

# GLASTECHNISCHE BERICHTE

herausgegeben von der  
Deutschen Glastechnischen Gesellschaft e. V.

Schriftleitung: Dr.-Ing. H. Maurach, Frankfurt a. M.

Sämtliche Veröffentlichungen sind Eigentum der DGG — Alle Rechte vorbehalten (Copyright)

Band VII

November 1929

Heft 8

## Basische Oxyde und Glaseigenschaften.

(8. Vortrag der 11. Glastechnischen Tagung, Wien.)

Von Dr. Norbert Kreidl, Wien.

Unsere Industrie, die Glasindustrie, ist eine der ältesten. Seit Jahrtausenden wird Glas gemacht, aber in der wissenschaftlichen Erkenntnis unseres Werkstoffes sind wir weit hinter anderen Industriezweigen zurück, welche die modernen physikalischen und chemischen Methoden in ihren Dienst gestellt haben. Denn ganz allgemein ist das Arbeiten mit Silikaten mit großen experimentellen Schwierigkeiten verknüpft, die bedingt sind durch ihre Reaktionsträgheit und die erforderlichen hohen Temperaturen. Diese Gründe waren es auch, welche die Chemie der Silikate im Rahmen der anorganischen Chemie bis in die letzten Jahre so stark vernachlässigen ließen.

Rein empirisch hat die Glasindustrie in dem Maße, wie sich das Anwendungsgebiet ihres Werkstoffes erweiterte und spezialisierte, die ursprünglich fast von der Natur suggerierte einfache Zusammensetzung des Glases verlassen und sein System weiter ausgebaut. So sind beispielsweise die alten Farbgläser entstanden. Die höheren Ansprüche, welche die in rascher Entwicklung begriffene optische Industrie an ihren Werkstoff Glas stellte, konnten auf empirischem Wege nicht mehr befriedigt werden. In diesem Zeitpunkte setzten die systematischen Untersuchungen von Winkelmann und Schott ein; es wurden neue Stoffe zur Glasbildung herangezogen und damit eine systematische,

wissenschaftliche Erforschung der glasbildenden Elemente begonnen. Ein Blick auf das periodische System der Elemente zeigt uns, daß die Mehrzahl der Elemente zur Glasbildung herangezogen werden konnten. (Bild 1.)

Ganz ohne Bedeutung sind nur: Hg, N, Cl, Br, J (in Bild 1 senkrecht schraffiert).

Allerdings fällt von den glasbildenden Elementen für die Praxis ein großer Teil infolge ihrer Seltenheit und aus wirtschaftlichen Gründen weg, wie z. B. die Alkalimetalle Rb und Cs, deren Einführung auch keinerlei besondere Eigenschaften erwarten läßt (in Bild 1 schräg nach rechts schraffiert).

Die für die Glasbildung wichtigen Elemente sind auf schräg nach links schraffiertem Grunde gezeichnet; eine besondere Umrahmung tragen die Bestandteile des klassischen Glases. Unter diesen Elementen sind durch einen Punkt diejenigen hervorgehoben, die dem Glase eine charakteristische Färbung oder Trübung erteilen.

Das Lithium eignet sich infolge seines geringen Atomgewichtes zur Herstellung röntgenstrahlendurchlässigen Glases, wozu es auch in Verbindung mit Beryllium als Lithiumberyllumborax zu dem sogenannten Lindemannfenster benützt wird.

Die Verwendung des Kupfers und Goldes zu Rubingläsern ist bekannt, und das Silber wird zur Erzielung eines gelben Farbeffektes herangezogen.

Eine besondere Bedeutung hat der teilweise Ersatz des Kalkes durch Magnesium für die maschinelle Glasverarbeitung gewonnen, worauf später noch eingegangen werden soll.

Barium erteilt dem Glase größere Dichte und Brechungsindex und wird, abgesehen von optischen Gläsern, auch Gebrauchsgläsern zugesetzt, um dieselben krystallähnlicher zu machen.

Zinkzusatz, in gewissen Grenzen, vergrößert die chemische Resistenz.

Cadmium ist der wesentliche Bestandteil der Gelbgläser, in denen es als Sulfid vorliegt.

