

## Die Entwicklung der optischen Gläser.

Otto Schott zum Gedächtnis.

(Eingeg. 7. Oktober 1935.)

Als *Abbe* im Jahre 1876 von der großen internationalen Ausstellung aus London zurückkehrte, charakterisierte er in einem Bericht über die dort ausgestellten wissenschaftlichen Apparate sehr treffend den damaligen Stand der Optik und betonte die Gründe, die einer Weiterentwicklung der optischen Industrie hindernd im Wege standen. Es ist nötig, sagte er darin, daß zur Vervollkommnung des Mikroskopes und damit auch aller anderen optischen Instrumente die Glasschmelzkunst optisch verwendbare Glasarten herstellen lernt, bei denen der Gang der Farbenzerstreuung eine Aufhebung des sogenannten sekundären Spektrums begünstigt. Die Entwicklung der Optik verlangt Gläser, bei welchen Dispersionen und mittlerer Brechungsindex ein anderes Verhältnis zueinander zeigen als bei den Glasarten, die bisher zur Verfügung stehen.

Wie stand es nun zu der damaligen Zeit mit dem optischen Glase überhaupt? Man kannte zwei Typen, das Kronglas und das Flintglas. Die Krongläser bestanden aus Kieselsäure, Kali oder Natron und Kalk, die Flintgläser enthielten statt Kalk Bleioxyd. Durch diese beiden Typen war eine einförmige Reihe von Gläsern gegeben, bei der mit dem vom Kron- zum Flintglase zunehmenden Brechungsindex auch gleichzeitig sich die Dispersion verstärkte. Zweimal war allerdings ernsthaft der Versuch gemacht worden, diese einförmige Reihe zu durchbrechen und zu erweitern; einmal von *Fraunhofer* in Verbindung mit dem Schweizer Uhrmacher *Guinand*, der neue Glasarten herzustellen versuchte, sowie von dem englischen Geistlichen *Harcourt*, der in zahlreichen Schmelzen auch tatsächlich neue Glaseigenschaften erzielte. Zur Darstellung der dringend benötigten Glastypen im großen ist es jedoch nicht gekommen. Doch lassen wir uns die damalige Lage durch *Abbe* selbst schildern!

„Leider scheint, so wie die Verhältnisse gegenwärtig liegen, wenig Hoffnung, daß schon die nächste Zukunft nennenswerte Fortschritte in dieser Richtung bringen werde. Die Erwagung der hier vorliegenden Ansichten weist auf eine Sachlage hin, die für viele wissenschaftliche Interessen ernstliche Gefahren einschließt. Die Fabrikation der optischen Glasarten ist seit längerer Zeit nicht mehr sehr entfernt von einer Art Monopolisierung, wenigstens ist diese Kunst in der Hand von so wenigen, daß von einer eigentlichen Konkurrenz kaum die Rede sein kann. Seit die *Daguetsche* Glasschmelze eingegangen ist, gibt es überhaupt nur noch zwei Institute dieser Art, welche für den allgemeinen Bedarf arbeiten, da das dritte, von *Utzschneider* und *Fraunhofer* gegründete — das einzige in Deutschland — ausschließlich im Dienste einer optischen Werkstatt geblieben ist.“

Nun hat allerdings diese Kunst, wie man anerkennen muß, auch innerhalb der letzten Jahrzehnte in mehreren Rücksichten sehr bedeutende Fortschritte gemacht. Nicht nur werden jetzt die gewöhnlichen Arten des Crown- und Flint-glasses in Hinsicht auf Reinheit, Homogenität und Farblosigkeit in einer früher nicht erreichten Vollkommenheit geliefert, es hat auch die Reihe der optisch verwendbaren Glasarten nach einer Seite hin eine wichtige Erweiterung erfahren durch die Herstellung von Flintgläsern, welche die älteren in der Höhe der Lichtbrechung und der Dispersion bedeutend übertreffen. Diese Fortschritte liegen aber durchaus auf dem Wege einer überkommenen Tradition. Darüber hinauszugehen und die praktische Optik durch Materialien mit neuen Eigenschaften

