

Optische Gläser und ihre Erzeugung in Jena.

Vortrag, gehalten am 27. Februar 1915, vom Regierungsrat
Dr. Karl Hassack.

(Mit Lichtbildern aus dem Glaswerk Schott und Genossen und den Zeiß-
werken in Jena.)

Hochgeehrte Anwesende!

Die glänzenden Fortschritte der Biologie, die großartigen neuen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Astronomie und die ungeahnte Entwicklung der Photographie während der letzten Jahrzehnte sind neben der unermüdlichen und zielbewußten Arbeit zahlloser Forscher in erster Linie dem Aufschwunge zu verdanken, den der Bau von optischen Instrumenten aller Art genommen hat. Wirkten einerseits die Bedürfnisse der Forscher nach Verbesserungen ihrer Apparate und nach ganz neuen Instrumenten anregend auf die optische Technik, so mußte diese andererseits besondere Untersuchungen für ihre neuen Aufgaben veranlassen und deren Ergebnisse in die Praxis einführen. Wir finden daher gerade auf diesem Gebiete ein anschauliches Beispiel für die Notwendigkeit des Zusammenarbeitens streng wissenschaftlicher Forschung mit der technischen Praxis, das allein zu großen Erfolgen führen kann und tatsächlich geführt hat; und daß die glänzende Entwicklung der praktischen Optik das Ergebnis deutscher wissenschaftlicher Arbeit, deutscher Tüchtigkeit und deutschen Gewerbefleißes ist, muß uns heute noch mehr als je mit größter Freude und Stolz erfüllen. Über diese Dinge einiges zu sagen, sei mir auf Grund eines Besuches der großartigen Werke in Jena im vorigen Frühjahre gestattet.

Es sei zuerst dreier Männer gedacht, deren Bilder ich Ihnen gleichzeitig vorführe, die die Grundlagen zu den erwähnten Erfolgen gelegt und darauf bauend in vieljährigem zielbewußten Zusammenarbeiten industrielle Anlagen von Weltruf geschaffen haben, die jedem, der sich mit Naturwissenschaft beschäftigt, besonderes Interesse abgewinnen müssen. Diese drei Männer sind Karl Zeiß, Dr. Ernst Abbe und Dr. Otto Schott.

Karl Zeiß, geboren 1816 zu Weimar, gründete — nach mehrjähriger Tätigkeit in mechanischen Werkstätten in seiner Heimatstadt, in Stuttgart und in Wien — 1846 in Jena eine kleine mechanische Werkstätte, hauptsächlich für Zwecke der dortigen Universität. Es war ein recht bescheidenes Häuschen in der Neugasse, in dem Zeiß zuerst arbeitete, und nichts hätte ahnen lassen, daß aus diesen kleinen Anfängen sich im Laufe von 50 Jahren ein gewaltiges industrielles Unternehmen entwickeln würde. Angeregt durch Schleiden und Schacht, die Väter der modernen Pflanzenanatomie, begann sich Zeiß mit dem Bau von einfachen Mikroskopen zu beschäftigen, die Beifall und guten Absatz fanden — es wurden davon mit der Zeit 2000 Stück verkauft; dann ging er zu zusammengesetzten Mikroskopen über, die nicht besser oder schlechter waren als die Erzeugnisse anderer damaliger Optiker. Bei ihrem Bau erkannte er bald die Unzulänglichkeit der Mittel. Trotz aller Einfachheit und Schlichtheit wollte er nicht im Hafen der normalen Mittelmäßigkeit bleiben und sann auf Hilfe, den modernen Ansprüchen gerecht zu werden. Zu diesem Mute gesellte sich die weise Erkenntnis, sich einen wissenschaftlichen Mitarbeiter zu suchen, der ihn als Führer auf dem neuen Wege geleiten sollte.¹

Er fand ihn in Ernst Abbe, dem berühmten Professor der Universität Jena, der 1840 als Sohn eines Spinnmeisters in Eisenach geboren, nach kurzem Wirken als Dozent in Frankfurt a. M. sich 1863 in Jena habilitierte und 1870 außerordentlicher Professor für Mathematik und Physik geworden war. 1866 traten Zeiß und Abbe in Verbindung und letzterer widmete sich bald so ausschließlich der optischen Werkstätte, daß er die ihm

¹ Nach Felix Auerbach, das Zeißwerk und die Karl Zeiß-Stiftung in Jena; III. Auflage, Jena 1907, G. Fischer.

1874 angebotene ordentliche Professur und die Errichtung eines physikalischen Universitätsinstitutes ablehnte.

Abbe gehörte später selbst der Firma Karl Zeiß in Jena an und war der bewegende und befruchtende Geist des Unternehmens, sein Name wird mit dessen Entwicklung und dem ungeahnten Aufschwunge der Optik dauernd verknüpft bleiben; sein außerordentlicher Idealismus und seine Selbstlosigkeit führten auch zu einer Entwicklung des Zeißwerkes nach der sozialen Richtung, die einzig unter allen großen Unternehmungen dasteht.

Dr. Otto Schott, geboren 1851 zu Witten, war der Sohn eines Tafelglasmachers, also schon durch Familientradition im Gebiete der Glaserzeugung heimisch. Seine Dissertation, Leipzig 1875, behandelt die Fehler bei der Fabrikation des Fensterglases. Angeregt durch einen Bericht, den Abbe anlässlich einer 1876 in London stattgefundenen Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente erstattete und in dem er über den Mangel geeigneter Gläser für seine optischen Theorien klagte, trat Schott 1879 brieflich mit Abbe in Verkehr und erklärte sich bereit, in Witten Versuchsschmelzen anzustellen. 1881 fand die erste persönliche Begegnung zwischen den beiden Männern in Jena, im Schillerhäuschen statt, wo Abbe damals als Direktor der Sternwarte wohnte. Schon im folgenden Jahre siedelte Schott nach Jena über, wo unter Mithilfe von Zeiß ein glastechnisches Laboratorium gegründet wurde, aus dem das heutige gewaltige Glaswerk entstand.