Die Borsäure dient zur Erleichterung der Schmelzbarkeit eines Glases. Sie setzt gleich-

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Li	Be	B	C*	N	O	F*	
Na	Mg	Al	Si	P*	S*	Cl	
K	Ca	Zn	Sc	Ti*	Ge	V*	As
Rb	Sr	Y	Zr*	Nb	Mo	Cr*	Br
Cs	Ba	La	Ce	Sr*	Ta	W	Os
Au	Hg	Pt	Pb	Bi	U*		
			Th*				


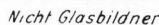

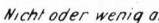

Hauptglasbildner  Nicht Glasbildner   
 Andere Glasbildner  Nicht oder wenig angewandt   
 Farb- und Trübgläser 

Bild 1. Das periodische System der Elemente mit Angabe der Bedeutung der Elemente für das Glas.

zeitig den Wärmeausdehnungskoeffizienten herab und macht dadurch das Glas wärmeester. Schließlich hemmt sie die Entglasung.

Die an das Lanthan sich anschließenden seltenen Erden wurden schon lange als Entfärbungsmittel verwendet und haben neuerdings zur Erzielung gewisser künstlerischer Farbeffekte Bedeutung erlangt.

Die Rolle des Kohlenstoffes im Glase dürfte wohl auch heute noch nicht restlos geklärt sein, da die als Kohlenstofffärbung bezeichnete Gelbfärbung des Glases möglicherweise nur auf einer reduzierenden Wirkung gegenüber Sulfaten beruht.

Die Oxyde von Titan, Zirkon, Thor und Zinn erteilen glasigen Flüssigkeiten eine Trübung.

Ein Zusatz von Cer bedingt eine starke Absorption der ultravioletten Strahlung, ohne die sichtbare Strahlung wesentlich zu schwächen, sodaß Cergläser als Brillengläser besondere Schutzwirkung ausüben. Eine ähnliche Wirkung üben Vanadin und Uran aus.

Arsen dient bekanntlich zur Läuterung; jedoch stehen systematische Untersuchungen über die Rolle des Arsens und Antimons im Glase noch aus.

Phosphorsäure hat als Glasbildner eine gewisse Bedeutung für optische Gläser (Phosphatkron). Sie ist ferner der Hauptbestandteil der zu Trübungszwecken häufig verwendeten Knochenasche.

Schwefel und Schwefelverbindungen werden zur Erzeugung zahlreicher Farbgläser benutzt.

Selen dient zur Herstellung des Selenrubins und als Entfärbungsmittel.

Chrom, Eisen, Kobalt und Nickel dienen als färbende Zusätze, wobei interessant ist, daß Eisen in seiner zweiwertigen Oxydationsstufe die Wärmestrahlen absorbiert und so einen gewissen Wärmeschutz bietet.

Ebenfalls zur Färbung dient Mangan. Dieses war das klassische Entfärbungsmittel.

Von den Halogenen hat nur Fluor größere Bedeutung als Bestandteil mancher Trübungsmittel.

Abgesehen von den hier erwähnten beachteten Wirkungen gewisser Zusätze verändern dieselben natürlich auch die anderen für den Glaserzeuger wichtigen Eigenschaften. Das Bedürfnis nach der quantitativen Erfassung sämtlicher Eigenschaftsveränderungen durch jede einzelne Komponente veranlaßte zuerst Winkelmann und Schott, das System ihrer Glaskonstanten aufzustellen. Sie teilen jedem Oxyd für jede Eigenschaft einen Faktor zu, den man mit dem Prozentgehalt multipliziert. Die Summe dieser Einzelwirkungen ergibt zahlenmäßig die gewünschte Eigenschaft. So berechnet sich beispielsweise der Ausdehnungskoeffizient eines einfachen Natronkalkglases nach Tafel 1.

Tafel 1.

Berechnung des Ausdehnungskoeffizienten nach Winkelmann-Schott.