zu bereichern, hat die Glastechnik augenscheinlich nicht unternommen, und bei dem Mangel einer ernstlichen Konkurrenz bietet das geschäftliche Interesse den Inhabern dieser Technik auch schwerlich einen besonderen Antrieb, Ziele zu verfolgen, welche nicht sichere Vorteile in Aussicht stellen. Bedenkt man nun noch außerdem, wie mißlich es an sich schon ist, daß eine so wichtige, für viele Wissenschaften ganz unentbehrliche Industrie — sozusagen — auf wenigen Augen steht und daß unter solchen Umständen unglückliche Zwischenfälle selbst ihren gesicherten Fortbestand in Frage stellen und eine ernsthafte Kalamität hervorrufen könnten, so muß es für die Optik und für alles, was mit deren Interesse Berührung hat, als eine Lebensfrage erscheinen, daß in der Zukunft jenem Arbeitsfelde eine größere Zahl von Kräften zugeführt und damit zugleich ein lebhafterer Wettstreit, ein stärkerer Antrieb zum Fortschritt auf demselben, hervorgerufen werde.“

So lagen die Verhältnisse, als sich *Ernst Abbe*, der führende Optiker, und *Otto Schott* zusammentaten, um in gemeinsamer Arbeit eine Glasindustrie zu schaffen, deren Entwicklung nicht nur Deutschland von den damals führenden Firmen in Paris und London unabhängig machen, sondern die darüber hinaus für unser Vaterland einen Welturuf erwerben sollte.

*Otto Schott* wurde am 16. Dezember 1851 in Witten in Westfalen als Sohn des Besitzers einer Glashütte geboren. Er studierte in Aachen, Würzburg und Leipzig und erwarb mit einer Dissertation „Die Fehler bei der Fabrikation des Fensterglases“ den Doktorgrad. Seine praktischen Erfahrungen mit dem Glase konnte er in englischen, französischen und spanischen Fabriken erweitern, so daß er selbst in der Lage war, in Spanien Fabriken einzurichten. Mit diesem Aufstieg in der Technik gab sich jedoch *Schott* nicht zufrieden, vielmehr hatte er den Ehrgeiz, sein Arbeitsgebiet wissenschaftlich zu vertiefen. Es spricht für die Größe dieses Mannes, daß er sich nicht etwa nur die Aufgabe stellte, für die damals noch als Geheimnis gehütete Kunst des Glasschmelzens eine wissenschaftliche Grundlage zu schaffen, sondern daß er sich als Ziel steckte, auf mineralogisch-chemischem Grenzgebiete zu arbeiten und eine umfassende Chemie der feurigen Schmelzflüsse zu begründen. In diesem Arbeitsprogramm war die Herstellung der Gläser nur als Teilproblem enthalten. Die weit umfassenden Pläne *Schotts* wurden jedoch bald in ganz bestimmte Bahnen gelenkt. Im Mai 1879 wandte er sich an *Abbe* und schickte ihm eine neue Glassorte, ein Lithiumglas, mit der Bitte, es auf seine optischen Eigenschaften zu untersuchen. Wenn auch dieses Lithiumglas für die Beseitigung des sekundären Spektrums nicht geeignet war, so zeigte doch seine genaue Durchmessung durch *Abbe* bzw. durch dessen Assistenten Dr. *Riedel*, daß seine Eigenschaften von denen der bisherigen Gläser merklich abwichen.

In enger Verbindung mit *Abbe* begannen nun in Witten systematische Schmelzversuche, wobei *Schott* zunächst Gläser mit neuen Elementen wie Thallium, Zink, Cadmium, Tonerde sowie Borsäure, Arsensäure und Phosphorsäure einführte. Es bedurfte langer angespannter Arbeit, um die kleinen Schmelzproben so schlierenfrei herstellen zu können, daß sie Probestücke ergaben, die der optischen Durchmessung zugänglich waren. Die Einführung der Borsäure lieferte zum ersten Male Gläser, die geeignet waren, das

sekundäre Spektrum zu beseitigen. In einem Glückwunschkreislauf an *Schott* zur hundertsten Versuchschmelze konnte *Abbe* mitteilen, daß das Problem der vollkommenen Achromatisierung der Objektive durch die beiden Schmelzungen 78 und 63 tatsächlich nunmehr gelöst sei. Es handelte sich um zwei Boratgläser, eines mit Strontium, das andere mit Thallium.