Schraubt man ein modernes Mikroskopobjektiv, etwa einen Apochromat, oder ein photographisches System, z. B. ein Zeißsches Doppelprotar, auseinander, so findet man, daß es mehrere, das Protar 8, ein Immersionssystem bis zu 10 Einzellinsen enthält, die zum Teile miteinander verkittet sind. Nicht nur die verschiedenen Krümmungen, sondern vor allem die Verschiedenartigkeit des Glases der einzelnen Linsen bedingen die ausgezeichneten Ergebnisse, die mit derartigen Objektiven erzielt werden. Für den Laien ist „Glas“ ein recht einfacher und einheitlicher Begriff. In Wirklichkeit ist es ein Sammelbegriff für eine große Reihe von wohl durch denselben Vorgang des

Schmelzens entstandenen, ähnlich aussehenden Stoffen, die aber in ihren besonderen Eigenschaften vielfach so große Unterschiede besitzen wie die einzelnen Metalle; spezifisches Gewicht, Zug- und Druckfestigkeit, Elastizität, Wärmeleitungsfähigkeit und Ausdehnungskoeffizient, vor allem aber, was uns hier besonders interessiert, die Lichtbrechung und Farbenzerstreuung verschiedener Gläser bewegen sich zwischen weiten Grenzen und wir sind erstaunt, daß der Katalog der Glaswerke von Schott und Genossen allein 125 verschiedene Typen von optischem Glas nebst zahlreichen Spezialgläsern für besondere Zwecke aufweist, die in unseren folgenden Betrachtungen noch erwähnt werden sollen.

Die älteren Glassorten, aus denen die meisten Trinkgefäße, Fensterscheiben und Ziergläser bestehen, enthalten nur wenige Elemente. Da man die Zusammensetzung eines Glases auf Grund der Analyse gewöhnlich nach dem Verhältnis der darin enthaltenen Oxyde anzugeben pflegt, so läßt sich bezüglich der Hauptbestandteile aller älteren und der gewöhnlichen Gebrauchsgläser kurz sagen, daß ihrer 7 sind, nämlich Kieselsäure (Siliziumoxyd) als wesentlichster Anteil, Natron oder Kali, Kalk oder Bleioxyd, auch Tonerde und in den braun und grün gefärbten Eisenoxyd. Als chemische Bezeichnungen für Gläser sind noch die Namen Natronglas und Kaliglas, die beide Kalk enthalten, und Bleiglas oder schweres Glas, in dem Blei an Stelle von Kalk vorhanden ist, üblich. Die Erzeugung der Gläser beruhte bis vor wenigen Jahrzehnten ganz auf Empirie; nach gewissen, in der Praxis gefundenen Rezepten wurde seit Jahrtausenden Glas erzeugt und bis etwa 1880 stand die Glasindustrie ganz auf dem Boden der überlieferten Erfahrung.¹ Das allgemeine Streben in der Glasfabrikation ging nur nach Steigerung des wirtschaftlichen Ertrages durch Verbesserung der mechanischen und feuerungstechnischen Hilfsmittel. Von solchen sind ganz besonders die Einführung der Siemensschen Regenerativfeuerung in die Glas-

¹ Eberhard Zschirmer, die Glasindustrie in Jena, ein Werk von Schott und Abbe. Jena 1909, E. Diederich. Diesem, dem vorgenannten Werke und Hovestadt, Jenaer Glas und seine Verwendung in Wissenschaft und Technik, Jena 1900, sind die meisten folgenden Angaben entnommen.

industrie und die in neuester Zeit sich immer weiter verbreitende Glasblasemaschine, namentlich in der Konstruktion von Owens, zu erwähnen.

Die schon mit einfachen Hilfsmitteln erkennbare verschiedene Lichtbrechung von schwerem Bleiglas und den leichteren Kalkgläsern führte schon um den Anfang des XIX. Jahrhunderts zu ihrer gemeinsamen Verwendung bei Fernrohren und Mikroskopen, um vollkommeneren Wirkung zu erzielen und die chromatische Aberration aufzuheben. Besonders als der Schweizer Uhrmacher Louis Guinand um 1800 es zustande gebracht hatte, größere Glasscheiben für Fernrohre herzustellen, interessierte sich der Münchner Optiker Fraunhofer mehr und mehr für die Sache. Er erkannte die Notwendigkeit, die Lichtbrechung der Gläser für bestimmte Wellenlängen exakt zu messen, wozu er das Spektrometer erfand, und aus seinen Arbeiten ging der Gedanke hervor, durch Abänderung der Zusammensetzung der Bestandteile verschiedene Gläser neuer Sorten, wie sie für die Verwendung in optischen Instrumenten berechnet wurden, zu erzeugen. Damit war ein wichtiges Prinzip gewonnen und ein für die Folge entscheidender Gedanke: „Die Glasmaterie — als chemisches Produkt variabler Bestandteile — in ihren physikalischen Eigenschaften abzuwandeln im Sinne einer verfeinerten Zweckmäßigkeit, gemäß den Ansprüchen der wissenschaftlichen Kultur des Jahrhunderts“ (Zschirmer). Es ist von Interesse, daß dieser Gedanke, zunächst wohl ohne praktische Ergebnisse, durch den englischen Pfarrer Harcourt in Verbindung mit dem bekannten Physiker Stokes verwirklicht wurde. Der Erstgenannte begann 1834 mit der Erzeugung der verschiedenartigsten Schmelzen, deren freilich nur in winzigen Stücken erhaltene Produkte 1862 von Stokes auf Lichtbrechung und Zerstreuung nach Fraunhofers Methode untersucht wurden. Es wurden dabei nebst Bor, Fluor und Phosphor zahlreiche Metalle in glasartige Schmelzen eingeführt. Ein technischer Erfolg wurde aber mit diesen sehr interessanten Versuchen noch nicht erzielt, denn die erhaltenen Gläser waren weder genügend homogen noch luftbeständig, die meisten daraus versuchsweise hergestellten winzigen Linsen verdarben rasch. Ebenso wie diese Versuche

blieben andere, z. B. von Maes in Clichy erfolglos; von einiger Bedeutung ist nur, daß die Einführung von Zinkoxyd und Borsäure in Glasmassen etwas Boden gewann. 1872 wurde von Dr. Benrath die Verwendung von Baryt anstatt Kalk für weißes Hohlglas empfohlen, hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen, aber besondere Bedeutung erlangte die Sache nicht. Es dürfte nicht uninteressant sein, zu erwähnen, daß der berühmte Chemiker Döbereiner schon 1829 den Baryt bei Glasschmelzversuchen verwendete und daß Goethe diesen Versuchen seine Aufmerksamkeit zuwandte, ja sogar an die Errichtung einer wissenschaftlichen Glasschmelzerei in Jena dachte. — etwa 50 Jahre später kam eine solche erst wirklich zur Errichtung, durch das Zusammenarbeiten von Schott mit Abbe und Zeiß. Erst jetzt wurde das Problem gelöst, die Eigenschaften der Glasmaterie durch die chemische Zusammensetzung so weit zu ändern, daß die theoretische Leistungsfähigkeit in der Bildschärfe der optischen Instrumente bis zur äußersten Grenze erreicht werden konnte.