Glassatz		Zusammensetzung des Glases	Ausdehnungskonstante	K × Proz.
Sand	81 kg	SiO <sub>2</sub> 80%	0,8	72,0
Soda	29 "	Na <sub>2</sub> O 14,5%	10,0	145,0
Marmor	11 "	CaO 5,5%	5,0	27,5

Ausdehnungskoeffizient des Glases:  $244,5 \times 10^{-7}$

Leider ist die Durchführung dieser Konstantenberechnung nur in beschränktem Maße gestattet; denn die Eigenschaftsänderungen verlaufen meist nicht proportional der zugesetzten Menge. Oft kehrt sich die Wirkung eines Zusatzes mit steigender Menge sogar wieder um, wie dies an der Borsäure sich in charakteristischer Weise äußert.

Aus diesen Gründen ist es richtiger, von gebräuchlichen Hauptzusammensetzungen ausgehend, durch allmähliches einzelnes Einführen der Oxyde ihre Wirkung quantitativ zu verfolgen. Diesen Weg nahmen vor allem Gehlhoff und Thomas bei ihren für den Praktiker so wertvollen Arbeiten. Sie gehen so vor, daß sie in bestimmten Grundgläsern z. B. 82 SiO<sub>2</sub>, 18 Na<sub>2</sub>O die Kieselsäure durch wachsende Prozentsätze einer Reihe anderer Oxyde ersetzen und so deren Wirkungen für bestimmte Intervalle in Form untereinander vergleichbarer Kurven und Tabellen erhalten. Tafel 2 zeigt eine derartige Untersuchung für die Ritzhärte. Die Zahlen geben die Änderungen der Ritzhärte des Grundglases (151) für je 1% des betreffenden Oxydes in den angegebenen Prozentbereichen. Also z. B. für 7% MgO: für 0—5% je Prozent + 5, das sind  $5 \cdot 5 = 25$ . Für 5—10% je Prozent + 4,6, also für 2% in diesem Bereiche  $9,2 \cdot 2 = 18,4$ . Dies zu der Grundglasritzhärte 151 gibt 185,2.

Die Kenntnis der Wirkung eines Zusatzes auf einzelne wichtige Grundgläser gibt dem Praktiker immerhin gewisse Anhaltspunkte über den bei seinem Glase zu erwartenden Effekt, aber nur Anhaltspunkte; denn die Wirkung eines Oxydes ist von Grundglas zu Grundglas verschieden. Daß es sich hier nicht lediglich um experimentelle Schwierigkeiten handelt, sondern daß es geradezu eine Unmöglichkeit ist, ganz allgemein von einer typischen Wirkung eines Oxydes zu sprechen, mögen folgende Gedanken erläutern. Das Glas besteht ja aus einem Gemenge verschiedener Silikate, die in wechselndem Maße assoziiert und dissoziiert sind. Da sich das Gleichgewicht zwischen den aufbauenden Silikaten, ihrer Assoziation und Dissoziation mit der Temperatur ändert, beeinflußt auch die Wärmebehandlung während des Schmelzens und Kühlens die Eigenschaften. Jedem Praktiker ist die Wirkung des Scherbenzusatzes bekannt. Ueberdies wird ein und derselbe Zusatz in verschiedenen Grundgläsern sich an der Bildung

Tafel 2. Ritz-Härte.

Fremdoxyd, welches die Kieselsäure des Grundglases permutiert	Grundglas	Prozentraum des permutierten Oxydes						
		0-5 %	5-10 %	10-15 %	15-20 %	20-25 %	25-30 %	30-35 %
		Mittlere spezifische Wirkungsdifferenz						
Na <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> O	80 SiO <sub>2</sub> . 20 PbO	—	—	-5	-5	-5	—	—
		—	—	-4	—	—	—	—
MgO CaO ZnO BaO PbO	82 SiO <sub>2</sub> . 18 Na <sub>2</sub> O	+ 5	+ 4,6	+ 3,8	—	—	—	—
		+ 2,4	+ 3,6	+ 8,6	—	—	—	—
		+ 4,6	+ 4,4	+ 4,0	+ 3,8	+ 0,3	+ 0,3	—
		+ 4,2	+ 3,2	+ 2,6	+ 2,0	+ 1,4	—	—
		-- 0,3	-- 0,3	-- 0,3	-- 0,3	-- 0,3	-- 0,3	-- 0,3
		—	—	—	—	—	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	82 SiO <sub>2</sub> . 18 Na <sub>2</sub> O	+ 15	+ 7	-4,8	-7,6	-9	-9	—
		+ 2	+ 2,7	-3,6	—	—	—	—
		+ 4,8	+ 1,0	0	0	—	—	—

