger Jahre, war man aber noch lange nicht soweit. Schon 1874, ganz ausführlich aber 1876/78, bei der Besprechung der Mikroskope auf der Londoner Ausstellung hat *Abbe* auf die Notwendigkeit hingewiesen, solche Glasflüsse herzustellen, bei denen das mittlere Brechungsverhältnis zur Zerstreuung in einem anderen Verhältnis stünde als bei den gangbaren Arten von Kron und Flint, wenn die meisten optischen Instrumente in ihren Leistungen verbessert werden sollten. Es ist das eine Forderung an die Schmelzkunst, die sich der alten *Fraunhoferschen*, gleichmäßigen Ganges der Zerstreuung in den beiden Teilen eines Glaspaares, durchaus gleichwertig an die Seite stellt, und die, als sie endlich durch *O. Schott* im Jenaer Glaswerk erfüllt worden war, namentlich für die Verbesserung des photographischen Objektivs von der allergrößten Bedeutung geworden ist. Er wies bei jener zweiten Veröffentlichung auf den *Stokes-Harcourtschen* Versuch hin, dessen Mißlingen ihm sicherlich betrüblich genug gewesen sein wird. Immerhin aber hat *Abbe* (Bd. 3, S. 72) selber jener Phantasieoptik doch ein hohes Lob spenden können: „Und diese fast widerwillige Beschäftigung mit der Frage, die Verfolgung von „Konjekturen, die man damals kaum ernst nahm, „hat unbewußt nachherigem Fortschritt auch in „dieser Richtung ebenso wirksam vorgearbeitet, „wie es eine bewußte, planmäßige Behandlung „kaum besser hätte tun können. Denn auch in „diesem allerdings absonderlichen Verfahren bestimmt sich schon alle Ziele und markierten „sich schon alle Richtungen für eine zukünftige „Reform der Glastechnik auf wissenschaftlicher „Grundlage. Dem späteren wirklichen Anfang „war damit jedes Herumtasten nach Ziel und „Richtung erspart. Für den ideenreichen und „tatkräftigen Mann, den zu Anfang der achtziger „Jahre die dunkle Ahnung seines eigentlichen „Berufs in unseren Kreis geführt hat, bedurfte „es jetzt nur ganz kurzer Zeit, um nicht allein „alles, was durch den frühen Tod *Fraunhofers* verloren gegangen war, zu erneuern, sondern an Hand „der allgemeineren Aufgabenstellung, die der Ausgang vom Mikroskopproblem einschloß, in wichtigen Punkten über die Ziele *Fraunhofers* hinauszugelangen — so daß schon im Frühjahr

„1887, als wir auch in unserem Kreis das Andenken *Fraunhofers* feierten, gesagt werden „durfte: die Wiederneruerung seiner verloren gegangenen Kunst und ihre Fortentwicklung in „seinem Geist sei der unverwelkliche Lorbeer, den „zu seinem 100-jährigen Geburtstag unser Jena „an seinem Grabe niederzulegen habe.“ Und in der Tat konnten, wie *Abbe* hierin andeutete, durch die Tätigkeit von *Otto Schott* überraschend schnell die Grundlagen zu dem heutigen Jenaer Glaswerk gelegt werden. Mit dem Januar 1881 begann *Schott* seine Arbeit, und schon im Herbst 1884 war bereits von *Abbe*, *Schott* und *Zeiß* (Vater und Sohn) das Jenaer Glaswerk betriebsfähig hergestellt worden. Die Durchführung der sehr kostspieligen Versuche im fabrikatorischen Maßstab hatte eine Unterstützung vom preußischen Staate ermöglicht, und im Juli 1886 war man so weit, die erste Preisliste der neuen Rohstoffe erscheinen zu lassen.

In dem gleichen Jahre waren auch die von *Abbe* berechneten Apochromatobjektive erschienen, und *Carl Zeiß* erlebte noch die Freude, das Instrument bis zur Vollendung gebracht zu sehen, an dessen Verbesserung er sich so lange gemüht hatte.