Schott verwendete bei seinen ersten Versuchen in Witten einen kleinen Kohlenofen mit eingesetztem Brenntiegel zum Schmelzen seiner Gläser, bei denen zuerst eine Lithiumverbindung als neuer Stoff verwendet wurde. Die ersten Proben erwiesen sich bei den Prüfungsversuchen Abbes als unbrauchbar, sie waren viel zu sehr von Schlieren durchsetzt, dem schlimmsten Feinde optischer Gläser. Der erfinderische Geist Schotts brachte bald Abhilfe durch fleißiges Rühren der geschmolzenen Glasmasse mittels eines Stäbchens, wozu Rohre der bekannten weißen holländischen Pfeifen benützt wurden, die sich sowohl wegen ihrer Eisenfreiheit als wegen ihrer Unschmelzbarkeit, abgesehen von der Billigkeit, vorzüglich eigneten. Die neuen Erzeugnisse waren zwar für die optische Prüfung geeignet, aber der Wunsch Abbes nach einem Glas von den benötigten Eigenschaften war nicht erfüllt; überdies zeigte sich das neue Glas nicht luftbeständig.

Bei allen bisher für optische Zwecke benützten Gläsern, dem leichten (bleifreien) Kronglas und dem schweren (bleihaltigen) Flintglas ergab sich, daß ihre Dispersion, die Lichtzer-

streuung, proportional ihrem Lichtbrechungsvermögen war, also daß besonders stark lichtbrechende Gläser auch besonders starke Farbenzerstreuung aufwiesen. Dieser Zusammenhang wird am besten durch ein Schema anschaulich; trägt man auf der Abszissenachse die Ziffern für die mittlere Brechung und auf der Ordinatenachse die zugehörige Dispersion der bis damals bekannten Gläser auf, so bildet die Verbindungslinie eine fast Gerade, die in diagonaler Richtung aufsteigt. Abbe gab in einem Schreiben an Schott bekannt, was für neue Gläser er brauche: 1. ein Kronglas von erheblich niedrigerer Farbenzerstreuung als das bisherige (oder von stärkerer Lichtbrechung bei gleicher Dispersion), 2. ein Flint- oder Kronglas mit geringeren sekundären Farbenabweichungen und 3. ein Flintglas von sehr hoher Farbenzerstreuung bei geringer mittlerer Brechung. Durch die neuen Gläser wollte Abbe das namentlich bei Fernrohren höchst schädliche sekundäre Spectrum beheben, ganz besonders aber durch Verwendung von Gläsern, die den Forderungen 1 und 3 genügten, den Astigmatismus und die Bildfeldkrümmung an den kompliziert gebauten Mikroskopen und photographischen Objektiven bekämpfen, Fehler, deren Beseitigung bereits der Mathematiker Ludwig Seidel 1856 theoretisch erkannt hatte. Von Interesse sind Stellen aus einem Briefe Abbes an Schott, die dem Chemiker den zu beschreitenden neuen Weg andeuten:

„Meiner Überzeugung nach führt der Weg zur Bereicherung der Optik in dieser Richtung nicht in die Glashütte sondern zuerst in das chemische Laboratorium. Denn es wird sich darum handeln, in kleinem Maßstabe die optischen Eigenschaften methodisch zu studieren, die durch verschiedene Basen und Säuren in verglasbaren Verbindungen erlangt werden; wobei es dann freilich darauf ankäme, eine Methode ausfindig zu machen, um solche kleine Probeschmelzungen wenigstens soweit homogen zu machen, daß ein untersuchungsfähiges Prisma erhalten werden könnte“... „Das zu bearbeitende Versuchsfeld ist meiner Ansicht nach tabula rasa. Denn was von Versuchen zur Feststellung der optischen Eigenschaften neuer Glasflüsse gemacht worden — wenigstens bekannt worden — ist, scheint mir völlig unverwertbar, weil es ohne System und Methode und ohne genaue Feststellung der Tatsachen vorgenommen worden ist.“... „Es müßten für diesen Zweck, wenn irgend möglich mit allen Basen und Säuren (auch den jetzt gebrauchten) Schmelzflüsse hergestellt werden, die wenigstens nicht mehr als zwei Salzen

entsprechen, zum Beispiel Zinksilikat + Natriumsilikat, Zinkborat + Natriumsilikat u. s. w. Dann würden sich die spezifischen Wirkungen der sämtlichen Einzelverbindungen ohne alle Schwierigkeiten definieren lassen und man könnte daraufhin die optischen Merkmale irgendeines komplizierten Gemisches mit einiger Annäherung vorausbestimmen.“

Schott ging nun mit neuem Eifer an die Arbeit und begann zunächst mit mineralogischen Studien über die Brechungsverhältnisse zahlreicher natürlicher Minerale; bald packte er mit sicherem Erfinderstinkt Borsäure und Phosphorsäure als jene Stoffe heraus, die ihm am geeignetsten zur Einführung in die Glastechnik und damit zur Erzeugung von Gläsern mit ganz neuen Eigenschaften tauglich erschienen. Ein mit Schotts Arbeitsmethoden vertrauter Herr bemerkte einmal scherzend „Schott könne den Gläsern ins Herz schauen“. In der Tat hatte er mit der Borsäure den Stoff getroffen, mit dem bald das große Jenaer Werk erwachsen sollte. Die Ergebnisse der neuen Schmelzversuche Schotts, die in mit Gasgebläse erhitzten Tiegeln durchgeführt waren, befriedigten Abbe außerordentlich, besonders ein phosphorsäurehaltiges Glas entsprach den ersten Forderungen des Physikers, es zeigte eine um 20% niedrigere Farbenzerstreuung als das leichteste bisher bekannte Kronglas. Nach Lösung einiger technischer Schwierigkeiten gelang es Schotts weiteren mühevollen Versuchen, aus einer Schmelze, die Borsäure, Baryt und Bariumchlorid enthielt, ein Kronglas zu erzeugen, das hohe Farbenzerstreuung besaß. Die neuen Borat- und Phosphatgläser zeigten sich aber nur für Mikroskopobjektive verwendbar, wo sie an von der Luft geschützten Stellen zwischen anderen Gläsern verwendet werden konnten, da sie sich an der Luft beschlagen, ja zerfallen oder erblinden.