gänzlich verschieden gearteter Moleküle beteiligen können. Besonders ausgeprägt ist dies bei denjenigen Elementen, die ebenso als Säure wie als Base an der Glasbildung teilzunehmen vermögen. Bei Aluminium und Zink ist dieser amphotere Charakter bekannt; doch besteht die Möglichkeit, daß auch andere Oxyde ein ähnliches Verhalten zeigen. Ich denke beispielsweise an das Magnesiumoxyd, dessen Verhalten ich mir unter diesem Gesichtspunkte am ehesten erklären kann.

Der Ausdehnungskoeffizient wird beispielsweise von MgO in ganz verschiedener Weise beeinflusst, je nachdem man es in ein saures oder alkalireiches Grundglas einführt. Baillie unterschied demgemäß zwei Faktoren des MgO für saures und alkalireiches Glas. Diese Ansicht wird durch das mineralogisch-krystallographische Verhalten des MgO unterstützt. Es weicht darin von dem ausgeprägt basischen Calciumoxyd sehr stark ab. So ist es zum Beispiel nach einer Arbeit von Weyl nicht möglich, im Calciumferrit CaO durch MgO teilweise zu ersetzen.

Diese Vorgänge, kurz gesagt die verwickelte Konstitution des Glases, verhindert es, die Eigenschaften eines jeden Glases einfach aus seiner Zusammensetzung exakt zu berechnen.

Von besonderem Interesse für die Glasverarbeitung ist die Wirkung der Oxyde auf Viskosität und Wärmeausdehnung.

Das Glas muß bei Verarbeitungsbeginn und am Ende der Arbeitsperiode je eine bestimmte Zähigkeit besitzen. Wird das Glas erst nach starker Abkühlung, also nach längerer Zeit zur Verarbeitung unbrauchbar, zu viskos, so nennt man es bekanntlich lang, im umgekehrten Falle kurz. Diese für den automatischen Betrieb besonders wichtige Eigenschaft läßt sich physikalisch so erfassen:

1. Wie groß ist die Temperaturänderung, welche notwendig ist, um das Glas von der geringeren Anfangs- auf die höhere Endviskosität zu bringen?
2. Wie unterscheiden sich diese Temperaturintervalle je nach dem Prozentgehalt an einem bestimmten Zusatzstoff?

3. Wie unterscheiden sie sich bei verschiedenen Zusatzstoffen?

Für den Praktiker ist es also nicht einmal so notwendig, die Absolutwerte der Viskosität, wie sie Washburn, English und Turner sowie Margules zuerst systematisch bestimmt haben, zu kennen; es genügt ihm die Kenntnis der beiden Temperaturen für zwei bestimmte Viskositätsgrade, die Grenzen des Verarbeitungsintervalles, und zwar in Abhängigkeit von der Zusammensetzung.

1926 veröffentlichten Gehlhoff und Thomas unter diesen Gesichtspunkten eine Arbeit, in der in Abhängigkeit von der Zusammensetzung die Temperaturen angegeben sind, die einigen wesentlichen Viskositäten entsprechen. Diese sogenannten Viskositätstemperaturen wurden für 4 Viskositätsgrade bestimmt, von denen zwei, nämlich 10<sup>3</sup> und 10<sup>4</sup> CGS-Einheiten, ungefähr im Arbeitsgebiete liegen. Die Kurven des Bildes 2 zeigen, wie ein Ersatz von Kieselsäure eines und desselben Grundglases durch CaO bzw. ZnO die Viskositätstemperaturen in verschiedener Weise ändert, und sie charakterisieren sinnfällig die Verarbeitungsintervalle. Man kann aus der Figur direkt ersehen, daß das Arbeitsintervall bei höherem Kalkgehalt verkürzt wird. In ganz anderer Weise verändert sich die Viskosität bei Zusatz von Zink.