Abbe (Bd. 3, S. 79) hat die ersten 30 Jahre der Jenaer Werkstätte, also die Zeit bis in die Mitte der siebziger Jahre hinein, als die Periode des grundlegenden Aufbaues angesehen, er hat dann das vierte Jahrzehnt mit seiner Entwicklung der Glashütte und der Verwendung ihrer Erzeugnisse zum Bau der Apochromatobjektive bezeichnet als nötig zur Sicherung des Erreichten, sei es durch die allgemeine Anerkennung der Güte der Ausführung, sei es durch die Erweiterung der Anstalt über den Rahmen des Kleinbetriebes hinaus. Und schließlich begann nach ihm etwa mit dem Jahre 1886 die Ausdehnung der Produktion auf andere optische Gebiete, eine Erweiterung, die nach *Zeißens* Tode noch große und wichtige Bezirke der optischen Instrumente in das Bereich eigener Erzeugung gezogen hat.

Wenn nun *Carl Zeiß* in der ersten Periode in der Mitte des Betriebes stand, in der zweiten an ihm noch Anteil nahm, so hat *Abbe* seine eigene Arbeit an der Entwicklung der Werkstätte bei der Jubiläumsrede fast ganz mit Schweigen übergangen. Darauf hat *S. Czapski* in einzelnen Anmerkungen zum Text, namentlich aber im Vorwort zum dritten Bande von *Abbes* gesammelten Abhandlungen (auf S. VI) ausdrücklich hingewiesen. Daß es sich so verhält, steht außer Zweifel: die Tätigkeit seiner Freunde und Mitarbeiter *Carl Zeiß* und *Otto Schott* hat er wohl geschildert oder doch berührt, die eigene hat er möglichst übergangen oder gar dem Begründer zugeschoben. Es stimmte das zu seinem ganzen Wesen, dem nichts so fern lag als die Verkündung des eigenen Ruhms. Und noch eins läßt sich daraus entnehmen, die Gewißheit, daß es sich bei der Geschäftsverbindung der beiden Männer um

¹⁾ Ernst Carl Abbe, Ztschr. f. Instrkde. 1905, Bd. 25, S. 61—69, mit 1 Tfl.

ein wirklich schönes und ideales Verhältnis gehandelt habe, in dessen Anerkennung *Abbe* bei seiner Gedächtnisrede und in der Stiftungs-urkunde den Namen seines alten Sozius allein eintreten ließ als Urheber der Leistungen, die doch aus der Verbindung beider geflossen waren.

Das mag auch hier den Schluß abgeben: auch weiteren Kreisen wird der bescheidene Begründer der Jenaer Werkstätte dastehen als ein Wahrzeichen nicht allein für eine folgenreiche Aufgabenstellung, sondern auch für ein vorbildliches Streben, die Lücken der eigenen Begabung durch Heranziehung anderer zu ergänzen, und für ein musterhaftes, in Redlichkeit und billigem Sinn begründetes Verhältnis zu seinem Mitarbeiter.

Über die sogenannten Bakterienmutationen.

Von Prof. Dr. Ernst Lehmann, Tübingen.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde durch die für die Bakteriologie grundlegenden Untersuchungen des Breslauer Botanikers *Ferdinand Cohn* die Lehre *Billroths*, *Halliers* und *Naegeles*, nach welcher sich sämtliche Bakterienformen ineinander zu verwandeln imstande sein sollten, beseitigt; an ihre Stelle trat die von *Cohn* verfochtene Anschauung, daß auch die Bakterien, wie die übrigen Pilze und höheren Pflanzen, in verschiedene Arten gegliedert seien. Diese „Lehre von der Spezifität“ der Bakterien wurde sodann vor allem von *Robert Koch* ausgebaut und mit ungewöhnlichem Erfolg zur Grundlage seiner epochemachenden Entdeckungen verwendet. Während aber *Cohn* von Anfang an die große Variabilität der von ihm geforderten Bakterienarten betonte, entwickelte sich im Laufe der folgenden Jahrzehnte, in denen das Studium der Bakterien mehr und mehr den eigentlichen Biologen entglitt und in die Hände von Praktikern überging, die Lehre von der Spezifität der Bakterien zu einem Dogma ihrer absoluten Konstanz, welches wohl zeitweise zur Vermeidung weiterer Zersplitterung der Bakterien zweckmäßig gewesen sein mochte, sicher aber ihrem Schöpfer durchaus fernegelegen hatte. Zwar hatten manche Autoren auch in dieser Zeit die Variabilität der Bakterien nicht ganz aus den Augen verloren (z. B. *Gruber*, *Firtsch*, *Kruse*), andere, wie *Lehmann* und *Neumann*, in ihrem bekannten Grundriß die Variabilität der Bakterien sogar stark betont. Im allgemeinen aber war das Dogma der Konstanz den meisten Bakteriologen so in Fleisch und Blut übergegangen, daß *Massini* im Jahre 1907, als unter dem Drucke des Studiums der Variabilitätsverhältnisse bei höheren Pflanzen die Variation der Bakterien erst eingehender beachtet zu werden begann, seinen aus dem Neißerschen Institut hervorgegangenen Aufsatz folgendermaßen einleitete: „Mit Beobachtungen über Variabilität von Bakterien in die Öffentlichkeit