Nichtsdestoweniger sollten nun die bisher als wissenschaftliche Laboratoriumsversuche betriebenen Arbeiten ins Große übersetzt, für den praktischen Hüttenbetrieb ausgebaut werden. Welche ungeheure Schwierigkeiten dabei zu überwinden sind, hat schon mancher Erfinder zum schwersten Schaden erfahren, denn die winzigen, oft unsichtbaren Fehler des kleinen Laboratoriumsversuches vergrößern sich bei der Übersetzung in den Großbetrieb ins tausendfache. Nach zweijährigen Vorarbeiten

gingen nun Schott und Abbe 1882 an die Gründung eines glastechnischen Laboratoriums in Jena, zu dem ein Kostenaufwand von 35.000 Mark fürs erste nötig war, zu dessen Beschaffung sich Karl Zeiß und sein Sohn Dr. Roderich Zeiß bereit erklärten. Von da an datiert der engste Zusammenhang der Unternehmungen der heutigen Firmen Schott und Zeiss. Die Mittel der vier Männer hätten aber auf die Dauer gewiß nicht hingereicht, die kostspieligen Veruche in großem Maßstabe fortzusetzen, wenn nicht ein glücklicher Zufall Hilfe gebracht hätte. Im Jahre 1880 gab der damalige Direktor der Sternwarte und Normaleichungskommission in Berlin Dr. Wilhelm Förster eine Denkschrift heraus, in der er neben der Forderung nach neuen Glasarten die Notwendigkeit der Erfindung neuer Gläser für verlässliche wissenschaftliche Thermometer darlegte. Die bleibende oder erst nach langer Zeit zurückgehende Ausdehnung der Glaskugel eines Thermometers, das starke Erhitzung ausgehalten hatte, führte bisher zur bekannten Erscheinung der „Depression des Nullpunktes“, so daß alle älteren Thermometer nach wiederholtem Gebrauch falsch zeigten. Ein Jugendfreund Schotts, der Physiker Dr. Wiebe, der mit dem Studium der thermischen Nachwirkung betraut werden sollte, stellte die Verbindung zwischen Schott und Direktor Förster her, der in weiterer Folge die Beihilfe des Staates für das neue Unternehmen gewinnen sollte.

Während die zur Lösung des Thermometerproblems notwendigen Prüfungen der bisherigen Gläser seitens der Normaleichungskommission vorgenommen wurden, setzte Schott seine Versuche in größerem Maßstabe fort. Es gelang, in Gasöfen (System Fletscher) bereits Glasmassen bis zu 15 kg zu schmelzen, wobei Erfahrungen über das notwendige Rühren der geschmolzenen Glasmasse, das Ausgießen und die Kühlung gesammelt wurden. Neue Zusammensetzungen der Gläser wurden erprobt und nach Hunderten von Versuchen kam Schott unter Ausscheidung der früher verwendeten Phosphorsäure durch Vereinigung von Borsäure mit Kieselsäure auf den Typus der „Boro-Silikatgläser“, die später zur wichtigsten Erfindung für die verschiedensten Zwecke der Technik wurden. Ein neues

Glas von der Zusammensetzung: 20% Borsäure, 44% Kieselsäure, 8 Natron, 8 Tonerde und 20 Bleioxyd zeigte sich auch optisch vorzüglich verwendbar, denn seine Dispersion war bedeutend herabgedrückt. Die weitere Einführung von Zinkoxyd und Baryt in Glasflüsse führte zur Erzeugung der „Barytflinte“ und „Baryumsilikat-Krongläser“, die hohe Lichtbrechung mit geringer Farbenzerstreuung besitzen und vorzüglich haltbar sind.¹

Es sei hier bereits erwähnt, daß die neueren im Glaswerk von Schott & Genossen in Jena erzeugten Gläser, wenn sie in das vorerwähnte Schema eingetragen werden, auffallend weit außer die Linie der früheren Gläser zu liegen kommen. Zu derselben Zeit wurden im Zeisswerk nach den Berechnungen von Abbe aus den neuen Borat- und Phosphatgläsern Mikroskopobjektive versuchsweise hergestellt, die den hohen Erwartungen entsprachen, denn das eine von ihnen, zu dem sieben Schott'sche Gläser verwendet wurden, war frei von dem berüchtigten „sekundären Spektrum“; ein anderes besaß den bisher unerreichten Öffnungswinkel von 180°. Damit war der Grundstein zur Weiterentwicklung der Mikroskope gelegt, die sich die moderne Biologie mit größtem Erfolge zunutze machte.

Im Vertrauen auf ihre bisherigen Erfolge schlossen Abbe, Schott und die beiden Zeiß 1884 einen fünfjährigen Vertrag; ein Kapital von 60.000 Mark sollte aufgewendet werden und aus den Vertragsbestimmungen zeigt sich, daß die opfermutigen Unternehmer von vorneherein mit dem Verbräuche dieser Summe rechneten — also eine Spekulation, die nur hoher Idealismus entwickeln konnte. Zum Glück sprachen sich aber zur gleichen Zeit mehrere deutsche Optiker, besonders Emil Busch in Rathenow für die Notwendigkeit aus, daß dem Bedürfnis der preußischen Optik und Feinmechanik durch Errichtung einer besonderen Glasschmelzerei mit staatlicher Unterstützung abgeholfen werde. Auf Antrag des Kultusministers von Gosler bewilligte das

¹ Eine Schmelze des neuen Kronglases, bestehend aus 36·5 Teilen Kieselsäure, 8 Teilen Kali, 44 Baryt, 11 Tonerde und 0·5 Arsenik zeigte eine Brechung der gelben Linie des Spektrums von 1·587 gegenüber einem leichten Bleiglas gewöhnlicher Zusammensetzung von 1·537 Lichtbrechung bei gleicher Farbenzerstreuung.

preussische Abgeordnetenhaus einen Beitrag von 60.000 Mark für zwei Jahre, wenn Abbe, Schott und Zeiß sich zur Bereitstellung der Gebäude verpflichteten. Das geschah und nach wenig Monaten war der erste Bau, der Anfang des heutigen gewaltigen Jenaer Glaswerkes, fertig; an einem schönen Septemberabend, dem Sedantage, konnte Frau Abbe den Ofen der neuen Glashütte feierlich in Brand setzen. Sie erzählte unter anderem: „Wir waren in glücklicher, hoffnungsvoller Stimmung; die Höhenfeuer des Sedantages schienen für uns zu brennen und die Glocken unserem Anfange die richtige Weihe zu geben.“