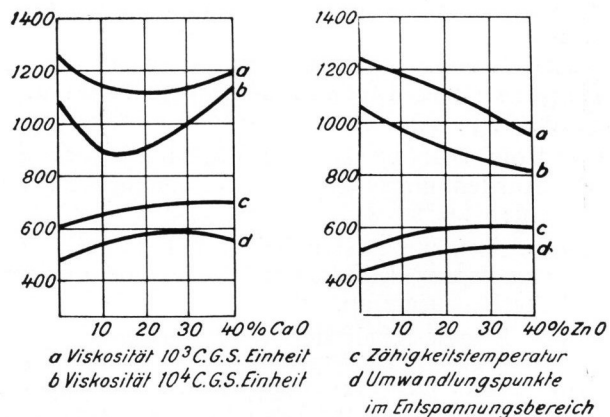


Bild 2. Temperaturen gleicher Viskosität bei Ersatz von SiO<sub>2</sub> durch CaO bzw. ZnO.

Eine zweite wichtige Frage ist der Ausdehnungskoeffizient, insbesondere für Ueberfanggläser. Er läßt sich verhältnismäßig gut nach additiven Faktoren errechnen, nur hat man unter Wahrung des Prinzipes die Winkelmann-Schott-Koeffizienten öfters korrigiert. Wie groß diese Korrekturen waren, zeigt Tafel 3.

Tafel 3. Ausdehnungskoeffizienten.

Oxyde	W. u. Schott × 10 <sup>-7</sup>	Engl. u. Turner × 10 <sup>-7</sup>
SiO <sub>2</sub>	0,8	0,15
Na <sub>2</sub> O	10,0	12,96
K <sub>2</sub> O	8,5	11,7
CaO	5,0	4,89
MgO	0,1	1,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,0	0,52
BaO	3,0	5,2
PbO	3,0	3,18
ZnO	1,8	0,21
Zr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,1	0,69
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1	— 1,98

Die besonders krassen Unterschiede, die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und MgO aufweisen, hängen möglicherweise mit deren amphoterer Natur zusammen. Diese Korrekturen von English und Turner konnten seither von Kitaigorodsky und Rodin an einigen Gläsern bestätigt werden (Tafel 4).

Tafel 4.

Ausdehnungskoeffizient der Gläser.

Glas	Ausdehnungskoeffizient			Abweichungen in %		
	beob. × 10 <sup>8</sup>	berechn. nach		W. u. S.	E. u. T.	
		W. u. S.	E. u. T.	W. u. S.	E. u. T.	
Al- Gl.	404	648	859	654	+ 32,6	+ 0,9
	410	770	981	794	+ 27,4	+ 3,1
Al-Mg- Gl.	411	740	921	692	+ 25,5	- 6,5
	415	740	964	729	+ 30,2	- 1,5
Al-Mg- Gl.	408	747	941	761	+ 26,0	+ 1,9
	409	675	871	661	+ 29,0	- 2,1

Die letzten beiden Kolonnen zeigen die Abweichungen der gemessenen Werte von denen nach Winkelmann und Schott sowie English und Turner berechneten. (W. u. S. bzw. E. u. T.)

Vom Standpunkte der Praxis ist bezüglich des Ausdehnungskoeffizienten folgendes zu bemerken:

1. Der Ausdehnungskoeffizient hängt stark vom Schmelzprozeß, besonders von Temperatur und Scherbenzusatz ab.
2. Die Schwierigkeit der Vorausbestimmung für Ueberfanggläser wird noch erhöht durch das Verhalten der Trübgläser. Diese variieren mit ihrem Trübungsgrade ihren Ausdehnungskoeffizienten, weil der Trübungsgrad ein Maß für die ausgeschiedene kristalline Phase ist,

welcher ein anderer Ausdehnungskoeffizient zukommt. Der von Havas angegebene Faktor 7.4 für Kryolith ist dadurch für die Praxis problematisch.

3. Es ist bekannt, daß der Ausdehnungskoeffizient sehr stark von der Kühlung abhängt, u. zw. bis zu 15%.

Die ersterwähnten Gründe bedingen, daß auch bei sorgfältig gleichgehaltenem Gemenge die Ringprobe maßgebend ist. Auf letzterwähnter Erscheinung beruht es, daß eine mäßig ausgefallene Ringprobe unter gewissen Umständen dennoch das Arbeiten gestattet. Da nämlich das eine Glas durch den Kühlprozeß anders beeinflußt wird als das zweite, ist es möglich, durch veränderte Einstellung der Kühltemperatur Bruch zu verhindern. Dies geschieht in der Praxis ganz empirisch, und es wäre gewiß von Interesse, auch hier quantitative Versuche anzustellen, die allerdings ganz im Bereiche der Hütte liegen. Denn auch diese Variation des Ausdehnungskoeffizienten ist für jedes Glas ganz verschieden.