zu treten, scheint heute für einen Bakteriologen verwunderlich!“

Mit seinem von ihm selbst damals als so „verwunderlich“ bezeichneten Beitrag zur Variation der Bakterien hat nun aber *Massini* eine neue Epoche der Biologie der Bakterien eingeleitet, welche im Zeichen der „Variabilität“, zugleich aber auf dem Boden strenger „Spezifität“ steht. Das Schlagwort für diese Variabilitätsstudien ist, seitdem es von *Neißer* und *Massini* der Botanik entlehnt und in die Bakteriologie eingeführt wurde, *Mutation*. Dem Studium der sogenannten „Bakterienmutationen“ wurden in allererster Linie in der medizinischen Bakteriologie seit dem Jahre 1907 außerordentlich zahlreiche Arbeiten gewidmet. Es ist hier naturgemäß nicht möglich, auf alle Einzelheiten hinzuweisen. Wem es auf diese ankommt, der sei auf *Eisenbergs* Sammelreferat über Bakterienmutationen (Ergebnisse der Bakteriologie 1914) verwiesen, wo auch fast sämtliche Literaturzitate zu finden sind. Uns liegt hier nur daran, die wichtigsten Ergebnisse herauszuheben und die Hauptlinien zu zeichnen, längs denen sich der Begriff der Mutation in der Bakteriologie entwickelt hat.

Nachdem *Neißer* 1906 auf der 1. Tagung der Mikrobiologischen Vereinigung in Berlin die Hauptergebnisse der von ihm *Massini* übertragene Studien dargelegt hatte, berichtet *Massini* im folgenden Jahre selbst eingehend über diese. *Massini* beobachtete, wie innerhalb gewisser Kolonien eines aus enteritischem Stuhl erzeugenen Colistammes, der anfangs Milchzucker nicht zu vergären imstande war, auf fuchsinmilchzuckerhaltigem Agar (Endo) rote Knöpfchen auftraten. Diese bestanden aus Bakterien, welche in allen Eigenschaften dem ursprünglichen Colistamm gleichen, nur eine starke Gärwirkung auf Milchzucker auszuüben imstande waren, die sich durch die Rötung des Endonährbodens aussprach. Das Auftreten dieser, dem beobachteten Colistamm ursprünglich nicht eigentümlichen Fähigkeit der Milchzuckervergärung wird von *Neißer* und *Massini* mit dem von *de Vries* für die Neubildung von Arten eingeführten Ausdruck „Mutation“ bezeichnet. Bemerkenswert ist, daß die „mutierten“ Bakterien nun dauernd Milchzucker, auch nach Umpfung sofort weiter, vergären konnten, während bei Impfung von den nicht „mutierten“ Teilen der Kolonien anfangs keine solche Fähigkeit vorliegt, in einiger Zeit aber durch Knopfbildung auch hier die Milchzuckervergärfähigkeit erlangt werden kann. Wir lassen im folgenden vorerst jede weitere Erörterung des Begriffes der Mutation beiseite und sehen uns nach weiteren, als Mutationen beschriebenen Bakterienvariationen um.

Schon im Jahre 1908 berichtet *Burk* über einen ganz analogen Fall einer „Gärungsmutation“ für Milchzucker bei einem anderen, ebenfalls aus den Faeces isolierten Colistamm. Gleich von vornherein mußte es klar sein, daß die wiederholte