Verglichen mit den Großbetrieben der Glasindustrie, war die neue Hütte noch ein recht bescheidenes Ding, es war mehr Laboratorium als Glashütte, aber sie barg die Keime glänzender Entwicklung in sich. Die Erfindung des Regenerativgasofens durch Ferdinand Siemens trug bald als wichtiges Hilfsmittel bei, die neuen Jenaer Gläser in großem Maßstabe zu erzeugen, und die in der Folge von Schott erfundenen Glasarten mit neuen Eigenschaften ermöglichten die Erzeugung von wertvollen technischen Glasgegenständen mit großem Absatz und machten damit die Herstellung von optischen Gläsern, deren Absatz ja naturgemäß ein viel zu geringer ist, als daß eine Glasfabrik davon leben könnte, ertragfähig. Es wirkten also zahlreiche Faktoren in glücklichster Weise zusammen, um das Glaswerk von Schott & Genossen, wie die Firma heute heißt, auf die heutige Höhe zu bringen. Die rege Verbindung, in der das Werk mit allen Instrumentenfabriken seit Anbeginn steht, vermittelt stets neue Anregungen für besondere wissenschaftliche Bedürfnisse, wodurch immer neue Glassorten in den Fabrikationskreis aufgenommen werden.

Ehe auf die Beschreibung des Werkes und die Glasfabrikation eingegangen werden soll, mögen die wichtigsten Glasarten genannt werden, die von dem Jenaer Glaswerk erzeugt werden. Da sind zunächst die optischen Gläser, die in Form von Platten erzeugt und in 125 verschiedenen Typen geliefert werden. Darunter Barytkron- und Flintgläser, schwerste Flinte von stärkstem Brechungsvermögen und die ausgezeichneten Borosilikatgläser für Linsen und

Prismen von Feldstechern, optische Entfernungsmesser und Zielfernrohre, die sich durch höchste Haltbarkeit auszeichnen. Aus denselben Gläsern werden Fernrohr-Objektivscheiben bis zu 1 μ Durchmesser hergestellt. Daneben die erwähnten ersten Produkte Schotts, die Borat- und Phosphatgläser für besondere Verwendungen in Mikroskopen, ferner optische Brillengläser von höchster Reinheit, Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit und hoher Härte. Weiters bilden eine Spezialität der Werke die neuen Uviolgläser, die eine sehr bedeutende Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen (bis zu 50%) besitzen, die dem gewöhnlichen Glas vollständig fehlt; sie wurden speziell von E. Zschirmer erfunden und finden Verwendung besonders für astrophotographische Instrumente. Aufnahmen mit Uviolobjektiven enthalten fast die doppelte Zahl von Gestirnen, wie solche mit gewöhnlichen Objektiven, da viele Sterne größtenteils nur ultraviolettes Licht ausstrahlen, dadurch dem Auge unsichtbar sind.

Daran schließt sich die Reihe von Gläsern für technische Zwecke, vor allem das Normalröhrenglas für Thermometer, deren thermische Nachwirkung dadurch so vermindert ist, daß sie einen fast unveränderlichen Nullpunkt zeigen, ferner die schwerschmelzbaren Borosilikatgläser für Thermometer bis 510° Celsius. Weiter die aus Verbundglas bestehenden Duraxgläser für Wasserstandsröhren, die einen Dampfdruck bis 300 Atmosphären aushalten, von heißem Wasser fast gar nicht angegriffen werden und gegen Temperaturunterschiede, wie sie namentlich Wasserstandsgläser auf Lokomotiven aushalten müssen, so widerstandsfähig sind, daß man sie auf 230° erhitzen und in kaltes Wasser tauchen kann, ohne daß sie springen. Diese beiden Eigenschaften des neuen Glases bilden auch die Grundlage seiner Verwendung zu den ausgezeichneten Laboratoriumgläsern, die jetzt in Jena für alle Zwecke des Chemikers in Form von Bechergläsern, Reagenzflaschen, Retorten u. s. w. in größtem Maßstabe erzeugt werden. Sie sind für analytische Zwecke außerordentlich wichtig; denn während böhmisches Glas zum Beispiel an Wasser bei achttägiger Einwirkung 0.056 mg Alkali abgibt, läßt das neue Jenaer Glas

unter den gleichen Umständen nur 0·014 *mg* in Lösung gehen. Dabei besitzen sie aber auch eine unglaubliche Widerstandsfähigkeit gegen schroffe Temperaturwechsel; man kann zum Beispiel ein Jenaer Becherglas mit einer Flüssigkeit von 200° C getrost in kaltes Wasser stellen, ohne daß es zerspringt.

Es sei bemerkt, daß die Jenaer Glaswerke heute auch *Uviolampen* (Quecksilberdampflampen) für ärztliche, photographische und hygienische Zwecke in großem Maßstabe fabricieren, und daß der Hof der eigenen Fabrik mit den überaus hellen aber ein fahlblaues Licht verbreitenden Lampen taghell beleuchtet ist.

Diese wertvollen Eigenschaften der neuen Gläser machten sie aber auch ganz besonders geeignet für die Herstellung von Zylindern für Auerlicht, die sehr heftigen Temperaturunterschieden, besonders beim Auslöschten der Lampe ausgesetzt sind. Schott kam durch einen Zufall — ohne Anregung der Auer-Gesellschaft — auf diesen Fabrikationszweig; er hatte selbst Auerlicht in seinem Laboratorium und gerade bei einer Gelegenheit, wo es sehr unangenehm empfunden wurde, platzten mehrere Zylinder derselben Lampe, so daß eine Petroleumlampe aushelfen mußte. Ohne erst, wie es gewiß jeder Physiker oder Chemiker getan hätte, von allen gebräuchlichen Auergläsern Analysen zu machen und weitläufige Untersuchungen über deren thermische Widerstandsfähigkeit anzustellen, erfand Schott einfach ein ganz neues Glas, in das er Bor und Antimon einführte. Das neue Glas, das geradezu einen technischen Triumph bedeutet, entspricht etwa einer Zusammensetzung: 66 Kieselsäure, 24 Borsäure, 4 Antimonoxyd und 6 Natron. Es ist nicht nur ein gegen schroffe Wärmeunterschiede fast unempfindliches Glas, sondern es läßt sich vor der Gebläseflamme beliebig formen und besonders leicht lochen. Diese Eigenschaft führte zur Erfindung neuer Zylinderformen mit seitlichen Löchern, die viel bessere Luftzufuhr und damit ein schöneres Leuchten des Glühstrumpfs bewirken, so daß damit wieder ein neuer, höchst ergiebiger Fabrikationszweig eröffnet werden konnte. Dazu kam die weitere Erfindung Schotts, eines neuen Milchglases, das die zweibis vierfache Lichtdurchlässigkeit besitzt, wie das gewöhnliche

Aus diesen Angaben dürfte zu erkennen sein, daß das Jenaer Glaswerk heute eine große Anzahl der verschiedensten und höchst wertvollen Erzeugnisse liefert, die eine Massenfabrikation mit sich bringen und es ermöglichen, daß die Erzeugung optischer Gläser trotz ihres geringen Absatzes als wichtiger Nebenbetrieb ohne Rücksicht auf seine Rentabilität geführt werden kann. Einige Zahlen dürften nun von Interesse sein, die nicht nur die heutige Ausdehnung der Glaswerke Schott & Genossen zeigen, sondern auch erkennen lassen, welchen Anteil die einzelnen Fabrikationszweige daran nehmen.

