1. Beziehung zum spez. Gewicht:

Das spez. Gewicht eines Glases, bestehend aus 100 Grammolekülen Kieselsäure (SiO_2) und 20 Molekülen Natriumoxyd (Na_2O) beträgt 2,35 und steigt bei Zusatz von Blei-, Barium-, Strontium-, Zink-, Calcium- oder Magnesiumoxyd. Die Zunahme des spez. Gewichtes ist um so größer, je höher das Molekulargewicht des zugesetzten Oxyds vom Typus RO, und ist praktisch der zugesetzten Menge proportional. Als Beispiel sei erwähnt, daß das spez. Gew. bei Zusatz von 10 Mol Calciumoxyd 2,46 und bei Zusatz von 10 Mol Bleioxyd 2,91 beträgt. Der Einfluß der zugesetzten Oxyde vom Typ RO macht sich in derselben Weise geltend, wenn das Ausgangsglas Kaliumoxyd statt Natriumoxyd enthält. Ein teilweiser oder gänzlicher Ersatz des Natriumoxyds durch Kaliumoxyd hat eine Verminderung des spez. Gewichtes zur Folge. Ein teilweiser Ersatz der Kieselsäure durch ein Oxyd RO steigert das spez. Gewicht.

2. Beziehung zum Brechungsexponenten:

Der Brechungsexponent wächst sowohl mit steigendem Zusatz der Oxyde RO zum Glas mit dem unveränderten molaren Verhältnis von SiO_2 und Na_2O , als auch durch den teilweisen prozentualen Ersatz des Natriumoxyds. Die Zunahme des n_D ist nicht mehr wie beim spez. Gewicht eine Funktion des molekularen Gewichtes der zugesetzten Oxyde. So ist die Reihenfolge der Oxyde mit steigendem Einfluß auf das n_D bei äquimolekularen Zusätzen folgende, wobei die Zahlen in den Klammern die Molekulargewichte bedeuten: MgO (40), ZnO (81), CaO (56), SrO (104), BaO (153), PbO (223). Wird das Natriumoxyd stufenweise durch gleiche prozentuale Mengen der angeführten Oxyde ersetzt, so ist die Reihenfolge MgO (40), ZnO (81), BaO (153), PbO (223), SrO (104), CaO (56). Den größten Einfluß hat also Calciumoxyd. Der Einfluß der drei Oxyde CaO, SrO und BaO, die zu einer Gruppe des periodischen Systems gehören, nimmt mit steigendem Molekulargewicht ab.

3. Beziehung zur totalen Dispersion $n_F - n_C$:

Die totale Dispersion des Glases wächst mit steigendem Zusatz der genannten Oxyde bei unverändertem Molekularverhältnis von Kieselsäure und Natriumoxyd. Den größten Einfluß hat auch hier, wie beim n_D , ein Zusatz von Bleioxyd. Eine Beziehung zum Molekulargewicht ist auch hierbei nicht zu konstatieren, da ZnO (81) und SrO (104) fast den gleichen Einfluß ausüben. Wird das Natriumoxyd stufenweise durch gleiche prozentuale Mengen der Oxyde ersetzt, so sinkt die Dispersion für die Oxyde MgO, BaO und SrO, steigt dagegen für die anderen drei in der Reihenfolge ZnO, CaO, PbO. Bei gleichbleibendem Prozentgehalt an Natriumoxyd (20 %) und stufenweisem Ersatz der Kieselsäure durch die Oxyde nimmt der Brechungsexponent sowie die totale Dispersion zu, und zwar ist die Reihe der Oxyde im Sinne des wachsenden n_D : MgO, ZnO, BaO, SrO, PbO und CaO; die Reihe für die zunehmende totale Dispersion dagegen ist MgO, BaO, SrO, ZnO, CaO, PbO.