Im Frühjahr 1882 siedelte *Schott* nach Jena über. Die Schmelzen, die bisher in den Grenzen von 20—60 g gemacht worden waren, sollten nun in größerem Maßstabe, etwa bis zu 10 kg, hergestellt werden. Zu diesem Zwecke wurde ein glastechnisches Laboratorium eingerichtet, dessen Kosten in der Hauptsache von den beiden Herren *Zeiss*, Vater und Sohn, getragen wurden. Bei dieser Gelegenheit schlossen sich die vier Genossen zusammen und verpflichteten sich, ihre Arbeitskraft fünf Jahre lang dem geplanten Unternehmen zu widmen.

Unter Mitwirkung eines jüngeren Chemikers für die analytisch-chemischen Untersuchungen und eines Arbeitsgehilfen wurden die Arbeiten in diesem Laboratorium durchgeführt, wobei zunächst zwei selbständige Probleme verfolgt wurden.

Die erste Aufgabe bezog sich auf die Darstellung von Kron- und Flintglaspaaren mit möglichst proportional gehender Dispersion in den verschiedenen Abschnitten des Spektrums, um eine möglichst vollkommene Achromasie zu erreichen. Als zweite Aufgabe stellte man sich die Erzielung einer größeren Mannigfaltigkeit in bezug auf die wichtigsten Konstanten der optischen Gläser, des Brechungs exponenten und der mittleren Dispersion.

Beim Glase bedeutet es eine ganz besondere Schwierigkeit, Laboratoriumsversuche in die Technik zu übertragen und in größerem Maßstabe auszuwerten. So zeigte es sich auch, daß der ursprüngliche Weg, den *Schott* zur Erreichung seiner Ziele gegangen war, nicht ohne weiteres beibehalten werden konnte. Es war nötig, daß man Kompromisse schloß, von den ursprünglichen, reinen Boratgläsern wieder abging, und nur einen Teil der Kieselsäure durch Borsäure oder Phosphorsäure ersetzte. So entstanden die bekannten Borosilikatgläser.

Die Untersuchungen ergaben eine ganze Reihe von optisch wertvollen Glasarten, deren industrielle Herstellung aussichtsreich erschien. Für die Einrichtung eines regelrechten industriellen Betriebes reichten jedoch die privaten Mittel von *Zeiss*, *Abbe* und *Schott* nicht mehr aus. Das Unternehmen, optisches Glas in Deutschland herzustellen, erschien jedoch damals so absonderlich und unsicher, daß es ausgeschlossen war, fremdes Privatkapital in den Dienst einer solchen Fabrik zu stellen. Eine Unterstützung zur Fortführung der Arbeiten konnte nur aus öffentlichen Mitteln erwartet werden, und es gelang auch durch die Förderung namhafter Persönlichkeiten 1884, den preußischen Landtag von der Dringlichkeit der Sache zu überzeugen und dadurch dem Jenaer Unternehmen für die nächsten zwei Jahre einen erheblichen Zuschuß zu sichern. *Rudolf Virchow* unterstützte das Projekt mit warmen Worten und führte unter anderem folgendes aus:

„Es handelt sich in der Tat um ein nationales Unternehmen, um die Aufgabe, in Deutschland in selbständiger Weise dasjenige Glas herzustellen, welches für alle wissenschaftlichen Zwecke und nebenbei für die Bevölkerung in bezug auf die Herstellung von Brillengläsern, Opernguckern und dergleichen erforderlich ist. Indessen ist das letztere nicht die Hauptsache, vielmehr handelt es sich in erster Linie um die Herstellung von Glas für Teleskope, Mikroskope und dergleichen wissenschaftliche Instrumente. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist diese Angelegenheit für die Herstellung

der zu militärischen und Marinezwecke dienenden Instrumente, worin wir bisher vollständig abhängig sind vom Auslande und wo, wie schon im vorigen Jahre in der Budgetkommission nachgewiesen war, ein besonderer Zufall es nur möglich gemacht hat, daß im französischen Kriege dasjenige Quantum von Glas hat aufgetrieben werden können, um die für die Armee erforderlichen optischen Instrumente herzustellen.“