In den fünf Abteilungen des Werkes sind beschäftigt	
für Beleuchtungsgläser	600—700 Arbeiter
„ chemisches Geräteglas	50—60 „
„ Röhren	50—60 „
„ optische Gläser	25—30 „
„ Glas elektrischer Artikel	25—30 „
dazu in Hilfs- und Nebenbetrieben	200—250 „
zusammen	950—1130 Arbeiter

Das Werk umfaßt 8 Glashütten mit 98 Häfen, das Gemengehaus und die Glasbearbeitungsräume, eine Tonfabrik, eine eigene Papierfabrik, ein Dampfsägewerk, eine eigene Gasanstalt und 2 elektrische Kraftstationen, dazu noch die in jeder großen Fabrik üblichen Hilfsbetriebe. Daß eine elektrische Kleinbahn durch die weitgedehnten Höfe des Werkes führt, ist beinahe selbstverständlich.

Es wird nun von Interesse sein, an der Hand von Bildern aus dem Werke, die ich dem freundlichen Entgegenkommen der Firmen Schott und Zeiß verdanke, den Fabrikationsvorgang im Sinne des eigentlichen Themas unter besonderer Berücksichtigung der optischen Gläser kurz zu erörtern.

Eine der wichtigsten Bedingungen einer Glasfabrik sind gute Tontiegel, Hafene genannt, in denen das Glas im Ofen geschmolzen werden soll. Sie werden, wie in vielen großen Glasfabriken selbst, auch bei Schott & Genossen für den eigenen Bedarf hergestellt; hier ist dies doppelt wichtig, da die besonderen Gläser sehr große Anforderungen an die Beschaffenheit der Hafene stellen, denn ihr Material muß nicht nur sehr hohe

Temperaturen, sondern auch lösende Wirkungen der Glasmassen aushalten, ohne diese zu verunreinigen. Das Material der Hafentone bildet ein eigener, sehr feuerfester Hafenton, (erst über 1800° C schmelzbar), der mit ziemlich grob zerkleinertem, gebranntem Ton gemengt wird. Die Herstellung der etwa 1 m Durchmesser besitzenden Hafentone, von denen es tiegelförmige offene und oben halbkugelig geschlossene mit seitlicher Öffnung, sogenannte „Haubenhafentone“ gibt, erfolgt durch Gießen der Masse, die durch Zusatz einer gewissen Menge von Soda zu einem flüssigen Brei verwandelt wird. Das Gießen geschieht maschinell in einer als Mantel dienenden Gipsform, in der ein entsprechender Kern, gleichfalls aus Gips, sich befindet. Zwischen beide, die also eine doppelwandige Form bilden, wird der verflüssigte Schamottebrei eingegossen und erstarrt infolge der Wasserentziehung durch den Gips bald. Die aus der Form entnommenen Hafentone müssen durch mehrere Monate in der Hafentonne getrocknet werden; hier stehen gewöhnlich etwa 1000 Hafentone, die nach vollkommenem Trocknen gebrannt werden. In ähnlicher Weise, also durch Gießen in besonderen Formen, werden bei Schott in der „Steintonne“ auch alle die zum Ofenbau notwendigen Steine erzeugt, genau in den Formen, wie sie zum Aufbau der einzelnen Ofen notwendig sind, so daß dann der Ofen in ähnlicher Weise zusammengesetzt werden kann, wie ein Kind mit seinem Ankersteinbaukasten seine Bauten aufführt. Das Ofenmaterial muß ja auch dieselbe Beständigkeit besitzen wie die Hafentone, es ist großen Temperaturwechseln ausgesetzt und ganz besonders dem Angriffe der verspritzenden und verdampfenden Gemengeteile, die zum Glase verschmolzen werden. Für die Herstellung der Ofensteine setzt man dem frischen Ton das zerkleinerte Material der alten, unbrauchbar gewordenen Hafentone bei.

Die neuen Hafentone werden im Ofen selbst vorsichtig gebrannt und dürfen, wenn sie fertig sind, nicht mehr aus dem Ofen genommen werden, sondern erhalten — nach entsprechender Verminderung der Temperatur — sofort den Einsatz. Wenn es unter gewissen Umständen nötig ist, einen gebrannten Hafenton zu transportieren, so gibt dies ein auffallendes Schauspiel, die „Himmelfahrt“ genannt. Der heiße Hafenton von vielleicht 500°

Temperatur wird auf einen Wagen gestellt und unter Darüberstülpen einer großen Kiste mit Holzwolle umgeben, die sofort Feuer fängt. Dann fährt man das ganze, aus dem eine mächtige Flamme emporschlägt, in tollster Fahrt durch den Fabrikshof zu dem betreffenden anderen Ofen — ein fesselnder Anblick, der statt der sanften Bezeichnung des eigenartigen Vorganges den Namen „Höllenfahrt“ rechtfertigen würde.

In den vorbereiteten Hafen wird das Gemenge der Rohstoffe zur Erzeugung des Glases, der „Glassatz“, eingebracht. Er wird nach den für jede Glassorte geltenden Rezepten im Gemengehaus bereitet, das in seiner neuen Anlage eine musterhafte Einrichtung darstellt. Aus den großen Behältern für die einzelnen Rohstoffe, den Silos, fließen die Materialien durch Rohre zu genauen Wagen und dann in die Zerkleinerungs- und Mischmaschinen, die alle mit Staubsaugern versehen sind, so daß die Luft in dem weiten Gebäude vollkommen staubfrei ist — ein großer hygienischer Vorteil für die Arbeiter. Der Glassatz wird in den im Ofen befindlichen heißen Tiegel durch die halbkreisförmige Ofentür eingetragen und bei steigender Temperatur niedergeschmolzen. Die Öfen sind durchwegs mit Siemenscher Regenerativfeuerung versehen, so daß eine überaus heiße Gasflamme in $\frac{1}{2}$ stündlichem Wechsel einmal von rechts, dann von links den Hafen umspült.