4. Beziehung zur Haltbarkeit:

Die Haltbarkeit ist in der Weise bestimmt worden, daß die verschiedenen Gläser während 100 Stunden der feuchten oder während 6 Monaten den gewöhnlichen atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt und die Gewichtsverluste der Gläser an Natriumoxyd bestimmt wurden. Ein Zusatz eines der Oxyde erhöht die Haltbarkeit. Geht man von dem Glase von der Zusammensetzung 100 Kieselsäure und 20 Natriumoxyd aus und setzt äquimolare Mengen der Oxyde RO zu, so steigt

die Haltbarkeit in der Reihenfolge ZnO, PbO, BaO, MgO, SrO, CaO. Geht man von einem Glas mit unverändertem Prozentgehalt an Natriumoxyd (20 %) aus und ersetzt die Kieselsäure durch gleiche Prozentmengen der Oxyde, so steigt die Haltbarkeit in der Reihenfolge ZnO, MgO, CaO, SrO, BaO, PbO. Gläser mit weniger als 20 % Alkali sind haltbarer, wenn das Alkali in gleichen Gewichtsteilen aus Natriumoxyd und Kaliumoxyd besteht, als diejenigen Gläser, die nur ein Alkali enthalten.

5. Beziehung zur Entglasung:

Gläser mit mehr als 15 % Calciumoxyd, 65 % Kieselsäure, Rest Alkali scheiden bei langsamer Abkühlung Calciumsilikatkristalle in Form von feinen Nadeln aus. Die Barytgläser neigen zur Entglasung erst bei einem Gehalt von über 25 % BaO, und die Bleigläser bei einem Gehalt weit über 50 % PbO.

Zu der geschichtlichen Einleitung hat mein Kollege Prof. von Rohr folgendes zu bemerken:

„Die geschichtliche Einleitung bietet nur die großen Züge, und es ist erfreulich, festzustellen, daß hier keinerlei wichtige Meinungsverschiedenheiten bestehen. Einige Schreibfehler in den Namen sind dem Berichterstatte aufgefalle, so *Dartiques*, *Frauenhofer*, *Abbé* statt *D'Artiques*, *Fraunhofer*, *Abbe*. *P. L. Guinand*, der von Beruf ein Kunsttischler (kein Uhrmacher) gewesen sein soll, ist wohl 1824 und nicht 1823 gestorben. — Geschichtlich wichtig ist die Angabe, die alte Hütte von *Chance Bros.* habe 1916 die gesteigerten Anforderungen des Heeres und Flugdienstes nicht mehr erfüllen können, und im Juni 1916 habe das Haus *Wood Bros. Glass Co. Ltd.* mit der Glasherstellung in den *Derby Works* begonnen; sie stellten augenblicklich mehr als 100 verschiedene Glasarten her.“

M. Herschkovitsch.

Über den Polymorphismus und die optische Kühlung des Glases. (A. A. Lebedeff, Vorläufige Mitteilung, Transactions of the Optical Institute in Petrograd, Vol. II, Nr. 10.) Verfasser spricht den Satz aus, daß die Spannungen im Glase nur indirekt oder in sehr geringem Maße von der ungleichmäßigen Abkühlung herühren, daß vielmehr die eigentliche Ursache des Auftretens von Spannungen in der polymorphen Umwandlung des Glases zu suchen ist. Daß das Glas in der Tat eine Umwandlung erleidet, beweist der Verfasser durch folgende sehr interessante Versuche:

1. Ein gut gekühlter Glasblock (Borosilikatcrown russischen Ursprungs) von $35 \times 75 \times 75$ mm wird in einem elektrisch geheizten Ofen bis ca. 700° erhitzt und in kurzen Intervallen werden sowohl die Temperaturdifferenzen Δt zwischen dem Inneren des Glases und seinen Außenschichten als auch die hierbei auftretende Doppelbrechung ϕ gemessen und in einem Koordinatensystem aufgezeichnet. Auf der Abszisse sind die Temperaturen, auf der Ordinate die Werte für Δt bzw. die für ϕ eingetragen. Beide Kurven zeigen einen ziemlich ähnlichen Verlauf, indem sie beide mit steigender Temperatur erst ansteigen entsprechend der geringen Wärmeleitung des Glases, dann gleichmäßig sinken bis etwa 510° . Von da ab steigt die Kurve der Doppelbrechung stark an, erreicht bei 560° ein Maximum und sinkt bei weiterem Erwärmen bis zu 600° rasch auf Null, während die Δt -Kurve kurz vor 600° noch einmal in einem kurzen Temperaturintervall stark ansteigt und wieder sinkt. Das Ansteigen der Δt -Kurve ist nur so zu verstehen, daß das Glas in der Nähe von etwa 560° eine von einer deutlichen Wärmeabsorption begleitete Änderung erleidet. Die stattfindende Wärmeabsorption im Glase hat zur Folge eine Steige-

rung der Spannung und somit auch des Wertes der φ -Kurve.