Die Verhandlungen mit den thüringischen Hütten, dort in einem der bestehenden Betriebe optisches Glas zu schmelzen, scheiterten an der Eigenart des Schmelzbetriebes, und so mußte man dazu übergehen, einen neuen Betrieb einzurichten. Dies geschah zwischen Jena und Lichtenhain, und die neue Glashütte erhielt den Namen „Glastechnisches Laboratorium Schott und Genossen“. Im Juli 1886 erschien mit erläuternden Vorbemerkungen von *Abbe* und *Schott* versehen, das erste Produktionsverzeichnis des glastechnischen Laboratoriums mit einer Auswahl von 44 verschiedenen Gläsern. Für jedes dieser Gläser ist die chemische Gesamtcharakteristik angegeben, wie z. B. „Leichtes Borat-Kron“ oder „Borosilicat-Flint“, ferner der Brechungsexponent, die mittlere Farbenzerstreuung, das spezifische Gewicht und andere wichtige Eigenschaften mehr. Neben den optischen Gläsern entstanden bald neue Glassorten, die sich besser zu Thermometern eigneten als die bisher üblichen. Einen gewissen Abschluß erreichten diese Schmelzen mit der Herstellung eines Normalthermometerglases mit der Marke 16<sup>III</sup>.

Bei der Herstellung von optischen Gläsern waren häufig die wertvollen neuen optischen Eigenschaften dadurch teuer erkauft, daß die Gläser zu wenig beständig gegen Wasser und Säuren waren. Dieser Eigenschaft mußte daher volle Aufmerksamkeit geschenkt werden, und *Schott* erkannte die Wichtigkeit der Widerstandsfähigkeit eines Glases nicht nur für optische Zwecke, sondern auch für den Laboratoriumsbedarf. So wurde denn im Jahre 1892 ein schwer angreifbares Laboratoriumsglas auf den Markt gebracht, das sich gegenüber anderen noch durch seinen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizient und dadurch bedingte größere Wärmefestigkeit auszeichnet. In noch größerem Maßstabe als für den Laboratoriumsbetrieb mußten besonders wärmefeste Gläser für die Gasglühlichtbeleuchtung hergestellt werden.

Nach dem Tode von *Carl Zeiss* entschloß sich *Abbe* 1891, den größten Teil seines Vermögens einer unpersönlichen Stiftung zu übertragen, die er Carl-Zeiss-Stiftung nannte. *Otto Schott* ging bereitwillig darauf ein, daß auch sein Anteil nach seinem Tode an diese Stiftung fallen sollte. Durch diese Stiftung wurden nicht nur die Arbeiter und Angestellten durch einen Pensionsanspruch im Alter sichergestellt, sondern die Stifter beteiligten ihre Leute auch an ihren wirtschaftlichen Erfolgen. 1919 verzichtete *Otto Schott* auf Wunsch der Arbeiterschaft auf sein anteiliges Besitzrecht, und damit wurde das Unternehmen alleiniges Eigentum der Carl-Zeiss-Stiftung. Ebenso wie es *Abbe* getan hatte, stellte auch *Schott* seine ganze Kraft in den Dienst seines Werkes, und erst 1927, also kurz nach seinem 75. Geburtstage, legte er seinen Posten als Leiter des Werkes nieder, um jedoch auch weiterhin mit Rat und Tat seinen Arbeitskameraden zur Seite zu stehen. Hohe Ehrungen und Anerkennungen seiner wissenschaftlichen und technischen Leistungen sind ihm im Laufe der Jahre zuteil geworden.

*Otto Schott* ist nun nicht mehr. Am 27. August 1935 schloß er seine Augen für immer. Sein Lebenswerk wird in der gesamten wissenschaftlichen und technischen Welt sein Andenken für alle Zeiten wach erhalten.

W. Weyl. [A. 119.]