#### Aussprache.

Stellvertretender Vorsitzender Prof. Dr. Gehlhoff:

Ich möchte nunmehr den Vortrag zur Diskussion stellen.

Dipl.-Ing. R. Swinne, Berlin-Siemensstadt:

Der Herr Vortragende scheint geneigt zu sein, die auftretenden Abweichungen im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß Oxyde gemischte amphotere Eigenschaften haben und darum eine solche Berechnung nicht durchgeführt werden kann. Speziell nimmt er dies auch für Magnesiumoxyd an. Während ich für Aluminiumoxyd geneigt bin, seiner Annahme zu folgen, kann ich das für Magnesiumoxyd keinesfalls gelten lassen.

Dr. Norbert Kreidl, Wien:

Ich möchte zunächst bemerken, daß dies natürlich nicht allein die Ursache ist, die es unmöglich macht, eine exakte Berechnung der Glaseigenschaften aus denen der Komponenten durchzuführen. Es ist dies nur eine der angeführten Ursachen, welche mitspielen. Was das Magnesiumoxyd anbelangt, so steht fest, daß es sich ganz anders verhält als Calciumoxyd, was auch in den kristallographischen Eigenschaften seiner Verbindungen zum Ausdruck kommt.

Dipl.-Ing. W. Weyl (S. F. I.), Berlin-Dahlem:

Im Verlaufe meiner synthetischen und röntgenographischen Untersuchungen über Spinelle und insbesondere über Magnesiaferrit hat sich herausgestellt, daß MgO sich ganz anders verhält als CaO. Es war nicht möglich, aus den gut kristallisierten Calciumferriten zu Magnesiaferrit zu gelangen, indem man CaO teilweise durch MgO ersetzt. Auch die entsprechenden Aluminate und Chromite sind gänzlich verschieden.

Dipl.-Ing. R. Swinne, Berlin-Siemensstadt:

Das Magnesiumferrit existiert zweifellos. Ich habe dasselbe wie auch andere Ferrite selbst hergestellt. Eine Arbeit hierüber wird in kurzer Zeit erscheinen. Weitere Untersuchungen sind im Gange. Das Magnesiumoxyd kristallisiert in der gleichen Strukturform, wie das Calciumoxyd, nämlich im Steinsalzgitter, während Berylliumoxyd eine tetraedrische Atombindung aufweist und völlig anders kristallisiert. Abweichungen

vom additiven Verhalten sind sehr wohl zu erwarten, wenn man berücksichtigt, daß die Gläser nicht einfache Oxydgemische sind, sondern Additionsverbindungen von Oxyden enthalten. Die Beständigkeit solcher Additionsverbindungen ist selbstverständlich davon abhängig, was für Oxyde miteinander zusammengebracht wurden. In diesem Sinne kann man ein anormales Verhalten des Magnesiumoxydes in gewissen Gläsern verstehen.

### Einiges über Glasmalerfarben.

5144

(7. Vortrag der 11. Glastechnischen Tagung, Wien.)

Von Prof. Dr. Kaspar Killer, Haida.