2. Zwei Porzellanrohre von 15 mm Durchmesser und 60 mm Länge, das eine mit Glasmehl, das andere mit Porzellan- oder Quarzmehl beschickt, wurden im elektrischen Ofen langsam auf 650° — 700° erhitzt und der Gang der Temperaturdifferenz der beiden Rohre registriert. Diese zeigte in der Nähe von 580° ein ausgesprochenes Minimum infolge der bei dieser Temperatur stattfindenden Wärmeabsorption in dem mit Glasmehl beschickten Rohre.

3. Der Brechungsexponent eines rechtwinkligen Primas wurde nach dem etwas modifizierten Prinzip des Pulfrichschen Refraktometers bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Es zeigte sich, daß der Brechungsexponent ziemlich regelmäßig bis zu 520° ansteigt, und zwar um den Betrag von 2×10^{-3} und von da ab sehr stark abnimmt. So betrug die Abnahme zwischen 540° und 595° annähernd 3×10^{-3} .

4. Der Ausdehnungskoeffizient des Glases ändert sich nur wenig zwischen 0° und 520° , steigt von da ab plötzlich sehr stark an und erreicht ein Maximum bei 570° — 580° . Die weitere Abnahme des Ausdehnungskoeffizienten mit steigender Temperatur ist, wie aus der Versuchsanordnung zu schließen, wahrscheinlich auf die beginnende Erweichung des Glases zurückzuführen.

Aus den angeführten Versuchen folgt, daß das Borosilikatcrown bei ca. 540° eine Umwandlung erleidet. Die vom Verfasser aufgestellte Hypothese, daß das Glas ein Gemenge von amikroskopischen Silikat- und Quarzkristallen z. T. in Form von Mischkristallen darstellt, ist durch die Versuche nicht hinreichend begründet. Es soll hier jedoch von einer kritischen Beleuchtung der vorliegenden Arbeit mit Rücksicht darauf, daß es sich nur um eine vorläufige Mitteilung handelt, abgesehen werden. M. Herschkowitsch.

Prüfung von Metallgegenständen mit Hilfe von Röntgenlicht. Das hohe Durchdringungsvermögen der „harten“ Röntgenröhren mit Wolframantikathoden hat es in den letzten Jahren bekanntlich ermöglicht, die Röntgenstrahlen zur Aufdeckung innerer Fehler in Metallgegenständen ohne deren Verletzung zu verwenden. Dieses Verfahren wird jetzt in allen Ländern weitgehend angewandt, wie sich z. B. aus einem Bericht im *Génie Civil* vom 15. 10. 21 S. 321 ergibt, dem die folgenden, zum Teil nicht neuen Einzelheiten entnommen sind. Über das Verfahren ist in den Fachzeitschriften seinerzeit berichtet worden, so daß hier nur kurz das Wesentliche angedeutet werden soll. Das Verfahren beruht auf der Schattenwirkung der Metallgegenstände auf eine photographische Platte. Einschlüsse und Hohlräume markieren sich infolge ihres abweichenden Absorptionsvermögens. Die Technik des Verfahrens ist äußerst einfach. Man braucht möglichst hartes und intensives Röntgenlicht, das durch den untersuchten Gegenstand auf die photographische Schicht dringt. Man wendet alle erdenklichen Hilfsmittel an, um die Schwärzungseffekte zu verstärken, indem man photographische Filme verwendet, die auf beiden Seiten eine empfindliche Schicht haben, indem mehrere solche Filme eventuell mit zwischengelegten durchsichtigen Verstärkungsschirmen, übereinander und auf einen reflektierenden Silberspiegel gelegt werden usw. Zur Vermeidung der Schwärzung durch sekundäre Strahlung ist die photographische Schicht sorgfältigst nach allen Richtungen durch starke Bleiplatten abzudichten.