Während die Hafen für die gewöhnlichen Gläser nach Verarbeitung der fertigen Glasmasse täglich wieder frisch beschickt werden und bis zu ihrer Unbrauchbarkeit etwa 20 bis 30 Schmelzen aushalten, wird jeder Hafen für optisches Glas nur einmal benützt. Zum zuerst eingebrachten Glassatz wird nach dem vollkommenen Verschmelzen, nach etwa 3 bis 4 Stunden, weiterer Glassatz zugefügt und dies mehrmals wiederholt, bis der Hafen voll ist, was 10 bis 12 Stunden dauert. Nun beginnt das „Lauterschmelzen“ bei höchster Temperatur, um das Glas möglichst dünnflüssig zu bekommen und das Austreiben der Glasblasen (besonders von der aus den Gemengestoffen entweichenden Kohlensäure) zu bewirken, schließlich folgt das Rühren mit dicken Tonstäben, die, lotrecht eingehängt, sich langsam im Kreise drehen — eine höchst wichtige Arbeit, von der das

Gelingen der Schmelze, die für optische Gläser notwendige Freiheit von Schlieren, abhängt, denn solche sind der größte Feind unserer Spezialgläser; ihre möglichste Entfernung ist das besondere Geheimnis der optischen Glasschmelzerei.

Der ganze Schmelzvorgang dauert etwa 18 Stunden. Während bei der Herstellung der verschiedenen Glasgegenstände, wie Röhren, chemische Geräte usw., die Glasmasse mittels der Glasmacherpfeife in der bekannten Weise verarbeitet wird und die erzeugten Gegenstände in den Kühlöfen kommen, läßt man zur Erzeugung des optischen Glases die Glasmasse im Hafen erstarren. Der ganze Tiegel samt seinem Inhalt wird heiß aus dem Ofen genommen; natürlich springt er in Stücke und ebenso die Glasmasse, so daß ein Haufen von glitzernden Glasstücken das Ergebnis ist, von denen die großen noch mit dem Hammer zerschlagen werden. Der Vorgang überrascht, ist aber durch die Praxis, besonders vom Kostenstandpunkte, als der einzig richtige erkannt. Denn unter den Trümmern sind manche wegen ihres Gehaltes an Schlieren und Blasen für die Verwendung zu optischen Zwecken ganz unbrauchbar. Sie müssen aus der Masse durch sorgfältige Besichtigung jedes einzelnen Stückes ausgeschieden werden. Die vom Arbeiter ausgelesenen guten Stücke werden numeriert und der Umformung zu Platten, dem „Senken“, zugeführt.

Die ausgelesenen fehlerfreien Glasstücke werden vorgewärmt in gleichfalls numerierte quadratische oder rechteckige Schamottepfannen eingelegt und wandern mit ihnen in den Senkofen, wo sie nur soweit erhitzt werden, daß das Glas weich wird und allmählich die Pfannen ausfüllt. Nun folgt ein weiterer wichtiger Prozess, das langsame und vorsichtige Kühlen der entstandenen Platten, um das Entstehen von Spannungen in ihnen möglichst zu verhindern. Zu diesem Zwecke werden die gesenkten Glasplatten samt ihren Formen in den „Feinkühlöfen“ aufeinander geschichtet und bei sehr langsam fallender Temperatur (von etwa 600° bis auf 300° usw.) 4 bis 6 Wochen gekühlt. Bei besonderen Stücken kann der Prozess auch bis zu 3 Monaten dauern, während welcher Zeit die Gasheizung des Ofens ununterbrochen brennen muß und genau geregelt wird. Dieser kost-

spiegelige Vorgang erklärt den hohen Preis des optischen Rohglases, der mit etwa 10 Mark für 1 *kg* berechnet werden kann, ein Preis, der also nicht durch den Wert der Rohstoffe, sondern nur durch die Gestehungskosten (Arbeitslöhne, Kohlenverbrauch, Wert der Tiegel und Öfen) zustande kommt.¹

Die fertigen Glasplatten werden nun auf zwei einander gegenüberliegenden Schmalseiten sorgfältig geschliffen und poliert. Zu diesem Zwecke werden sie, auf eine Schmalseite gestellt, zu vielen innerhalb eines etwa 1·5 *m* im Durchmesser besitzenden Eisenringes in Gips eingegossen und die ganze große Scheibe kommt in die Schleifmaschine, die die oberen Seiten aller Platten zugleich glattschleift und poliert (unter Verwendung von Eisenoxyd, Bolus). Ist die obere Seite fertig, so wird die ganze Scheibe samt Eisenumhüllung mittels einer Kippvorrichtung umgekehrt und auf der anderen Seite geschliffen. Zunächst werden die fertiggeschliffenen Platten auf Schlieren und Blasen geprüft, in der Durchsicht gegen eine Quecksilberdampfampe. Die gut befundenen Gläser untersucht man dann auf Spannung im polarisierten Licht mittels einer einfachen Vorrichtung. Längs eines Fensters befindet sich ein schwarzer Spiegel, der das Licht polarisiert zurückwirft; schräge dazu, in bestimmter Neigung, befindet sich eine Glasbank, auf der die Platten mit einer angeschliffenen Seite nach unten nebeneinander geschichtet werden; auf einem parallel zu den Platten verschiebbaren Träger befindet sich ein Nikolsches Prisma, mittels dessen der Arbeiter jede Platte einzeln prüft. In richtig gekühlten, spannungsfreien Platten muß ein bestimmtes Spannungsbild erscheinen. Je geringer die Spannung ist, desto weniger scharf prägen sich die Kurven aus und zeigen nur wenig gefärbte Ränder. Die geprüften Platten kommen auf das Lager, das gewöhnlich einen Vorrat von etwa 1·5 Millionen Mark im Werte enthält.

¹ Wie der Wert des Stoffes bei den weiteren mühsamen Verarbeitungen zu Linsen durch Schleifen und Polieren sich steigert, sei angegeben, daß die kleinsten Frontlinsen von Mikroskopen etwa 0·0017 *g* Gewicht besitzen; diese Menge des optischen Rohglases mit 15 bis 40 Pfennig angenommen, würde ein Kilogramm solcher Linsen 12 Millionen Mark kosten.