Im Haida-Steinschönauer Glasindustrie-Gebiete werden bereits seit mehreren hundert Jahren die Gläser durch Bemalen mit Glasmalerfarben veredelt. Diese Technik hat sich von kleinen Anfängen langsam entwickelt und seit etwa 30 Jahren einen hohen Grad der Vervollkommnung erreicht; man kann jetzt von einer Blütezeit der Glasmalerei sprechen. Die wenigsten der auf diese Weise veredelten Gläser werden im Inlande abgesetzt; das meiste davon geht in das Ausland und da wiederum nach ganz bestimmten Staaten. Bemalte Gläser werden von den romanischen und slavischen Völkern bevorzugt. Solche bemalte Gläser werden von den billigsten bis zu den teuersten und Luxusprunkstücken hergestellt und kommen heute allen Bedürfnissen entgegen. Im Haida-Steinschönauer Gebiete haben sich infolge dessen seit altersher ganze Familien dieser Kunst gewidmet, wodurch sich auch das hohe künstlerische Können und die große Fachfertigkeit auf diesem Gebiete erklärt. Die Glasschleiferei und Kuglerei kann man in 2 Jahren erlernen; die Glasmalerei muß schon im Blute stecken, sonst wird nie ein richtiger Meister daraus. Die Malerei wird hier bei uns als Heimarbeit betrieben, d. h., eine Familie, die u. U. noch einige fremde Gehilfen aufnimmt, malt in eigener Regie; sie macht auch Entwürfe, und wenn diese ihrem Auftraggeber, dem Glasraffineur, gefallen, werden dieselben gegen einen vereinbarten Preis ausgeführt. Werkstätten mit mehr als fünfzehn tätigen Malern bilden schon große Ausnahmen. Dadurch, daß diese Malerfamilien eigenen Besitz haben, sind sie auch seßhaft und verlassen ungern ihre Heimat. Dadurch erklärt es sich, daß die Glasmalerei im Haida-Steinschönauer Gebiete sich so hartnäckig erhalten hat und erhalten wird. Nach dem Weltkriege machte sich allerdings schon eine Wanderlust der jüngeren Maler bemerkbar; dieselben sind neben anderem die Ursache, daß die Glasmalerei in Nord- und Südamerika und in mehreren europäischen Staaten einen großen Aufschwung genommen hat. Man findet in allen diesen Staaten überall Maler aus Haida-Steinschönau, die dort die Heimischen in dieser Kunst unterweisen und manchmal aus denselben recht tüchtige Maler machen. Die beiden Glas-

fachschulen in Haida und Steinschönau bilden auch tüchtige Kunstgewerbler heran und helfen dadurch den Geschmack der aufwachsenden, jungen Maler zu verfeinern und dem Modernen anzupassen.

Da man zur Glasmalerei — soll dieselbe erstklassige Erzeugnisse liefern — auch beste Glasmalerfarben braucht, ist es selbstverständlich, daß sich im Haida-Steinschönauer Glasindustriegebiete schon von altersher einige Erzeugungstätten dieser Glasmalerfarben gebildet und langsam entwickelt haben. Wir haben hier alte, eingessene Familien, die ihre alten und geheimgehaltenen Malerfarben-Rezepte vom Vater auf den Sohn vererben und durch ununterbrochenes Probieren ihre Fabrikation, so wohl der Güte, als auch der Reichhaltigkeit nach, heben. Auf diese Weise haben sich im Laufe der Jahrhunderte eine ganze Reihe verschiedener Glasmalerfarben entwickelt, um die noch heute ein gewisses Geheimnis schwebt und deren Herstellung streng geheimgehalten wird. Ich will Ihnen nun etwas über die Herstellung, Zusammensetzung und Verwendung dieser Farben erzählen; mein kurzer Bericht macht natürlich nicht Anspruch auf Vollständigkeit, im Gegenteil, er ließe sich in vielen Fällen noch erweitern und vervollkommen. Ich bringe hier hauptsächlich Sachen zur Sprache, die ich selber im Laufe meines Aufenthaltes von 16 Jahren im Haida-Steinschönauer Gebiete kennen gelernt, durch eigene Versuche in der Staatsfachschule erprobt und im Verkehr mit der Industrie studiert habe. Gleich anfangs will ich erwähnen, daß ich mich nur mit jenen Farben beschäftigen will, die den Chemiker interessieren, d. s. die Farben, die eingebrannt werden und daher ihrer Zusammensetzung nach chemische Glasflüsse darstellen.

Es gibt außer dieser Malerei nämlich noch die sogenannte Kaltmalerei. Bei dieser Technik, die ganz billige Gläser erzeugt, werden Anilin- und andere, gewöhnliche Farben mit Dammarlack malfähig gemacht und so auf das Glas aufgetragen. Der Dammarlack soll dann diese Farben eine Zeitlang, bis sie verkauft sind, vor dem Angriff der Feuchtigkeit schützen. Mit diesen Farben will ich mich nicht beschäftigen.