Um einen Begriff von der Leistungsfähigkeit des

Verfahrens zu geben, sei erwähnt, daß man in Stahlplatten von 45 mm Stärke Löcher von 1 mm Durchmesser, oder in Stahl von 50 mm Dicke eine Zinnschicht von 0,1 mm Stärke noch deutlich wahrnehmen kann.

Masing.

Das Schweißen von Eisen mit Hilfe von Kupfer. Die Verbindung von Metallstücken durch Verschweißen führt zu einer außerordentlich starken lokalen Erhitzung des Materials, die einerseits die Entstehung von Oxydhäuten in der Schweißnaht begünstigt und dadurch die mechanischen Eigenschaften derselben herabsetzt, und andererseits sehr leicht bleibende Deformationen der Stücke herbeiführt. — Das Löten vermeidet zwar diese Nachteile, erzeugt aber eine Zwischenschicht von einer anderen Zusammensetzung und anderen mechanischen Eigenschaften, als das durch dasselbe verbundene Material, und bringt dadurch Nachteile mit sich, besonders, wenn das Zusammenhaften des Lotes mit dem Material Schwierigkeiten macht.

Nach dem Verfahren von Hyde zum Schweißen von Eisen und Stahl werden die Nachteile beider Verfahren vermieden. Man erhält Verbindungen, die den höchsten mechanischen Anforderungen genügen, und die außerdem an Präzisionsstücken ausgeführt werden können, ohne daß dieselben sich verziehen oder irgendwie leiden.

Das in *Engineering* vom 2. 9. 21, Seite 338, beschriebene Verfahren besteht darin, daß die zu verbindenden Eisen- oder Stahlstücke ohne vorhergehende Reinigung der Oberfläche oder Auftragung eines Flußmittels aneinandergelegt und zwischen dieselben eine geringe Menge Kupfer oder einer Kupferlegierung (Bronze) gebracht wird. Alsdann wird das Ganze im Wasserstoffstrome auf eine Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Kupfers oder der Legierung erhitzt und abkühlen lassen. Durch die reduzierende Wirkung des Wasserstoffs wird die Eisenoberfläche reduziert, und die durch Reduktion entstandene aufgeraute Metallhaut ist für die Aufnahme des Kupfers außerordentlich günstig. Das Kupfer zeigt die merkwürdige Eigenschaft, im Wasserstoff zu einer außerordentlich dünnflüssigen Flüssigkeit zu schmelzen, die das Eisen außergewöhnlich gut benetzt, so daß es in die geringsten Risse und Zwischenräume eindringt und sie ausfüllt. Deshalb kommt man, wenn die zu verbindenden Teile genau aufeinander paßten, mit einer minimalen Menge Kupfer aus, die nur einen ganz geringen Bruchteil der Menge des sonst gewöhnlich verwandten Hartlotes ausmacht.

Die Verbindung kann noch weiter verbessert werden durch nachträgliche Erhitzung des mit Kupfer verbundenen Stückes. Hierbei finden in der Verbindungsnaht Diffusionsvorgänge statt, so daß schließlich die ursprüngliche Kupferschicht ganz verschwindet. Wegen dieser Diffusionsvorgänge lassen sich die einmal verbundenen Teile nicht durch Herausheben des Kupfers wieder trennen. Deshalb kann das Verfahren nicht mit einer Lötung identifiziert werden.

Abgesehen davon, daß die mechanischen Eigenschaften einer derartigen Verbindung denen einer Hartlot- und auch Schweißverbindung überlegen sind, beruht die Bedeutung des beschriebenen Verfahrens in erster Linie auf der Möglichkeit, der Herstellung präzise verbundener Stücke, die in einer genau vorgeschriebenen Weise vereinigt werden müssen. Es ergibt sich so die Möglichkeit, die Fabrikation komplizierter Formstücke, zum Beispiel verschiedener Bestandteile der Dampfturbinen, durch Herstellung aus zwei einfacheren und deren nachträgliche Vereinigung oft wesentlich zu ver-