Von besonderem Interesse ist die Herstellung von großen Scheiben aus optischem Glas für Fernrohre, die die Jenaer Glaswerke bis zum Durchmesser von mehr als 1 m erzeugen, natürlich nur auf besondere Bestellung, die bei der Seltenheit des Baues von ganz großen und überaus kostspieligen Apparaten für Sternwarten verhältnismäßig selten zu sehen ist — eine nur auf die Bestellungen der Astronomen angewiesene Glashütte müßte wohl verhungern! Der Wege sind zwei; entweder läßt man die ganz besonders gelungene, also blasen- und schlierenarme Schmelze eines Hafens sehr langsam zu einem gewaltigen Glasblock auskühlen, den man dann in einer entsprechenden Form senkt oder man gießt den ganzen Inhalt eines Hafens zu einer genügend großen Scheibe aus, die dann langsam gekühlt, angeschliffen und nach der früher besprochenen Weise auf ihre Tauglichkeit geprüft wird. Für den zweiten, meist angewandten Vorgang, trotzdem er naturgemäß viele unbrauchbare Scheiben liefert, wird ein niedriger Wagen mit aufgelegtem kreisrunden Teller und einem Ring von der Größe der gewünschten Scheiben vorbereitet. Den aus dem Ofen genommenen Hafen mit seinem glühenden Glasinhalt umgürtet man mit einer eisernen Schelle, die mit einer Kippvorrichtung versehen ist. Sobald die Masse genügend zähflüssig geworden ist, wird der Hafen dicht neben der Form gehoben und langsam umgewendet, so daß die Glasmasse sich in die Form ergießt. Der ganze Wagen samt Form und Inhalt gelangt dann sofort in den vorgewärmten Kühllofen und bleibt bei fallender Temperatur bis zu sechs Wochen darin. Die fertiggekühlte Scheibe wird schließlich auf beiden Kreisflächen angeschliffen und überprüft, wonach der brauchbare gute Teil der Scheibe mittels einer Sandsäge herausgeschnitten wird. Nach neuerlicher Kühlung wird das Produkt mittels einer besonderen Polarisationsvorrichtung geprüft, die von einem großen Projektionsapparat beleuchtet wird. Sein Licht wird mittels eines Spiegels nach aufwärts durch ein Nikolsches Prisma als Polarisator geleitet, passiert dann die darüber wagrecht angebrachte zu prüfende Scheibe, wird durch einen dahinter liegenden Hohlspiegel reflektiert, geht ein zweites Mal durch die Scheibe, endlich durch einen als Analysator ange-

brachten Nikol in das Auge des Beobachters. Daß der Preis von guten Fernrohrscheiben bei der Schwierigkeit ihrer Herstellung und dem nachfolgenden ebenso schwierigen Schleifen ein außerordentlich hoher sein muß, leuchtet ein.

Die folgenden Lichtbilder sollen uns in andere Teile des interessanten Betriebes führen sowie in die gleich großartigen Zeißwerke, in denen das optische Glas seinen zahllosen Verwendungen zu optischen Instrumenten aller Art zugeführt wird. Diese letzteren Werke von Weltruf eingehend zu beschreiben würde über den Rahmen des Vortrages hinausgehen.

(Im Anschlusse an die vorgeführte Bilderserie wurden noch mehrere andere Lichtbilder aus den Glaswerken von Schott & Genossen, die Fabrikation technischer Gläser zeigend, projiziert, ferner eine Reihe von Aufnahmen aus den Zeißwerken und ihrer Erzeugnisse, endlich Bilder der für soziale Zwecke von der Zeißstiftung errichteten Anlagen.)

Durch die Reihe der vorgeführten Bilder dürften Sie, hochgeehrte Anwesende, eine Vorstellung von der Großartigkeit der beiden Jenaer Werke erhalten haben, die nicht nur durch ihre Fabrikationsprozesse zusammenhängen, sondern miteinander in engster innerer Verbindung sind. Sie bilden ein Ganzes, das nicht nur durch seine Anlage und den erworbenen Weltruf etwas Besonderes darstellt, sondern mehr noch durch den Geist der dort herrscht, und durch die heutige Organisation. Es wäre verlockend, auf diese in sozialer Beziehung noch einzig dastehenden Einrichtungen näher einzugehen, doch würde die übliche Vortragszeit dazu nicht reichen. Es muß genügen hervorzuheben, daß die beiden Werke zusammen das Wesen einer Produktionsstätte für das öffentliche Wohl tragen. Nach dem Tode Karl Zeiß (1888) ging das Zeißwerk in den Besitz Ernst Abbes über. Dieser große Forscher war ein Mann von seltenster Anspruchslosigkeit und höchstem Idealismus. Unter Hingabe seines gesamten materiellen und geistigen Vermögens errichtete er 1896 die „Karl Zeiß-Stiftung“, die durch den Staat gemäß den Vorschriften des Stiftungsstatutes verwaltet wird. Sie ist die alleinige Besitzerin der selbständigen, unter eigener Leitung stehenden optischen Werkstätte Karl Zeiß und Mitbesitzerin (nach Ausscheiden von Dr. Schott alleinige) Besitzerin des

gleichfalls selbständig verwalteten Glaswerkes Schott & Genossen. Gesetzmäßig festgelegte Bestimmungen gelten für Arbeitslöhne, Versicherung gegen Arbeitslosigkeit, Arbeitszeit und Fürsorge für die Familie jedes Arbeiters. Nach der Absicht Abbes sollen die Jenaer Fabriken nicht möglichst hohen Reingewinn abwerfen, sondern Nahrungsquelle eines zahlreichen Personalkreises sein, alle Angestellten stehen in dem idealen wirtschaftlichen Verhältnis einer Arbeitsgenossenschaft an Stelle eines nur der Gewinnsucht eines persönlichen Unternehmers preisgegebenen Personales.

So sehen wir in dem Glaswerk von Schott & Genossen und den Zeißwerken ein großartiges, einzig dastehendes Unternehmen, das seine Entstehung, sein Aufblühen und den Weltruf seiner Erzeugnisse dem engsten Zusammenarbeiten von Wissenschaft, Gewerbefleiß und kaufmännischem Geschick, verkörpert in drei Männern, dankt, die sich gegenseitig wunderbar ergänzten. Die Jenaer Werke sind nur einer von vielen Großbetrieben unseres Nachbarreiches und treuesten Verbündeten, wie sie deutsche Tüchtigkeit geschaffen. Und wenn auch unsere Feinde, besonders die Engländer, die verbündeten Kaiserreiche zurzeit mit den unglaublichsten Mitteln bekriegen, wenn sie alle Patente als nichtig erklären, so werden sie die blühende deutsche Großindustrie so wenig wie unsere Reiche selbst zerstören können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Hassack Karl (Carl)

Artikel/Article: [Optische Gläser und ihre Erzeugung in Jena. 13-33](#)